



**Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Elétrica
Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Laboratório de Engenharia Biomédica**

MODELO DE ANÁLISE DE EFICIÊNCIA MULTIDIMENSIONAL PARA GESTÃO HOSPITALAR .

Adeilson Barbosa Soares

Orientador: Adriano Alves Pereira, Dr. – UFU

Coorientadora: Selma Terezinha Milagre, Dra. – UFU

Uberlândia – MG
Dezembro / 2017

**Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Elétrica
Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Laboratório de Engenharia Biomédica
DOUTORADO EM CIÊNCIAS**

MODELO DE ANÁLISE DE EFICIÊNCIA MULTIDIMENSIONAL PARA GESTÃO HOSPITALAR .

Adeilson Barbosa Soares

Tese de Doutorado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – **Área de Processamento da Informação - Linha de Engenharia Biomédica** - da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, **como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências no Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica.**

Banca Examidora:

Adriano Alves Pereira, Dr. – UFU (Orientador)

Adriano de Oliveira Andrade, Dr. – UFU

Ailton Luiz Dias Siqueira Junior, Dr. – IFTM

Rômulo Cristovão de Souza, Dr. - UERJ

Selma Terezinha Milagre, Dra. – UFU (Coorientadora)

Uberlândia – MG
Dezembro / 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S676m
2017

Soares, Adeilson Barbosa, 1966
Modelo de análise de eficiência multidimensional para gestão
hospitalar [recurso eletrônico] / Adeilson Barbosa Soares. - 2017.

Orientador: Adriano Alves Pereira.
Coorientadora: Selma Terezinha Milagre.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2018.503>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Engenharia elétrica. 2. Hospitais - Administração. 3. Análise
envoltória de dados. 4. Hospitais Públicos. I. Pereira, Adriano Alves, (Orient.).
II. Milagre, Selma Terezinha, (Coorient.). III. Universidade Federal de
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. IV. Título.

CDU: 621

Dedicatória:

*Aos meus pais José Leal e Norozira
Barbosa (Zila), que se empenharam a
me educar acima de qualquer coisa,
demonstrando que o valor de um homem
está naquilo que ele aprende e consegue
multiplicar entre seus próximos.*

AGRADECIMENTOS.

Ao Grande Arquiteto do mundo, criador das coisas e dos seres, por ter me cedido este tempo aqui, para chegar até este sublime momento de conhecimento em minha vida.

A minha família, em especial minha esposa Lécia Rúbia, que entre presenças e ausências me apoiou e entendeu a importância deste trabalho acadêmico para mim e para o incentivo aos nossos filhos, sobrinhos e amigos.

Ao professor, amigo, espelho de dedicação e conhecimento, incentivador e apoiador de tão pesado estudo que foi para mim, um homem que orgulho de chamar de irmão, Alcimar Barbosa Soares.

Aos meus orientadores, Adriano Alves e Selma Milagre que com a paciência que lhes são peculiares, souberam ajustar seus compromissos com o tempo de estudo de um doutoramento que se desenvolveu sem afastamento das atividades profissionais, sem isto o dia de hoje não existiria.

Ao meu valoroso amigo Prof. Vidigal Fernandes Martins, por impulsionar minha carreira acadêmica e meus estudos através de sua palavra sempre firme e positiva, sem medir esforços nas ações de estímulo.

Aos amigos e parceiros de trabalho, em especial ao Marcos Esteves, Emerson Silva e Renato Ferreira que me inspiraram e se mantiveram presentes ao meu lado como verdadeiras colunas de sustentação.

Agradeço também, a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG - Programa de Pesquisa para o SUS - PPSUS-REDE-MS / CNPq / FAPEMIG / SES-MG; Núcleo Temático: Monitoramento e Avaliação; "Um método para avaliar a saúde redes de atendimento "), a CAPES e ao CNPq.

Agradecimentos especiais ainda, aos membros do Laboratório de Engenharia Biomédica da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia; e aos membros do Núcleo de Auditoria, Perícia e Governança Corporativa da Faculdade de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Uberlândia, pelo suporte durante todo este trabalho.

RESUMO

A análise de eficiência multidimensional pode fornecer informações importantes sobre o desempenho dos hospitais. Esta tese propõe um modelo multidimensional baseado na análise envoltória de dados (DEA) para investigar e comparar a eficiência dos hospitais públicos no Brasil. Os dados de 21 hospitais públicos foram coletados de bancos de dados públicos (OCDE - Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico, SIH-SUS - SUS Hospital Information System, Datasus, Brasil). Quatro insumos (número de pessoal médico e não médico, receita anual, número de leitos, duração média da internação do paciente), quatro variáveis de influência (tipo de hospital, hospital credenciado, número de especialidades médicas, recursos do governo) e quatro saídas (Número de serviços de atendimento ambulatorial, número de hospitalizações, número de cirurgias, número de exames) foram utilizados para alimentar o modelo DEA. Nos resultados alcançados, sete unidades hospitalares atingem 100% de eficiência e, de acordo com a DEA, podem ser consideradas unidades eficientes, duas unidades foram consideradas "quase eficientes" e as restantes, doze unidades, funcionam mal, considerando os dados fornecidos ao modelo DEA. Em geral, a eficiência média dos hospitais investigados foi de 79% (0,79). Um desempenho muito heterogêneo foi encontrado entre os hospitais públicos brasileiros investigados. Além disso, a eficiência média razoavelmente baixa parece indicar que o sistema tem um grande potencial de melhoria em quase todas as áreas associadas com as variáveis de entrada e saída investigadas neste trabalho.

Palavras-chave: Eficiência hospitalar, Análise Envoltória de Dados, Hospital Público.

ABSTRACT

The Multidimensional efficiency analysis can provide important insights into the hospitals performance. This thesis proposes a multidimensional model based on Data Envelopment Analysis (DEA) to investigate and compare the efficiency of public hospitals in Brazil. The Data from 21 public hospitals were collected from public databases (OECD - Organization for Economic Cooperation and Development; SIH-SUS - SUS Hospital Information System, Datasus, Brazil). Four inputs (Number of medical and non-medical staff, Annual revenue, Number of beds, Average length of patient hospitalization), four Variables of Influence (Type of hospital, Accredited hospital, Number of medical specialties, Resources from government) and four Outputs (Number of outpatient care services, Number of hospitalizations, Number of surgeries, Number of exams) were used to feed the DEA model. Results show that, Seven hospital units reach 100% efficiency and, according to DEA, can be considered efficient units. Two units were considered “almost efficient” and the remaining twelve units perform poorly, considering the data supplied to the DEA model. As a whole, the average efficiency of the hospitals investigated was 79% (0.79). A very heterogeneous performance has been found among the Brazilian public hospitals investigated. Besides, the reasonably low average efficiency seems to indicate that the system has a large potential for improvement in almost all areas associated with the input and output variables investigated in this paper.

Keywords: Hospital efficiency, Data Envelopment Analyses, Public hospital.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	13
	OBJETIVO GERAL	15
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
	HIATOS NA CIÊNCIA.....	15
	JUSTIFICATIVAS	17
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	19
	DESEMPENHO E EFICIÊNCIA NA GESTÃO DA SAÚDE	19
	DESEMPENHO E EFICIÊNCIA USANDO DEA	20
	RESULTADOS NACIONAIS	21
	RESULTADOS INTERNACIONAIS	23
3.	ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS.....	27
	ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)	27
	<i>Retornos</i>	29
	<i>Eficiência</i>	32
	<i>Softwares de Aplicação</i>	33
	<i>Modelos CCR e BCC</i>	34
4.	MODELO PROPOSTO.....	35
	FRAMEWORK SUGERIDO	35
5.	MÉTODO	36
	MÉTODO DE ANÁLISE.....	36
	COLETA DOS DADOS E VARIÁVEIS	36
	POPULAÇÃO.....	41
	PROCEDIMENTO DE COLETA DOS DADOS	41
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
7.	CONCLUSÃO	54
8.	PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA.....	56
	8.1 TRABALHOS PUBLICADOS EM REVISTAS	56
	8.2 TRABALHOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSOS	57
	8.2 APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS	58
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Retorno crescente de escala.....	29
Figura 3.2: Retorno constante de escala	29
Figura 3.3: Retorno decrescente de escala.....	30
Figura 4.1: Modelo proposto de eficiência na área da saúde	35
Figura 5.1: Exemplo de Fronteira de eficiência no conceito DEA	39
Figura 5.2: Base de dados para coleta (DATASUS & CNESNet)	42
Figura 6.1: Frequência de referência para as DMUs sob investigação.	44
Figura 6.2: Eficiência da DMU com potencias de melhorias – H6	48
Figura 6.3: Eficiência da DMU com potencias de melhorias – H19	48
Figura 6.4: Eficiência da DMU com potencias de melhorias – H17	49
Figura 6.5: Scores de Eficiência da DMU	49
Figura 6.6: Resultados de eficiência e fronteira de eficiência de DEA para todas as DMUs.	50

LISTA DE FÓRMULAS

Equação 3.1: Medida de Desempenho pela Produtividade	27
Equação 3. 3: Máximo Indicador de Eficiência E1	30
Equação 3. 4: Máximo Indicador de Eficiência E2	30
Equação 3. 5: Máximo Indicador de Eficiência E3	30
Equação 3. 6: Máximo Indicador de Eficiência E4	31
Equação 3.7: Eficiência Produtiva	33
Equação 3.8: Eficiência	40

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1.1 – Evolução do orçamento federal.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabela 1.2 – Orçamento da Saúde.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 1.3 – Histórico do PIB Brasil.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 3.1 – Tipos de Softwares Disponibilizados no Mercado para Calcular Eficiência.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 6.1 – Entradas, Variáveis de influência e Saídas para as 21 DMUs em análise.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 6.2 – Índices de eficiência para as DMUs em análise.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabela 6.3 – Valor atual, valor-alvo e % de melhoria.....</i>	<i>46</i>

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

AIH - Autorização de Internação Hospitalar

BCC - Banker, Charnes e Cooper – modelo medido eficiência que distingue entre ineficiências técnicas e de escala [...].

CCR - Homenagem aos seus autores (Charnes, Cooper e Rhodes) e é conhecida como modelo de retornos constantes a escala (Constant Returns to Scale - CRS).

CID – Classificação Internacional de Doenças

CNES - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde.

DEA - *Data Envelopment Analysis* (Análise Envoltória de Dados)

DIP - Doenças Infecciosas e Parasitárias

DMU – *Decision Making Unit*

FIA - Fundação Instituto de Administração, ligada à Universidade de São Paulo (USP)

INAMPS - Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social

INT/L - Relação internações/leito (mensal) (INT/L)

OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development*

PIB – Produto Interno Bruto

TABNET - Programa de Tabulação do Ministério da Saúde

SIHUF/MEC - Sistema de Informações dos Hospitais Universitários do Ministério da Educação.

SIPAC – Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos.

SUS- Sistema Único de Saúde

USA – United States America

1. Introdução

No Brasil, um conjunto de mudanças na atenção primária à saúde vem recebendo destaque nas últimas décadas, quer seja pela política de financiamento, no sentido de ampliação do investimento e melhoria do acesso à saúde, quer seja no aprimoramento da gestão dos recursos aplicados no campo da saúde. Entre eles, os mais importantes estão relacionados à criação do Sistema Único de Saúde (SUS) em 1990 e ajustes na política de financiamento, ampliando o investimento governamental para melhorar o acesso aos cuidados de saúde para a população em geral (Machado, 2007), bem como melhor gerenciamento dos recursos na área.

Neste conjunto de mudanças cabe destacar a questão do processo federativo do Sistema Único da Saúde (SUS) em decorrência da Constituição de 1988, transformando e ampliando assim a assistência médica que estava a cargo do Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social (INAMPS), ficando não mais restrito o atendimento aos empregados que contribuíssem com a previdência social. Padilha (CEBES - 2011) afirma que o Brasil é o único país do mundo com mais de 100 milhões de habitantes que optou pela construção de um sistema nacional universal público de saúde, o qual foi instituído em 19 de setembro de 1990, através da Lei nº 8080 e tem como objetivo o de oferecer atendimento equitativo e cuidar e promover a saúde de toda a população. O Sistema constitui um projeto social único que se materializa por meio de ações de promoção, prevenção e assistência à saúde dos brasileiros.

Há muitos hospitais no Brasil que oferecem atendimentos por meio do SUS. Entre as unidades da rede pública que atendem pelo SUS estão 69 hospitais federais, 618 estaduais e 2.278 municipais, espalhados por todos os estados brasileiros (Portal Brasil, 2009). Atualmente, de acordo com a Federação Brasileira de Hospitais, o Brasil possui cerca de 6.800 mil hospitais e aproximadamente 464.000 leitos entre públicos e privados¹.

Os recursos para os hospitais públicos são complexos em termos de aplicação, prioridade e de difícil obtenção. Com o objetivo de ilustrar um exemplo, o orçamento de 2009 do Hospital da Unicamp foi de R\$ 162.803.903,00 (SUS + Unicamp), antes R\$ 210 milhões em 2008 e R\$ 185 milhões em 2007. O orçamento anual do Hospital das

¹ <http://institucional.fbh.com.br/2011/08/30/parceria-publico-privada-e-a-saude-no-brasil-2/#more-3844>

Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) é de mais de R\$ 1 bilhão, dado seu atendimento diário de mais de 35 mil pacientes (SÃO PAULO. Hospital das Clínicas de São Paulo, 2011). Observa-se que saber aplicar coerentemente um recurso que está cada vez mais escasso é de suma importância para o desempenho e vitalidade da organização.

A pouca quantidade de recursos na saúde é fato. De acordo com a Lei Orçamentária 2011, publicada no Diário Oficial da União, um valor de R\$ 77,1 bilhões foi destinado para o Ministério da Saúde², mas este foi revisto para cerca de R\$ 80,87 bilhões e executando R\$78,53 bilhões, conforme RELATÓRIO SISTÊMICO DE FISCALIZAÇÃO DA SAÚDE³. Desse total, R\$ 14 bilhões são reservados para pagamento de pessoal (ativos e inativos), R\$ 60,6 bilhões para a manutenção de toda a rede do Ministério da Saúde (custeio e investimento inclusive em hospitais) e R\$ 2,5 bilhões são de emendas parlamentares. Tal investimento é considerado baixo, quando comparado a outros países no mundo.

De acordo com o relatório da saúde publicado pela FIA/USP (2008), os R\$ 44 bilhões investidos pelo governo brasileiro na área da saúde em 2007 representam o mesmo gasto *per capita* custeado pelo poder público no início da década de 90: o equivalente a US\$ 280,00 anuais por pessoa. O valor está acima da média registrada na América Latina, mas não chega à metade da média mundial de US\$ 806,00 *per capita*. Considerado o percentual dos recursos investidos em relação ao que os países arrecadam, o gasto brasileiro cai para pouco mais da metade do registrado nos vizinhos latino-americanos (FIA/USP)⁴.

O investimento de R\$ 77 bilhões representa cerca de 2,0% do PIB⁵ para 2011 (R\$ 3.674.964.000.000,00; aprox. 3.5 trilhões; IBGE, 2010⁶). No ano de 2009, o último ano com dados completos, a OECD, *Organisation for Economic Co-operation and Development*, evidenciou que os Estados Unidos gastaram 17,4% do PIB, seguido de Holanda (12%), França (11,8%), Alemanha (11,6%) e Dinamarca (11,5%). No ano de

² <http://saudeweb.com.br/17349/saude-recebe-orcamento-de-r-771-bilhoes/>

³ <http://portal2.tcu.gov.br/portal/.../TCU/.../032.624-2013-1%20Fisc%20Saude.pdf>

⁴ <http://www.nominuto.com/noticias/brasil/estudo-mostra-que-investimentos-em-saude-no-pais-sao-os-mesmos-de-15-anos-atras/13202/>

⁵ PIB = consumo privado + investimentos totais feitos na região + gastos do governo + exportações – importações

⁶ http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1330&id_pagina=1

2009 o Brasil não é listado no site da OECD, mas estimando o gasto com saúde, de R\$ 48.300.000.000,00 (aprox. 48 bilhões), sobre o valor do PIB, R\$ 3.418.604.651.162,79 (IBGE, 2009), tem-se um valor extremamente baixo de 1,4%, o qual é abaixo de países como México (6,4%), Korea (6,9%), Estônia (7,0%) e Polônia (7,4%).

O SUS é um projeto social único que se materializa através de ações de promoção, prevenção e cuidados de saúde para brasileiros, com vários hospitais associados. Entre as unidades da rede pública que operam com a SUS, existem 2.411 hospitais públicos (88 hospitais federais, 625 estaduais e 1.698 hospitais municipais) espalhados por todos os estados brasileiros (Ministério da Saúde, 2017).

O relatório anual do Tribunal Federal de Contas para 2011 mostra que, entre 2007 e 2011, as despesas totais da União com cuidados de saúde aumentaram para 58%, atingindo cerca de R\$74,47 bilhões em 2011 (Tribunal de Contas da União, 2011). No entanto, a despesa percentual em função do Produto Interno Bruto (PIB) variou de 2,14% a 2,09% no mesmo período. Em 2015, o investimento em saúde atingiu R\$ 113,4 bilhões - cerca de 1,92% do PIB (Tribunal de Contas da União, 2015). No entanto, o sistema não foi capaz de executar (gastar) uma quantia significativa de dinheiro investida pela União, como mostra a Tabela 1.1. Esses números parecem apontar que a administração pública ainda está lutando para superar uma série de desafios para a adequada execução, aplicação e uso dos recursos alocados pelo governo para cuidados de saúde.

Tabela 1.1 – Evolução do orçamento federal.

Autorizado e executado para a saúde no Brasil, de acordo com o Tribunal de Contas do Brasil.

Fonte: Tribunal de Contas da União (2009; 2011; 2013; 2015).

Evolução do orçamento federal para serviços de saúde: Autorizado x Executado			
Ano	Orçamento autorizado (R\$ bilhões)	Orçamento Executado (R\$ bilhões)	Diferença (não-executado) (R\$ bilhões)
2008	52.78	50.14	2.64
2009	67.61	58.15	9.46
2010	71.95	61.87	10.08
2011	74.47	72.24	2.23
2012	88.80	79.92	8.88
2013	92.72	85.30	7.42
2014	100.07	94.06	6.01

2015	113.44	102.09	11.35
Total	661.84	603.77	58.07

De acordo com as publicações do Ministério da Saúde tem-se inclusive dados contraditórios quanto aos recursos totais destinados conforme se observa na Tabela 1.2 a seguir, entretanto nota-se uma evolução anual neste previsão de investimentos, pois em 2002 o país investia R\$ 31,20 bilhões na saúde, passando por R\$ 53 bilhões em 2007, por R\$ 80,90 bilhões em 2011 e alcançando o patamar de R\$ 106 bilhões em 2014, este último valor orçado correspondente a 1,92% do PIB de 2014 - (R\$ 5.521 trilhões; IBGE, 2014⁷).

Nota-se ainda que diante dos números, ainda que possam existir divergências em como aplicar na saúde pública no Brasil, um consenso entre os mandatários se verifica, que é o contínuo crescimento de verbas para este fim, razão pela qual a demanda de melhores técnicas na sua gestão tende a ser cada vez mais uma exigência no sistema de controle de qualidade e eficiência dos recursos públicos na área da saúde.

Tabela 1.2 – Orçamento da Saúde.

Fonte: Ministério da Saúde - <http://www.brasil.gov.br/saude/2014/01/saude-tera-orcamento-de-r-106-bilhoes-em-2014>.

ANO	ORÇAMENTO (R\$ bilhões)
2003	31,20
2004	38,20
2005	42,90
2006	46,20
2007	53,00
2008	56,70
2009	64,30
2010	69,80
2011	80,90
2012	95,90
2013	100,50
2014	106,00

Dado essa circunstância, aplicar corretamente o recurso na área de saúde se torna um obstáculo enorme da administração pública. Especificamente, gerenciar uma parcela

⁷ <http://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais/pib-valores-correntes>

desse valor que vai para um Hospital Universitário, torna-se uma questão de eficiência da unidade quando comparada a outro hospital. O hospital deve ser o mais eficiente possível com a administração do recurso financeiro, aplicando-o em número de leitos, número de médicos, melhorando o resultado da prestação de serviço, por exemplo, redução do número de mortes, aumento no número de cirurgias com sucesso, aumento no número de pacientes atendidos, etc.

Por consequência, a análise da eficiência operacional de hospitais públicos e privados realizada com a utilização dos indicadores de desempenho do tipo entrada sobre saída pode ser aprofundada e estendida com a aplicação concomitante da ferramenta Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*). Ademais, uma análise multidimensional da eficiência de tais organizações pode fornecer entendimentos históricos do desempenho e aplicação do recurso. Diante da necessidade de aplicação coerente do recurso e de melhoraria na gestão organizacional de hospitais, o foco do trabalho foi investigar o nível de eficiência dos hospitais públicos e privados.

Definição do problema

Os hospitais devem ser tão eficientes quanto possível quando se trata de administração de recursos financeiros, sempre buscando novos meios para melhorar os resultados globais, ao mesmo tempo em que presta o melhor serviço possível à população. Por isso, é importante estudar todas as razões possíveis que levam a resultados como os descritos na Tabela 1.1. Uma análise superficial mostra que uma série de fatores podem desempenhar papéis importantes na eficiência do estabelecimento de saúde - da burocracia pesada associada à serviço de publicação, elementos históricos. Em outras palavras, modelos multidimensionais são necessários para estudar tais sistemas.

A análise envoltória de dados (DEA) é um modelo matemático não paramétrico capaz de avaliar o desempenho organizacional em termos de eficiência relativa entre unidades similares ou unidades operacionais de tomada de decisão com uma perspectiva multidimensional (com múltiplos insumos e resultados, como o caso dos hospitais públicos). Nesse sentido, essa técnica poderia ser usada como ferramenta para modelar e analisar a eficiência operacional dos hospitais públicos e privados por meio de indicadores de tipo input-output que podem ser desenvolvidos e ampliados para

um modelo final. Além disso, uma análise multidimensional da eficiência dessas organizações também pode fornecer entendimentos históricos para os resultados atuais.

Khushalani e Ozcan (2017) usaram a DEA para avaliar hospitais nos Estados Unidos, através de pontuações de eficiência computacional para subdivisões hospitalares e qualidade. Eles descobriram que a eficiência da produção de qualidade melhorou significativamente entre 2009 e 2013, sem o trade-off entre a eficiência da produção de resultados de qualidade e a eficiência da produção de cuidados médicos. Outro achado interessante é que hospitais urbanos e ensino eram menos propensos a melhorar a eficiência da produção de qualidade.

Biørn et al. (2003) estudaram o efeito de um novo regulamento no setor de saúde norueguês sobre o resultado organizacional dos hospitais. Os autores descobriram que a introdução de um modelo de gerenciamento de contratos com base em metas para a definição de financiamento, associada à nova regulamentação, aumentou a eficiência do sistema, conforme observado na série histórica de 1992 a 2000. O efeito do orçamento e a eficiência não foram determinadas no estudo. Uma pesquisa similar realizada na Grécia mostrou que os benefícios esperados das reformas governamentais não foram, em geral, alcançados (Aletras et al., 2007).

A eficiência também foi utilizada como índice possível para definir se um hospital deve permanecer aberto ou não. Lynch e Ozcan (1994) investigaram a hipótese de que hospitais ineficientes e subutilizados em mercados competitivos eram aqueles com maior risco de falência. Eles descobriram que a eficiência não estava diretamente correlacionada e nem era capaz de prever o encerramento hospitalar nos Estados Unidos.

Pilyavsky et al. (2006) estudaram o modelo de gestão hospitalar da Ucrânia e procuraram entender se as diferenças culturais influenciam nos comportamentos organizacionais e econômicos. Os dados foram obtidos de 3 regiões geopolíticas, uma no oeste e duas no leste do país. Segundo os autores, as regiões orientais foram fortemente influenciadas pelo domínio russo-soviético, enquanto as regiões ocidentais têm mais uma perspectiva européia. Os resultados mostraram que o modelo europeu, baseado em práticas de gestão orientadas para o mercado, é mais eficiente (além de ser mais rápido para adotar novas técnicas para melhorar os cuidados de saúde) do que o modelo russo, que é normativo e baseado em gerenciamento de estado controlado e centralizado.

Conforme mostrado, pode haver uma série de variáveis que podem influenciar o desempenho e eficiência dos hospitais, especialmente aqueles diretamente associados aos serviços públicos. Nesse sentido, qual o indicador que traduziria de melhor forma e consistência a eficiência dos hospitais públicos no Brasil? Existe um único indicador para aferição comparativa desta eficiência?

Objetivo Geral

Além de investigar os níveis de eficiência dos hospitais públicos no Brasil, este trabalho teve como objetivo propor um novo modelo multidimensional de avaliação e comparação de eficiência entre instituições. Ao fazê-lo, espera-se contribuir para uma aplicação mais coerente dos recursos e melhoria do gerenciamento organizacional.

Objetivos Específicos

- Este estudo multidimensional concentra-se no efeito de múltiplos fatores, com base em dados coletados no ponto inicial da exposição (descoberta de dados) e em um momento posterior. Especificamente, procura-se identificar as possíveis variáveis que influenciam os níveis de eficiência hospitalar e quais são as diferenças de eficiência entre os hospitais públicos no Brasil.

Hiatos na ciência

A evolução da ciência ocorre por meio do preenchimento de hiatos deixados pelos trabalhos científicos. Cada trabalho busca analisar um fenômeno por meio de uma determinada vertente. Não obstante, cada trabalho deixar um hiato, ou lacuna, para que futuras pesquisas preencham e incrementem a ciência, mostra também o caráter inovador de uma investigação. Desta forma identificou-se no escopo deste estudo alguns espaços deixados nos trabalhos relacionados a eficiência hospitalar:

1. Marinho e Façanha (2000) utilizaram o modelo clássico descrito para análise da eficiência dos hospitais, com dados do SIHUF/MEC (Sistema de Informações dos Hospitais Universitários do Ministério da Educação),

mas não garantiram a homogeneidade das unidades de análise (todos os hospitais entraram no modelo, sem distinção de especialidade). Este trabalho analisa se há efeito moderador da distinção de especialidade (odontologia vs. oftalmologia vs. oncologia) sobre o nível de eficiência do hospital. Este aspecto é inédito e não verificado por Marinho e Façanha (2000); Utilizaram também a eficiência do órgão público sendo ele unicamente de gestão federal. Grandes e relevantes hospitais estaduais não foram ponderados, deixando um espaço para novas pesquisas. Este trabalho analisa se há efeito moderar do tipo de gestão pública (estadual vs. federal vs. outra) sobre o nível de eficiência do hospital. Este aspecto é inédito e não verificado por Marinho e Façanha (2000) e Marinho (2001)⁸;

2. Analisar a eficiência da gestão organizacional por meio de pesos atribuídos as variáveis, dado que outros trabalhos não fazem esse procedimento. Muitas vezes o software que realiza a análise envoltória de dados atribui o peso estimado, como o feito por Lins et al (2007);
3. Gonçalves et al (2007) salientam que alguns trabalhos que analisam a eficiência de hospitais utilizam a DEA para realizar avaliações econômicas de unidades de saúde. Todavia, o estudo desses autores não houve preocupação com o desempenho econômico, o qual, de qualquer forma, depende de parâmetros de difícil aferição em países em desenvolvimento. Assim, abre-se uma lacuna para trabalhos futuros;
4. Lynch & Ozcan (1994) estudaram o índice de fechamento hospitalar. Hospitais ineficientes e subutilizados em mercados competitivos eram supostos terem maior risco de falência. O critério de eficiência não se mostrou correlacionado ou capaz de prever o fechamento de hospitais nos Estados Unidos. Ou seja, quanto mais eficiente o hospital é, não necessariamente ele tende a ser viável.

8

<http://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.scielo.br%2Fpdf%2Frspp%2Fnahead%2F5327.pdf&rct=j&q=an%C3%AAllise%20envolt%C3%B3ria%20de%20dados%20em%20hospital%20estadual&ei=GZpvTu-RCIrAtgfdmP39CQ&usq=AFQjCNEpv4c6cwZKso52FiVb0xjl5CYKzA&cad=rja>

Justificativas

A primeira justificativa para realização do trabalho foi a necessidade de identificar os níveis de eficiência dos hospitais públicos por meio de comparações homogêneas de especialidade, uma vez que as informações existentes são um tanto quanto dispersas e pouco objetivas. Marinho e Façanha (2000) utilizaram os dados do SIHUF/MEC, mas não garantiram a homogeneidade das unidades de análise. Dado tal condição, todos os hospitais entraram no modelo de análise de eficiência, sem distinção de especialidade. Portanto, buscou-se especificar e padronizar as características hospitalares.

Segundo, o trabalho contribui para o entendimento da eficiência de hospitais analisando a gestão federal e estadual. Marinho e Façanha (2000) foram limitados ao sistema de gestão federal. Há diversos hospitais estaduais no Brasil que puderam ser analisados para compreensão da eficiência.

Terceiro, diversas condições podem intervir na relação entre os insumos e o resultado. Assim, além de verificar o nível de eficiência nos hospitais, o trabalho buscou compreender quais variáveis (e de que forma) interferem no desempenho da organização. A forma de intervenção sobre o desempenho da organização pode ser positiva ou negativa. Por exemplo, o tamanho do hospital (grande ou médio) pode exercer um papel interveniente na relação entre insumos e resultados. Se assim o for, o tamanho do hospital grande pode possuir um nível de eficiência significativamente maior e o hospital grande pode possuir um nível de eficiência menor.

Quarto, os trabalhos de Marinho e Façanha (2000), Marinho (2001), Lins et al (2007), e Gonçalves et al (2007) fizeram uma análise de eficiência em um único momento. Em outras palavras, os autores utilizaram uma pesquisa transversal e não multidimensional.

Quinto, o trabalho de Ozcan (1995) estimou o desperdício econômico relacionado à ineficiência da rede hospitalar americana, a qual foi de 3% do PIB em 2004. Este cálculo foi feito encontrando o nível de eficiência dos hospitais e depois estimando o nível de ineficiência. O nível de ineficiência pode ser indicador que avalia o desperdício dos recursos financeiros destinados à saúde. Utilizando este ponto de vista

Ozcan (1995) calculou o valor destinado ao sistema de saúde multiplicou pela taxa de ineficiência.

Isto posto, este trabalho se propõe contribuir para o Ministério da Saúde encontrando os níveis de eficiência e ineficiência dos hospitais públicos. Possibilitando estimar percentual do orçamento da União destinados à saúde que não são bem empregados. Além disso, seria possível estimar a porcentagem do Produto Interno Brasileiro - PIB em cerca de R\$ 5,521 trilhões em 2014⁹, destinada à saúde e ineficientes, cuja relevância é denotada especialmente quando se observa a evolução do PIB nos últimos anos conforme Tabela 1.2.

Tabela 1.3 – Histórico do PIB Brasil.

Fonte: IBGE apud Wikipedia

Ano	Variação do PIB (real)	
	Em Trilhões de Reais	
2016	R\$	6,27
2015	R\$	6,00
2014	R\$	5,78
2013	R\$	5,33
2012	R\$	4,81
2011	R\$	4,38
2010	R\$	3,89
2009	R\$	3,33
2008	R\$	3,11
2007	R\$	2,72
2006	R\$	2,41

Um outro fator relevante que pode-se inferir pela tabela apresentada, e que reforça a justificativa deste trabalho está na evolução do PIB que praticamente triplicou em 10 anos e que nesta tendência poderá assim acontecer de 2016 para 2026 quando espera-se que a população brasileira esteja com um maior número de idosos e um atendimento de uma demanda maior e mais especializada será uma condição essencial para atingir os anseios desta sociedade.

⁹ https://pt.wikipedia.org/wiki/Evolu%C3%A7%C3%A3o_do_PIB_do_Brasil

2. Referencial Teórico

Desempenho e Eficiência na Gestão da saúde

O Brasil tem 278.154 (MINISTÉRIO DA SAÚDE - CNES - Jun/15¹⁰) estabelecimentos de saúde, públicos e privados, cadastrados no Ministério da Saúde, onde são realizados mais de 2,7 bilhões de procedimentos ambulatoriais e quase 12 milhões de internações hospitalares por ano. Os hospitais totalizam 6.667 sendo 1% destes, federais. Os gastos com saúde no país representam aproximadamente 2% do PIB e a maioria da população brasileira (cerca de 75%) é atendida exclusivamente pelo Sistema Único de Saúde (SUS) desta forma a eficiência é algo mais e mais almejado, mas o que é eficiência na gestão da saúde?

Eficiência é o que se impõe a todo agente público de realizar suas atribuições com presteza, perfeição e rendimento funcional. É o mais moderno princípio da função administrativa, que já não se contenta em ser desempenhada apenas com legalidade, exigindo resultados positivos para o serviço público e satisfatório atendimento das necessidades da comunidade e de seus membros.

O princípio da eficiência apareceu no ordenamento jurídico desde o Decreto-lei 200/67, quando submeteu toda atividade pública ao controle de resultado (arts. 13 e 25, V), fortaleceu o sistema de mérito (art. 25, VII), sujeitou a Administração indireta a supervisão ministerial quanto à eficiência administrativa (art. 26, III) e recomendou a demissão ou dispensa do servidor comprovadamente ineficiente ou desidioso (art. 100).

A Emenda Constitucional nº 19, de 4-6-98, inseriu o princípio da eficiência entre os princípios constitucionais da Administração Pública, previstos no artigo 37, caput.

Eficiência é o que se impõe a todo agente público de realizar suas atribuições com presteza, perfeição e rendimento funcional. É o mais moderno princípio da função administrativa, que já não se contenta em ser desempenhada apenas com legalidade, exigindo resultados positivos para o serviço público e satisfatório atendimento das necessidades da comunidade e de seus membros.

¹⁰ http://www.cns.org.br/links/DADOS_DO_SETOR.htm

Desempenho e Eficiência usando DEA

Lobo e Lins (2011) fizeram um levantamento bibliométrico pesquisando os diversos trabalhos na área da saúde que lidam com o desempenho organizacional e eficiência, uma vez que os autores estavam preocupados com os altos recursos financeiros a área da saúde pode consumir do PIB interno de um país, os quais variam de 3,9% (Turquia) até 13,6% (USA).

Lobo e Lins (2011) buscaram investigar o estado da arte das publicações de DEA na área de serviços na saúde. Os resultados mostraram que 189 artigos que usam DEA na avaliação de serviços de saúde. Apresenta ainda um resultado, em que a produção científica após o ano de 2000 é maior, acumulando 76% dos trabalhos.

Dos 189 artigos encontrados por Lobo e Lins (2011), 84 são de procedência da América do Norte (44%) e 67 da Europa (35%). A primeira publicação da Ásia e Oceania data de 1997 (entre 20) e o primeiro artigo africano data de 2000 (entre 11). Na África, pode ser observado um esforço da Organização Mundial de Saúde para implementação da metodologia neste século, através de seu escritório regional no continente. Os artigos da América Central (1, de Cuba; 1, do México) foram publicados em 2007 e 2009, respectivamente. Na América do Sul, os 5 artigos (todos do Brasil) foram publicados a partir de 2007.

No que tange aos periódicos, Lobo e Lins (2011) encontraram o percentual do volume de trabalhos publicados nos periódicos, sendo: *Journal of Medical Systems* (24 ou 13%), *Health Care Management Science* (21 ou 11%), *Health Policy* (14 ou 7%), *Health Service Management Research* (11 ou 6%), *Health Service Research* (9 ou 5%), *Medical Care* (8 ou 4%), *European Journal of Health Economics* (8 ou 4%), *Health Economics* (6 ou 3%).

Os hospitais são as unidades mais estudadas (87 ou 46%), seguidas por unidades de cuidados primários (22 ou 12%), centros de saúde mental (10 ou 5%), asilos ou casas de enfermagem (9 ou 5%), centros de diálise (9 ou 5%), médicos (8 ou 4%), provedores de saúde oral (8 ou 4%), organizações de saúde (6 ou 3%), unidades de hemoterapia (5 ou 3%), sistemas de saúde (4 ou 2%), casas de saúde do idoso (3 ou 2%), farmácias hospitalares (2 ou 1%), centros de triagem (2 ou 1%). Outras temáticas abordadas, cada uma com um artigo, são: logística (cadeias de suprimento), saúde da criança (UTI neonatal), saúde suplementar (operadoras de saúde), serviços de terapia intensiva

(neurotrauma), transplante (unidades de busca ativa de órgãos), atenção domiciliar (modalidade assistencial para pacientes cirúrgicos), fisioterapia, procedimentos cirúrgicos e de imagem (algoritmos de localização), núcleos de medicina preventiva e vigilância hospitalar, equipes de Programa de Saúde da Família (PSF), usuários de sistemas de saúde.

Resultados Nacionais

Zucchi (1998) estudou a eficiência quanto ao número de funcionários dos hospitais pela quantidade de leitos, através de simples manipulações algébricas. Os hospitais analisados foram denominados HA, HB, HC, HD, HE e HF, garantindo o anonimato. Os 6 hospitais variavam a relação número de funcionários / número de leitos de 5,1 (mais eficiente, HF) até 13,6. O hospital que possui o menor número de funcionários por leito é o mais eficiente. O segundo achado do trabalho de Zucchi (1998) foi número de pacientes atendidos / número de funcionários, o qual variou de 147,1 (HC) até 5,9. Uma interpretação interessante é pensar que mais pacientes atendidos por um funcionário é sinal de eficiência, e por outro lado pode ser de estresse.

Marinho (2001) fez uma análise dos dados editados por Zucchi (1998) com uso da análise envoltória de dados, ponderando as variáveis de desempenho como resultados da atividade de gestão. Especificamente, a investigação avaliou as produções e os consumos individuais efetivos dos hospitais, comparando os valores obtidos com valores eficientes. Utilizando o modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes), o qual é um procedimento para estimar a regressão das variáveis, Marinho (2001) encontrou que os hospitais mais eficientes foram o HC e HF (100% ambos). Utilizando o modelo AP, o qual é outro procedimento para estimar a regressão das variáveis, Marinho (2001) encontrou que o hospital mais eficiente foi o HC (310,49) e HF (100,97). O procedimento CCR recebeu esse nome em homenagem aos seus autores e é conhecido como modelo de retornos constantes a escala (Constant Returns to Scale - CRS). Ter retorno constante a escala significa que os *inputs* e os *outputs* são proporcionais entre si.

O trabalho de Lins et al (2007) fez uma avaliação de desempenho de hospitais públicos federais de ensino geridos pelo Ministério da Educação - MEC/Brasil. Esses hospitais correspondem a apenas uma parcela dos hospitais de ensino do país; porém, dado o fato de existir para eles um banco de dados que contém informações sistemáticas

sobre assistência, ensino e pesquisa (SIHUF/MEC). No estudo de caso, cada hospital universitário é representado como uma DMU (*decision making unit*) dotada de autonomia. O primeiro nível considera a análise exploratória de dados e a utilização de *outputs* sob a forma de razões que indicam o aproveitamento da estrutura em diferentes unidades, como a unidade de internação (admissões/leitos), o centro cirúrgico (cirurgias/sala) e a unidade ambulatorial (consultas/sala). O cálculo destas razões já é equivalente ao resultado de um modelo de eficiência do tipo CCR, já que o numerador corresponde a um *output* para cada denominador/input. São utilizados gráficos para mostrar as fronteiras tridimensionais como ferramenta de apoio à seleção de variáveis. A escolha das variáveis procurou traduzir as dimensões de assistência, ensino, e pesquisa.

Os achados mostraram que, entre os hospitais eficientes com maior número de funcionários, existe um *trade-off* entre SIPAC e número de Admissões/leito, notadamente: a UNB caracteriza-se por um maior número de Internações/leito (dado isto, ela está adiante do ponto 6 na escala **INT/L** (internação/leito), a UFU tem o maior escore na relação **CIR/S**, ou seja, relação cirurgia/sala, faz mais cirurgias por sala) e a UFRJ por um maior SIPAC (i.e. complexidade dos procedimentos realizados pelo hospital) sendo todos esses elementos possíveis de ser relacionados ao número de funcionários (**FNM**). Esse achado é compatível com o fato de hospitais de maior complexidade exigirem maior número de servidores e apresentarem maiores tempos médios de permanência hospitalar. Os hospitais eficientes com menor número de funcionários, UFPEL e UFRN/AB, apresentam um baixo grau de complexidade (SIPAC), mas um nível mediano de admissões/leito, superior ao da UFRJ e equivalente ao da UNIFESP. Nessas unidades, o volume de serviços de obstetrícia provoca maior rotatividade dos leitos.

Gonçalves et al (2007) aplicou a metodologia de análise envoltória de dados na avaliação do desempenho de hospitais públicos em termos das internações em suas clínicas médicas. A eficiência dos hospitais foi medida a partir do desempenho de unidades de decisão nas variáveis estudadas para cada hospital, no ano 2000. Foram analisados dados referentes às internações em clínica médica dos hospitais SUS das capitais estaduais do Brasil e Distrito Federal. As variáveis de entrada no modelo, conhecidas como input, foram: taxa de mortalidade (mortalidade); tempo médio de permanência no hospital (média de permanência). As variáveis de saídas, os resultados,

foram: percentuais de internação relativos aos três capítulos da Classificação Internacional de Doenças (CID) com maior percentual de mortalidade, respectivamente: neoplasias; doenças infecciosas e parasitárias (DIP) e doenças do aparelho circulatório (circulatório); valor médio pago pela Autorização de Internação Hospitalar (AIH médio).

Nota-se que há outras possibilidades de variáveis de resultados, mas Gonçalves et al (2007) se limitaram à mortalidade, média de permanência, AIH média, Circulatória, DIP e Neoplasia. O modelo “*constant returns to scale*” foi utilizado para gerar escores que permitissem avaliar a eficiência das unidades. A partir dos escores obtidos, os municípios foram classificados de acordo com seu desempenho relativo nas variáveis analisadas. Nos hospitais estudados se destacaram as doenças do aparelho circulatório (23,6% das internações); e a taxa de mortalidade foi de 10,3% das internações.

Das 27 capitais, quatro alcançaram 100% de eficiência (Palmas, Macapá, Teresina e Goiânia), sete ficaram entre 85% e 100%, dez entre 70% e 85% e dez com menos de 70%. A taxa de mortalidade foi de 10,3% das internações (máximo 17,6% em Natal, mínimo 4,1% em Macapá). O tempo médio de permanência foi de 8,8 dias (máximo 12,6 no Rio de Janeiro e em Florianópolis, mínimo 4,7 em Palmas). O valor médio em reais dos reembolsos de internação via AIH apresentou-se em R\$ 405,34 para o total de internações (máximo R\$ 542,23 em Campo Grande, mínimo R\$ 207,90 em Macapá).

Resultados internacionais

Kjekshuh & Hagen (2007) estudaram a eficiência na gestão dos Serviços da Saúde por meio da fusão hospitalar. A fusão em hospitais é uma temática que está recebendo atenção nos últimos anos. Por exemplo, a fusão de 14 hospitais em 6 novos centros hospitalares levou ao afastamento de 23 administradores hospitalares, de acordo com o Ministério da Saúde¹¹. Kjekshuh & Hagen (2007) encontraram que (i) houve aumento da eficiência técnica e de custo pela fusão de unidades hospitalares na Noruega somente para unidades de grande porte, em que o complexo hospitalar adotou uma gerência caracterizada por centralização administrativa; (ii) não houve aumento de

¹¹ http://www.jornaldenegocios.pt/home.php?template=SHOWNEWS_V2&id=471353

eficiência técnica para os demais e (iii) houve um efeito negativo entre -2% até -2.8% no custo de eficiência.

Aletras et al., (2007) estudaram o sistema de saúde da Grécia, o qual iniciou um modelo de reforma em 2001. A nova legislação demandava que os hospitais deveriam operar como unidades administrativas e econômicas descentralizadas. Dado essa nova exigência supõe-se que os hospitais podem operar mais eficiente e eficazmente. O estudo utilizou as variáveis: número de médicos, número de empregados, e número de leitos como entrada. As condições de saída foram visitas aos pacientes, desempenho de cirurgias e internações. O trabalho mostrou que descentralização da rede de serviços na Grécia, examinando antes e depois, não resultou em nítida melhora de eficiência hospitalar do sistema de saúde, após a reforma. Ademais, a eficiência técnica e produtiva acabaram reduzindo.

Siciliani (2006) verificou que a contratação de serviços para traçar estratégias de regulação da rede hospitalar. O estudo incorporou 17 hospitais italianos nos anos de 1996 até 1999. Os resultados mostraram que é importante avaliar diferentes métodos e cenários e realizar análise de sensibilidade.

Valdmanis et al., (2004) analisou 68 hospitais da Tailândia. A crise econômica tailandesa em 1999 aumentou a demanda dos hospitais públicos pelas classes até então mais abastadas (que focaram desprotegidas dos seguros privados), sendo absorvido esse aumento até o limite das respectivas plantas físicas. Portanto, os mais ricos utilizaram mais os hospitais públicos, sobrecarregando as organizações. Uma segmentação foi feita entre *inpatient* e *outpatient*, aqueles que precisam do hospital com urgência e aqueles que podem resolver seus problemas em uma clínica, para pacientes de todas as classes sociais. Os resultados mostraram que aumento no montante de serviços prestado para pacientes pobres não reduz o montante de serviços ofertados para os pacientes de maior renda. Segundo, os hospitais estão trabalhando próximo de sua capacidade máxima, e há assim uma folga de apenas 5% da capacidade. Terceiro, aumento no cuidado hospitalar para a população pode ser realizado por meio da alocação de recursos para os hospitais menos utilizados, gerenciando a distribuição dos pacientes e melhorando a gestão do orçamento.

Pilyavsky et al., (2006) estudaram o modelo de gestão hospitalar da Ucrânia e buscaram compreender se a personalidade (isto é, diferenças culturais que influenciam o comportamento organizacional e econômico). Os dados foram obtidos de 3 regiões

geopolíticas, sendo uma no oeste e duas no leste. Os resultados mostraram que o modelo europeu, baseado em práticas gerenciais voltadas para o mercado, é mais eficiente do que o russo (além de ser mais rápido para adotar novas técnicas para aumento dos cuidados com a saúde), o qual é normativo e de Estado. Uma possível explicação da baixa eficiência advém de um modelo que tem por base uma estrutura soviética que era controlada e centralizada.

Prior & Solà (2000) estudaram o sistema da saúde espanhol, especificamente na Catalunha entre 1987 e 1992. Os pesquisadores avaliaram a presença da possível diversificação econômica da oferta dos serviços hospitalares. Os resultados mostraram que a maioria dos hospitais poderia aumentar a eficiência e reduzir os custos de diversificação no mix ofertado. Os ganhos potenciais ficam na faixa aumento de 29 a 46% na eficiência do sistema.

Chu et al., (2002) estudaram a eficiência do sistema hospitalar em Formosa. O trabalho verificou se a implementação de centros de responsabilidade, taxas de programas e de programas de qualidade total, além do incentivo, aumenta a eficiência do sistema hospitalar Taiwan. A eficiência, variável dependente, foi analisada a partir de variáveis de entrada (ex. número de enfermeiras, leitos, empregados, médicos) e de saída (ex. ambulatório, visitas emergenciais, dias internado e internamentos). A amostra compreendeu 90 hospitais em Taiwan de 1994 até 1996. Os resultados mostraram que hospitais que implementaram centros de responsabilidade, sistema de gestão da qualidade e incentivos foram mais eficientes do que os que não implementaram. Hospitais que implementaram o programa de taxas aos pacientes também foram mais eficientes.

Sommersguter-Reichmann (2000) estudou a reforma do sistema hospitalar austríaco, implantada em 1997, a qual era suposta reduzir consideravelmente a ineficiência do sistema de saúde. O autor pesquisou a produtividade do sistema de saúde entre 1994 e 1998. O autor estimou o input do sistema via Índice de Malmquist, o qual é decomposto em índices de mudança técnica de eficiência, mudança na escala de eficiência e mudança na tecnologia. Os achados mostraram que houve melhora na fronteira tecnológica entre 1996 e 1998, embora, não foi acompanhada de aumento na eficiência técnica.

Ferrier et al (2006) elaboraram um artigo cujo objetivo foi mensurar como cuidados não compensados afetam a habilidade do hospital em prover os serviços

pagos. Os autores trabalharam com a análise envoltória de dados nos hospitais da Pensilvânia e encontraram que, na média, os hospitais poderiam produzir 7% mais de resultado se eles tivessem a operação baseada nas melhores práticas e que os cuidados não compensados reduzem o resultado do hospital em -2%.

Chern e Wan (2000) realizaram um estudo de painel multidimensional com 80 hospitais na Virgínia, USA, entre 1984 e 1993. A hipótese principal do trabalho era que a introdução de um sistema de pagamento prospectivo, em outubro de 1983, auxiliaria os hospitais a aumentar o desempenho operacional e haveria ganho de eficiência técnica. Uma variável interveniente no processo foi o tamanho do hospital, definido por meio de número de leitos. Contrária às expectativas dos pesquisadores, não houve diferença significativa na eficiência técnica em cada grupo de hospital (ex. grande, médio e pequeno).

DesHarnais et al (1991) analisaram as mudanças nas taxas de reconsultas não agendadas e mudanças na eficiência técnica seguindo o sistema de pagamento prospectivo *Medicare*. Os autores desenvolveram um índice de reconsultas ajustado ao risco, o qual permitiu mudanças na eficiência técnica por meio de comparações das variáveis de entrada. As taxas de reconsultas não agendadas e escores de eficiência foram computados para uma amostra de 245 hospitais para cada ano. Os achados mostraram que não houve evidência de que os hospitais que experimentaram um maior aumento na eficiência tiveram o maior aumento nas taxas de reconsultas não agendadas.

Felder e Schmitt (2004) propuseram um esquema de reembolso por meio da análise envoltória de dados. O esquema de reembolso dos custos ocorridos, enquanto oferece um sistema de bônus para economia de recursos em relação a uma norma de custo, proporcionando às empresas um incentivo para minimizar o custo de produção. Os padrões individuais são o mais próximo possível dos níveis de custos reais, minimizando rendas informacionais das empresas. O esquema de reembolso proposto foi aplicado no setor de hospital em Saxony-Anhalt, utilizando dados de 1999. Os achados mostraram que baixa regulação de custos e redução de custos potencialmente grandes são devidas à estrutura de incentivos do sistema de reembolso.

3. Análise Envoltória de Dados

Análise Envoltória de Dados (DEA)

A análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) é um modelo matemático (programação linear), não-paramétrico, capaz de avaliar o desempenho organizacional em termos de eficiência relativa entre unidades similares, ou unidades operacionais tomadoras de decisão, com uma perspectiva multidimensional, ou seja, que apresentam múltiplas entradas e múltiplas saídas, caso em que é difícil realizar uma comparação.

A análise envoltória de dados (DEA) foi uma das técnicas que foram desenvolvidas para resolver o problema do cálculo de eficiência. Criada em 1978 por Charnes, Cooper e Rhodes, especificamente em sua tese de doutorado na Universidade Carnegie Mellon, a análise por envoltória de dados logo se tornou uma das técnicas mais utilizadas para o cálculo da eficiência (MARIANO, ALMEIDA e REBELATTO, 2006).

De acordo com Paiva Jr (2000), o DEA apresenta várias aplicações nos últimos anos, pois grandes vantagens são a flexibilidade e a facilidade de aplicação. Sendo exemplos de aplicações da técnica de DEA nos ramos de transporte, ferrovias, aeroportos, infra-estrutura, marketing, bancos, educação, saúde, esporte, meio ambiente, tecnologia da informação, planejamento, recursos humanos, teoria de jogos, Estado e iniciativa privada.

De acordo com Lobo e Lins (2011), a medida de eficiência em DEA é realizada pela comparação de um conjunto de unidades similares, denominadas *decision making units* (DMUs), as quais consomem os mesmos *inputs* (recursos) para produzir os mesmos *outputs* (produtos), diferenciando-se unicamente nas quantidades consumidas e produzidas.

Uma medida de desempenho, distinta da eficiência, amplamente utilizada é a razão entre as saídas e entradas de um sistema, conhecida como produtividade (COOPER, SEIFORD, TONE, 2000). Quanto maior o valor dessa razão, melhor é o desempenho da unidade (Equação 3.1).

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Saídas}}{\text{Entradas}} = \frac{\text{Outputs}}{\text{Inputs}}$$

Equação 3.1: Medida de Desempenho pela Produtividade

Já a eficiência é um conceito relativo pois compara o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos.

Para Mello et al (2005), há importantes distinções na forma de avaliar a quantidade mencionada. Os chamados métodos paramétricos supõem uma relação funcional pré definida entre os recursos e o que foi produzido. Normalmente, usam médias para determinar o que poderia ter sido produzido. Outros métodos, entre os quais se encontra a Análise de Envoltória de Dados, não fazem nenhuma suposição funcional e consideram que o máximo poderia ter sido produzido é obtido por meio da observação das unidades mais produtivas.

Uma unidade de análise é eficiente se, comparativamente às demais, tiver maior produção para quantidades fixa de recursos (orientação a *output*) e/ou utilizar menos recursos para gerar uma quantidade fixa de produtos (orientação a *input*). Ao definir as DMUs com as melhores práticas, DEA constrói uma fronteira de produção empírica (conhecida como desempenho), e o grau de eficiência da fronteira de produção varia de 0 a 1,0 (ou de 0 a 100%), dependendo da distância da unidade à fronteira (LOBO, LINS; 2011).

Para aplicar a análise envoltória de dados, alguns termos são necessários e utilizados ao longo deste trabalho (ALMEIDA, 2010).

1. **Unidade tomadora de decisão:** *Decision Making Unit*, DMU, representa as unidades em análise, quando se calcula a eficiência, elas são chamadas de unidades tomadoras de decisão pois na análise de eficiência pressupõem-se unidades autônomas. As unidades tomadoras de decisão podem ser os hospitais;
2. **Input:** são os recursos utilizados como entradas no sistema. Vale salientar que o número de DMU's deve ser, no mínimo, três vezes maior do que a quantidade de entradas em relação a de saída ou maior que a multiplicação de entrada e saída;
3. **Output:** são os recursos disponíveis como resultados do processo. Em hospitais pode ser compreendido como quantidade de operações por médico;
4. **Taxa de eficiência:** a fronteira de eficiência representa o lugar geométrico formado pelas DMU's eficientes. Se a DMU obtiver uma taxa de eficiência de 1 será representada na fronteira, caso contrário, abaixo dela;

5. **Benchmark:** uma DMU eficiente serve de referência para outras unidades o que possibilita o desenvolvimento de um plano de melhoria para as unidades alcançarem um melhor desempenho.

Retornos

As curvas de produção são resultados gráficos do nível de eficiência relativa de uma organização. Tais curvas determinam a relação entre recursos e produtos. A Figura 3.1 apresenta um exemplo de retorno crescente de escala, o qual assume que acréscimos no consumo de recursos implicam em um aumento mais que proporcional na quantidade de produtos obtidos (ou mesmo, economias de escala).

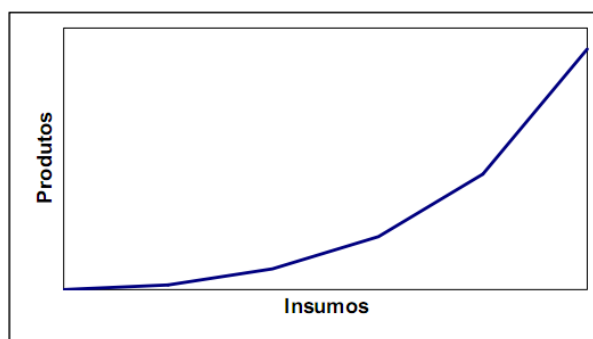


Figura 3.1: Retorno crescente de escala

Figura 3.2 apresenta um exemplo de retorno não mais crescente de escala, mas sim constante, quando há acréscimos no consumo de recursos os quais acarretam em um aumento mais que proporcional na quantidade de produtos obtidos.

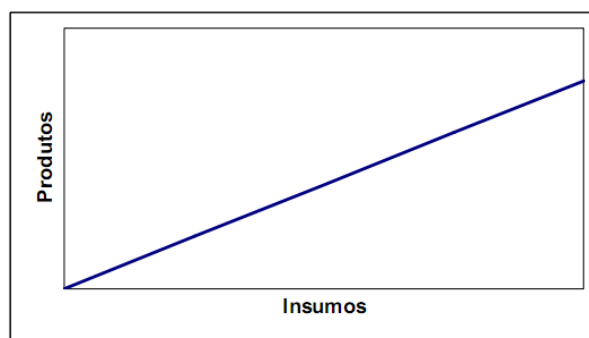


Figura 3.2: Retorno constante de escala

Por fim, na Figura 3.3, há uma suposição de que o há retornos decrescentes de escala na situação em que acréscimos no consumo de insumos, entradas, acarretem

aumentos menos que proporcionais na geração de produtos, implicando assim em deseconomias de escala.

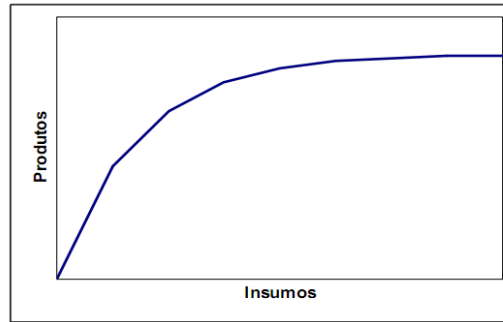


Figura 3.3: Retorno decrescente de escala

De acordo com Ceretta e Niederauer (2000, p.2), a formulação matemática do modelo CCR pode ser assim definida:

Considere-se N empresas produzindo M quantidade de produtos Y a partir de N quantidades de insumos X . Uma empresa K qualquer produz Y_{rk} quantidades de produtos com a utilização de X_{jk} quantidade de insumos. O objetivo da DEA é encontrar o máximo indicador de eficiência H_k onde U_r é o peso específico a ser encontrado para um produto R e V_j o peso específico de cada insumo i .

$$\text{Maximizar } h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

Equação 3. 3: Máximo Indicador de Eficiência E1

Onde:

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rk} - \sum_{r=1}^n v_i x_{ij} \leq 0$$

Equação 3. 4: Máximo Indicador de Eficiência E2

$$\sum_{r=1}^n v_i x_{ij} = 1$$

Equação 3. 5: Máximo Indicador de Eficiência E3

$$u_r, v_i \geq 0$$

Equação 3.6: Máximo Indicador de Eficiência E4

$y = \text{produtos};$

$x = \text{insumos};$

$u, v = \text{pesos}$

$r = 1, \dots, m; i=1, \dots, n, j=1, \dots, N$

De acordo com Kassai (2002), tendo um conjunto de empresas e seu plano de produção realizado, pode-se construir uma curva de produção que se constitui, então, no conjunto de produção revelado. Revolvendo-se o problema de programação linear proposto para cada uma das organizações, podem-se identificar aquelas cujo plano de produto, dado os pesos determinados para suas quantidades de produtos e insumos, não pode ser superado pelo plano de nenhuma outra empresa. Portanto, a empresa é dita eficiente e torna-se referência.

Um exemplo seria possível observar neste estudo considerando que dado o primeiro insumo, a empresa produziu 0,75. Dado o segundo insumo, houve um aumento para 1.50. A fronteira de eficiência revelada é aquela linha contínua e a linha pontilhada representa a eficiência efetiva. A linha na diagonal principal representa a inclinação da curva da regressão. O modelo de regressão acaba por representar uma “média” ou “tendência central dos dados, mostrando assim que quanto maior for o desvio do ponto até a linha, maior será a medida de excelência ou maior inferioridade.

A DEA não calcula a eficiência pela média, mas constrói a fronteira de eficiência com os melhores desempenhos das melhores unidades, como apresentado por Niederhauer (1998). As unidades, as quais podem ser DMU, ou mesmo hospital, mais eficientes são aquelas que estão na fronteira de eficiência da DEA e ficam distantes da linha da análise de regressão.

Para a aplicação do método, algumas hipóteses devem ser satisfeitas (Golany & Roll, 1989, p. 239):

- as unidades sob análise devem ser comparáveis, ou seja, realizar as mesmas tarefas e possuir objetivos semelhantes;
- as unidades devem atuar sob as mesmas "condições de mercado"; e
- os fatores (insumos e produtos) das unidades devem ser os mesmos, exceto em intensidade ou magnitude.

Eficiência

A DEA se utiliza muito dos termos desempenho, eficiência e produtividade. É muito comum eles serem utilizados com o mesmo significado. Neste trabalho, o conceito de eficiência é o de Schwartzman (1997, p. 153). Este autor apresenta o termo “desempenho” como algo mais genérico, tratando eficiência e produtividade como indicadores de desempenho. Apresenta ainda que os principais indicadores de desempenho podem ser classificados em:

1. **Eficiência** - são indicadores que relacionam insumos e produtos. No jargão dos economistas (Blaug, 1968, apud Schwartzman), “eficiência refere-se a uma combinação ótima de recursos para produzir um determinado produto, o que quer dizer produzi-lo ao menor custo. [...] Estes indicadores sofrem de diversos problemas e seu uso deve ser feito de forma muito cautelosa [...] não implica necessariamente em menor eficiência gastar mais para produzir um artigo de melhor qualidade”. Da mesma forma, não implica em ineficiência gastar-se mais para produzir um formando de melhor qualidade;
2. **Produtividade** - É freqüente confundir-se indicadores de desempenho com indicadores de produtividade, não só do ponto de vista conceitual, como também pelo fato de se os utilizar no lugar dos indicadores de eficiência que são mais difíceis de serem construídos. No entanto, o conceito econômico de produtividade é claro: “é uma relação entre insumos e produtos medidos em unidades físicas, como por exemplo na relação diplomados/ingressantes [...] As medidas de produtividade, ao compararem produtos e insumos em unidades físicas, não levam em consideração o custo do insumo nem a qualidade do produto”;
3. **Eficácia** - mostram até que ponto os objetivos da instituição foram atingidos.

A eficiência produtiva trata da relação entre input e output num sistema de macro atividades, sendo que o objetivo principal é produzir mais saídas com a mesma quantidade de entradas, ou produzir a mesma quantidade de saída com uma quantidade menor de entrada (Almeida, 2010). Um índice de eficiência produtiva pode ser obtido pela relação entre a produtividade de um sistema (P) e o máximo valor que essa

produtividade pode atingir no atual contexto (P_{\max}), conforme equação 1. Charnes, Cooper e Rhodes (1978) alertam que o resultado é uma taxa relativa entre 0 e 1 (Equação 3.7).

$$Eficiência = \frac{P}{P_{\max}}$$

Equação 3.7: Eficiência Produtiva

Onde:

P = produtividade atual da unidade, e

P_{\max} = produtividade máxima que pode ser alcançada por essa unidade

Softwares de Aplicação

De acordo com Thanassoulis (2001), na aplicação do DEA devem constar alguns procedimentos básicos: (a) as organizações devem ser homogêneas, sendo necessário analisar um conjunto que realiza as mesmas tarefas e possuem objetivos semelhantes; (b) as organizações devem atuar sob as mesmas condições de mercado; e (c) as variáveis (insumos e produtos) devem ser as mesmas, apresentando variações apenas quanto à intensidade ou magnitude. Para calcular eficiência utilizando modelos DEA, existem alguns softwares disponíveis do mercado conforme lista dos principais descrito na “Tabela 3.1”.

Tabela 3.1 – Tipos de Softwares Disponibilizados no Mercado para Calcular Eficiência

Tabela 1 - Os tipos de <i>softwares</i> disponibilizados no mercado para calcular eficiência		
<i>Software</i>	Acesso	Autor
Warwick	www.deazone.com	Emmanuel Thanassoullis
<i>Frontier Analyst</i>	www.banxia.com	-----
SEM	www.wiso.uni-dortmund.de/lsfg/or/scheel/index.htm	Holger Scheel's
DEAP	www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm	Tim Coelli
ONFRONT 2	www.emq.com	-----

Fonte: Panepucci (2003, p.50).

No desenvolvimento da pesquisa uma das ferramentas com possibilidade de aplicação, dentre os softwares acima avaliados foi o “*Frontier Analyst*”¹² na versão para até 500 unidades em análise.

¹² <http://www.banxia.com/frontier/pricing-and-ordering>

Modelos CCR e BCC

O modelo CCR foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e permite uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas. O modelo CCR define a eficiência como a soma ponderada dos *outputs* dividido pela soma ponderada dos *inputs*. Essa definição exige que um conjunto de pesos seja atribuído, o quê, considerando que esse conjunto deve ser aplicado a todas as DMU's, torna-se uma tarefa complicada (FREAZA, GUEDES e GOMES, 2006).

O modelo BCC foi desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper e distingue entre ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações e identificando se estão presentes ganhos de escala crescentes, decrescentes e constantes para futura exploração. Charnes, Cooper e Rhodes (1978) apresentaram uma solução para o problema dos pesos argumentando que cada unidade individual possui um sistema de valores particular e por si só tem legitimidade para definir seu próprio conjunto de pesos, no sentido de maximizar sua eficiência.

4. Modelo Proposto

Framework sugerido

O modelo proposto por este trabalho mostra as variáveis de entrada, as quais são analisadas no processo, as variáveis intervenientes, as quais podem mudar o resultado do nível de eficiência, e as variáveis de saída, ou seja, eficiência na gestão organizacional (ver Figura 4.1).

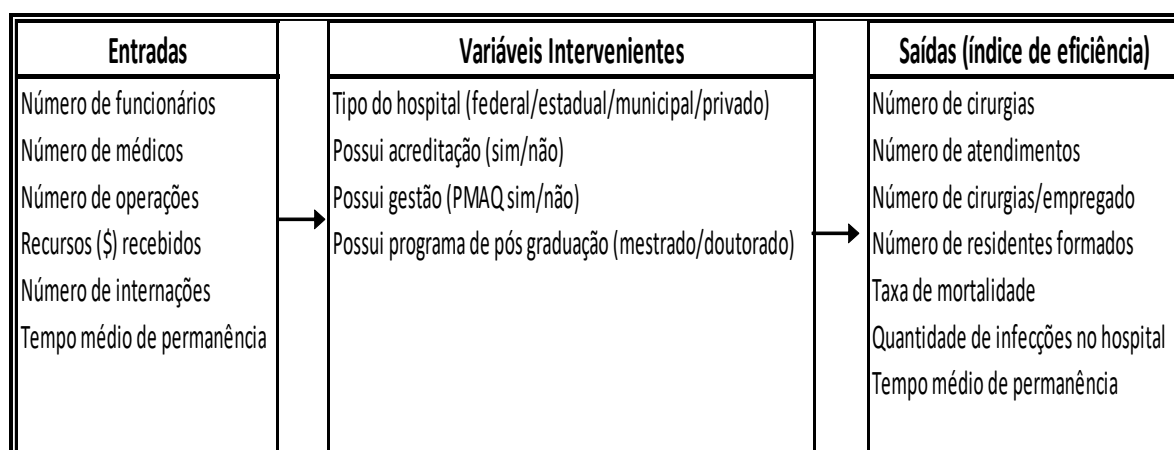


Figura 4.1: Modelo proposto de eficiência na área da saúde

Fonte: Elaborado pelo autor com base no modelo CCR

O modelo proposto numa segunda etapa demandou tratamento do dados através da “DEA” para a partir desta, identificar-se a fronteira de eficiência relativa, sob a qual se determinou as Faixas de Eficiência “FE”, que reflete em que posição se coloca o objeto em análise em relação à distribuição normal do que se está a avaliar.

5. Método

Método de Análise

Neste trabalho, utilizou-se métodos analíticos para compreender melhor as muitas variáveis envolvidas e estabelecer as bases para o nosso modelo. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), métodos analíticos podem ser utilizados para o exame dos componentes de um todo ao procurar as causas e a natureza do problema; ou seja, a avaliação das informações disponíveis para explicar o contexto de um determinado fenômeno.

Coleta dos Dados e Variáveis

Neste trabalho, aplicou-se a análise de envoltória de dados (DEA) como uma ferramenta para modelar e analisar a eficiência operacional dos hospitais. No entanto, para permitir uma melhor compreensão da proposta, é necessário definir os principais termos que são utilizados ao longo deste trabalho (Almeida, 2010):

- **Decision-making units (DMUs):** DMUs são unidades autônomas na análise de eficiência - aqui, os hospitais são considerados DMUs;
- **Inputs:** Os recursos disponíveis para a DMU - nos hospitais, os insumos podem ser entendidos, por exemplo, como o número de funcionários;
- **Outputs:** Os recursos disponíveis como resultado dos processos na DMU - nos hospitais, os resultados podem ser entendidos, por exemplo, como o número de cirurgias por cirurgião;
- **Efficiency score:** O DEA avalia a eficiência em uma escala de 0 a 1, onde 1 indica uma unidade eficiente. Assim, a fronteira de eficiência é de 1 (ou 100%) e representa o locus de DMUs altamente eficientes. Uma DMU eficiente serve como referência para outras unidades, permitindo o desenvolvimento de novas estratégias para que unidades menos eficientes possam alcançar um melhor desempenho.
- **Reference set:** O conjunto de referência é definido para um determinado DMU_i e consiste na lista de DMUs eficientes das quais o desempenho foi utilizado para calcular a eficiência desse dado DMU.

Para desenvolver o modelo proposto, recolheu-se dados de vários hospitais, conforme publicado nas seguintes bases de dados: OCDE – Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico; SIH-SUS - SUS Hospital Information System, Datasus, Brasil.

Embora existam mais de 10.500 centros de saúde no Brasil, neste incluso hospitais públicos especializados e gerais e postos de saúde, este trabalho foca em instituições públicas, conforme descrito anteriormente. Assim, as seguintes informações, denominadas 'Variáveis', foram coletadas dos hospitais públicos brasileiros (DMUs) para alimentar nosso modelo DEA proposto:

I - Inputs

- Número de funcionários médicos e não médicos,
- Receita anual,
- Número de Leitos,
- Duração média da internação do paciente.

II - *Variáveis de influência* - também chamadas variáveis moderadoras ou intervenientes - podem alterar o nível de eficiência de uma certa DMU.

- Tipos de hospital – Valores possíveis:
 - (1) Federal,
 - (2) Estadual,
 - (3) Municipal.
- Acreditação Hospitalar - Valores possíveis:
 - (1) Sim.
 - (2) Não.
- Número de Especialidades Médicas – Valores possíveis:
 - (1) Até 5 especialidades,
 - (2) De 5 a 9 especialidades,
 - (3) 10 ou mais especialidades.
- Recursos Governamentais – Valores possíveis:
 - (1) Alto - dependência absoluta de fundos federais,
 - (2) Medio.
 - (3) Baixo.

III - Outputs

- Número de serviços de atendimento ambulatorial,

- Número de internações
- Número de exames.

A escolha dessas variáveis baseou-se no que pode ser considerado produto primário de uma unidade de saúde - número de pacientes internados e atendimentos ambulatoriais e o número de exames e cirurgias necessários para fazê-lo (Kao et al., 2011). As entradas foram então definidas como as mais correlacionadas às saídas. As variáveis de influência, como o nome indica, foram selecionadas como aquelas que têm um forte impacto indireto nos resultados. Por exemplo, espera-se que as unidades credenciadas tenham implementado uma série de procedimentos para garantir, entre outros aspectos, a segurança do paciente, a gestão integrada e a cultura organizacional para a melhoria contínua em todas as áreas (Organização Nacional de Acreditação, 2014).

A DEA foi realizada com o software Frontier Analyst® versão 4 (Banxia Software Ltd, UK). Este software pode ser usado para auxiliar na análise comparativa da eficiência relativa de unidades organizacionais, como agências bancárias, hospitais, lojas e outros casos em que unidades executam tarefas similares. O método considera que pode haver diferenças entre as unidades causadas por diferentes elementos, como a tecnologia que eles têm à sua disposição, sua localização geográfica ou população coberta. Como tal, pode haver uma série de fatores que determinam a eficácia operacional de uma unidade. O software usa a DEA para compilar todas as informações disponíveis e fornecer uma avaliação de desempenho comparativa que permite uma análise aprofundada do desempenho relativo das DMUs com funções similares. Uma fronteira de eficiência pode ser construída. As unidades localizadas mais perto da fronteira (na fronteira a 100%) estão melhores do que outras afastadas.

Neste método considera-se que pode haver diferenças de potencial entre as unidades causadas pela tecnologia que eles têm à sua disposição, sua localização geográfica ou população abrangida este modelo se torna ainda mais apropriado. Raramente uma unidade tem apenas uma única entrada e uma única saída. Há geralmente um número de fatores que determinam a eficácia operacional da unidade. No exemplo gráfico constante na Figura 5.1, no hospital o gestor pode muito bem considerar os hospitais produzindo duas saídas distintas.

Estas duas saídas podem ser:

1. O número de cirurgias realizadas em paciente internados
2. A receita financeira gerada mensalmente no hospital

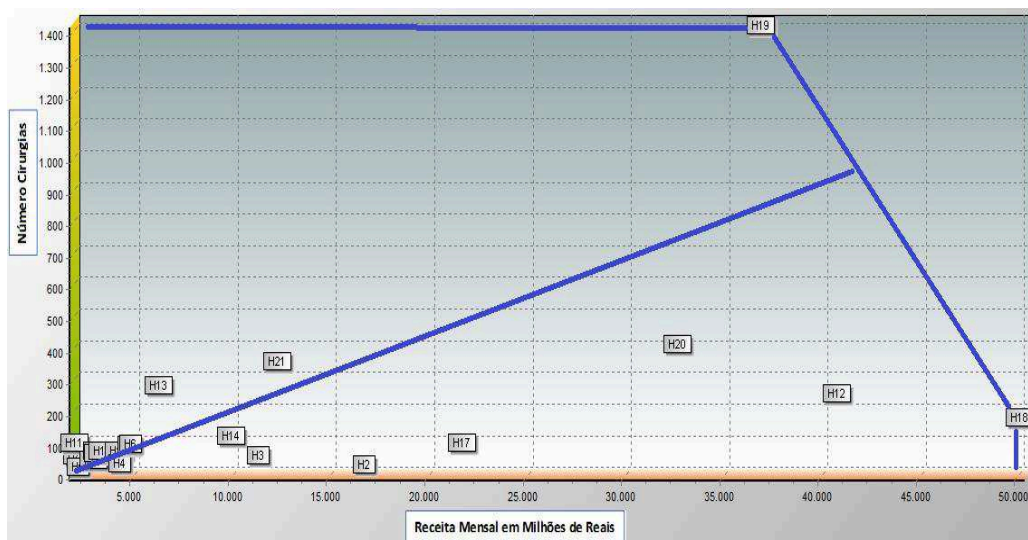


Figura 5.1: Exemplo de Fronteira de eficiência no conceito DEA

Fonte: Elaborado pelo autor e extraído do sistema *Frontier Analys*

Assim, a fronteira de eficiência envolve as unidades ineficientes dentro dela e mostra claramente a eficiência relativa de cada. Hospitais do sistema de saúde como no gráfico, situados na fronteira (H19 e H18), estão se saindo melhor do que quaisquer outros abaixo dela. Qualquer hospital na fronteira é considerado 100% eficaz e abaixo é relativamente menos eficiente e tem um índice de eficiência inferior a 100%. Enfim A análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) é um modelo matemático (programação linear), não-paramétrico, capaz de avaliar o desempenho organizacional em termos de eficiência relativa entre unidades similares, ou unidades operacionais tomadoras de decisão, com uma perspectiva multidimensional, ou seja, que apresentam múltiplas entradas e múltiplas saídas, caso em que é difícil realizar uma comparação. Algo, portanto, possível de ser aplicado e observado no estudo da eficiência dos hospitais públicos

A eficiência de uma determinada unidade j pode ser calculada como a relação entre a soma ponderada das saídas e a soma ponderada das entradas:

$$Efficiency_j = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_n y_{nj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}}$$

Equação 3.8: Eficiência

onde:

j = unidade em análise,

n = número de “outputs”,

m = número de “inputs”,

u_n = peso atribuído para “output” n ,

y_{nj} = quantidade de “output” n para unidade j ,

v_m = peso atribuído para “input” m ,

x_{mj} = quantidade de “input” m para unidade j .

Para definir a eficiência de uma DMU, a DEA resolve a Equação 3.8 por meio de um método de Programação Linear (ver Sierksma (2001) e Cooper et al. (2000) para uma explicação detalhada) para alcançar a melhor otimização linear para os pesos a serem obtidos o melhor resultado (saída máxima ou entrada mínima).

Conforme explicado por Gonçalves et al. (2007), existe um máximo e mínimo para cada conjunto de valores para cada variável que define seus limites e importância na DEA, sem interferência direta de um tomador de decisão. A DEA compara todas as entradas e todos os resultados (saídas) fornecidos por uma determinada DMU com as de todas as outras unidades e identifica unidades que estão operando de forma ineficiente. Ao fazê-lo, as unidades de melhor prática (eficientes) podem ser selecionadas, para as quais uma classificação de eficiência de 1 (ou 100%) é atribuída. Todas as unidades ineficientes serão classificadas abaixo 1. O deslocamento de uma unidade para a fronteira eficiente (1 ou 100%) implica o valor de entrada ideal que tornaria as unidades ineficientes. Além disso, é possível comparar a forma como as diferentes unidades estão a fazer, verificando as suas distâncias para a fronteira eficiente.

Embora uma comparação direta da eficiência entre as várias DMUs traz informações valiosas, não envolve necessariamente toda a informação para entender claramente diferentes desempenhos. Para ajudar a descobrir informações mais detalhadas, também investigaremos os seguintes indicadores fornecidos pela DEA:

- Frequência de Referência: Ela mostra quantas vezes uma DMU eficiente faz parte do conjunto de referência de DMUs ineficientes. Quanto maior a frequência com que uma unidade eficiente aparece nos conjuntos de referência, mais considera um exemplo de bom desempenho. Uma DMU eficiente que aparece na maioria dos conjuntos de referência pode ser chamada de "*Global Leader*" e, como tal, deve fornecer um exemplo de boas práticas operacionais a serem aplicadas em unidades ineficientes.
- Potencial Total de Melhoria: A DEA pode fornecer um indicador para cada variável que define o potencial de melhoria dessa variável para qualquer DMU dada. Esta é uma informação extremamente valiosa para os gerentes, que podem facilmente detectar as entradas e saídas com potencial, ou não, para melhorias.
- Eficiência em relação a Fronteira: Uma das saídas mais surpreendentes da DEA é um diagrama gráfico onde a fronteira da eficiência é mostrada juntamente com a eficiência de todas as DMUs. Esta informação pode ser muito útil para descobrir o local de DMUs de interesse e avaliar como o sistema de saúde está funcionando como um todo.

População

No Brasil são 59.315 os centros públicos de saúde no Brasil até dezembro/2009 (BRASIL. Portal DATASUS). Os hospitais públicos corresponde a cerca de 2025 os quais são os grandes responsáveis pelo atendimento via sistema SUS, A amostra, no entanto, utilizada neste trabalho foi de 21 hospitais públicos.

Procedimento de coleta dos Dados

Os dados foram parcialmente coletados no SIH-SUS - Sistema de Informações Hospitalares do SUS. O Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde foi instituído pela Portaria MS/SAS 376, de 03 de outubro de 2000, publicada no Diário Oficial da União de 04 de outubro de 2000. Após acordo na Comissão Intergestores Tripartite a PT 376 permaneceu em consulta pública até dezembro de 2000. Com a incorporação das sugestões recebidas dos gestores estaduais e municipais do SUS e da sociedade em

geral, editou-se em 29/12/2000 a PT/SAS 511/2000 que passa a normatizar o processo de cadastramento em todo Território Nacional.

O Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES é base para operacionalizar os Sistemas de Informações em Saúde, sendo estes imprescindíveis a um gerenciamento eficaz e eficiente. Propicia ao gestor o conhecimento da realidade da rede assistencial existente e suas potencialidades, visando auxiliar no planejamento em saúde, em todos os níveis de governo, bem como dar maior visibilidade ao controle social a ser exercido pela população (Figura 5.2).



Figura 5.2: Base de dados para coleta (DATASUS & CNESNet)
 Fonte: Ministério da Saúde: <http://cnes.datasus.gov.br/> (2017)

6. Resultados e Discussão

Os dados de 21 hospitais públicos brasileiros foram extraídos das bases de dados OCDE e SIH-SUS. Embora existam mais de 21 hospitais públicos no país, essas foram as unidades com o conjunto completo de variáveis disponíveis (Entradas, Saídas e Variáveis de influência). Assim, a amostra compreendeu 18 hospitais federais e 3 hospitais estaduais. Para preservar a confidencialidade dos dados, os hospitais são chamados de H1-H18 (unidades federais) e H19-H21 (unidades estaduais).

De cada uma dessas 21 DMUs, 4 entradas, 4 variáveis de interferência e 4 saídas foram coletadas, conforme descrito em métodos. Esses dados foram alimentados no sistema Frontier Analyst, conforme mostrado na Tabela 6.1 (o máximo / limites para cada entrada são mostrados na linha inferior).

Tabela 6.1 – Entradas, Variáveis de influência e Saídas para as 21 DMUs em análise.

Pessoal: número de pessoal médico e não médico; RecAnual: receita anual em milhões de reais (R \$); NL: número de Leitos; TmHosp: Tempo médio da internação do paciente (dias); Tipo: Tipo de hospital; Acred: Hospital Acreditado; NSpec: Número de especialidades médicas; RecGov: Recursos do governo; NAmb: Número de serviços de atendimento ambulatorial; NInt: número de Internações; NCir: número de cirurgias; NExam: Número de exames.

Fonte: Elaborado pelo autor.

DMUs	Pessoal	RecAnual	NL	TmHosp	Tipo	Acred	NSpec	RecGov	NAmb	NInt	NCir	NExam
H1	2,015	67.47	158	7.24	1	2	3	3	107,876	4,000	3,207	322,661
H2	1,235	23.43	285	16.62	1	2	3	3	107,242	4,888	16,935	721,702
H3	2,058	52.71	316	5.72	1	2	3	3	178,708	10,796	11,535	514,016
H4	1,076	27.81	272	9.49	1	2	3	3	107,430	10,679	4,470	550,400
H5	794	16.11	118	8.39	1	2	3	3	107,097	3,377	2,345	289,260
H6	2,203	88.78	299	7.30	1	2	3	3	297,148	8,263	5,038	592,672
H7	1,34	52.56	177	14.27	1	2	3	3	73,162	2,713	2,175	218,831
H8	930	60.90	290	9.83	1	2	3	3	125,442	6,634	3,254	335,564
H9	1,216	86.19	389	7.50	1	2	3	3	963,049	7,740	4,947	439,936
H10	1,649	67.07	242	10.40	1	2	3	3	222,428	6,534	4,432	752,555
H11	1,391	92.95	328	7.60	1	2	3	3	73,162	10,499	2,175	218,831
H12	6,100	246.68	843	8.84	1	2	3	3	822,788	32,056	40,934	3,211,531

H13	2,061	272.61	643	7.00	1	2	3	3	855,505	17,760	6,480	297,908
H14	1,541	114.42	287	7.61	1	2	3	3	798,804	98,742	10,161	348,261
H15	2,257	21.91	287	9.24	1	2	3	3	340,615	6,115	6,530	541,134
H16	800	39.47	140	9.13	1	2	3	3	79,874	3,528	3,132	115,636
H17	3,228	92.94	471	7.28	1	2	3	3	587,308	16,733	21,864	1,401,345
H18	3,500	172.69	510	7.62	1	2	3	3	636,796	16,908	50,256	1,103,757
H19	4,709	1,408.00	2,019	7.80	2	2	3	3	1,365,416	8,893	37,063	13,568,636
H20	5,687	402.59	866	6.50	2	2	3	3	615,601	31,956	32,830	3,033,010
H21	3,026	348.00	411	8.52	2	2	3	3	100,286	14,995	12,486	2,696,760

Esses dados foram processados usando o modelo DEA e os resultados são mostrados a seguir.

Frequência de Referência

A Figura 6.1 mostra a frequência de referência para as DMUs sob investigação. Como visto, apenas sete DMUs aparecem nos conjuntos de referência. Com a maior frequência, o DMU H12 é aqui considerado o "*Global Leader*" entre as 21 DMUs em estudo e pode ser considerado o melhor exemplo de bom desempenho.

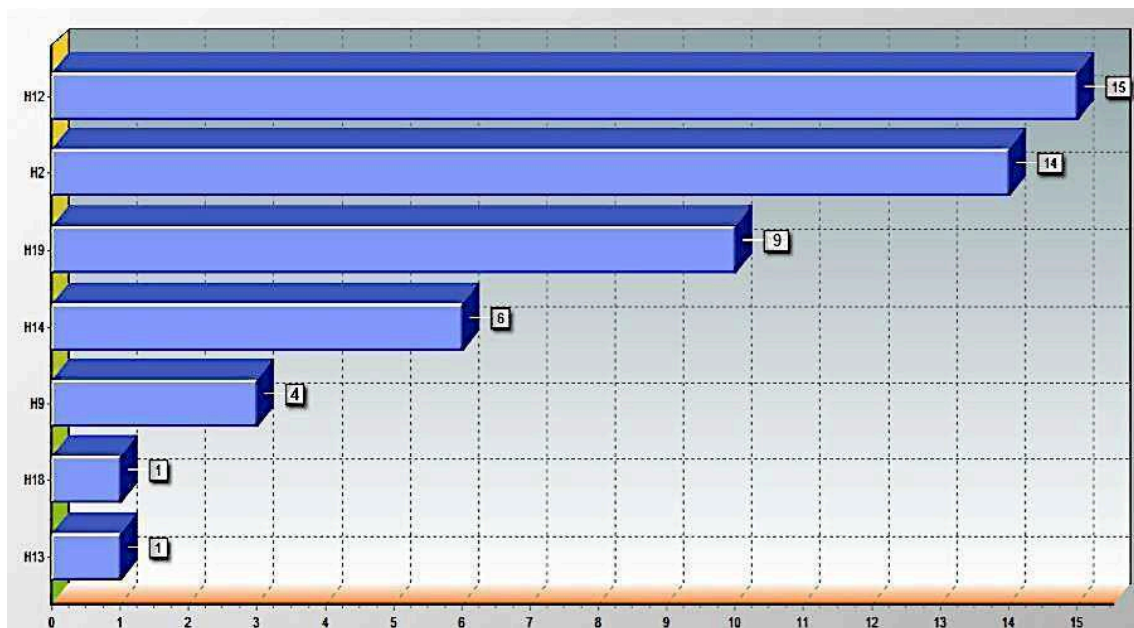


Figura 6.1 – Frequência de referência para as DMUs sob investigação. Sete DMUs aparecem nos conjuntos de referência de DMUs inefficientes.

Fonte: Elaborado pelo autor e extraído do sistema *Frontier Analyst*.

Efficiency score

A Tabela 3 mostra os escores de eficiência calculados para todas as 21 DMUs (hospitais públicos). É possível observar que apenas 07 atingem 100% de eficiência e, de acordo com a DEA, podem ser considerados unidades eficientes. Dois podem ser considerados "quase eficientes" com pontuações abaixo de 100%, mas acima de 80%. Todas as outras doze unidades funcionam mal, considerando os dados fornecidos ao modelo DEA. No geral, a eficiência média das DMUs avaliadas foi de 79% (0,79).

Tabela 6.2 – Índices de eficiência para as DMUs em análise.

Refere-se a condição operacional estimada e a eficiência geral (Desvio padrão médio \pm) para todas as unidades, de acordo com a DEA.

Eficiência		Condição
Unidades	Score %	
H1	56.3	Ineficiente
H2	100.0	Eficiente
H3	49.2	Ineficiente
H4	66.1	Ineficiente
H5	53.7	Ineficiente
H6	59.4	Ineficiente
H7	90.1	Quase Eficiente
H8	67.6	Ineficiente
H9	100.0	Eficiente
H10	72.4	Ineficiente
H11	60.2	Ineficiente
H12	100.0	Eficiente
H13	100.0	Eficiente
H14	100.0	Eficiente
H15	72.7	Ineficiente
H16	58.2	Ineficiente
H17	76.6	Ineficiente
H18	100.0	Eficiente
H19	100.0	Eficiente
H20	99.9	Quase Eficiente
H21	76.4	Ineficiente
Média \pm DP	79 \pm 19.1	Ineficiente

Potencial de melhoria total

A Tabela 6.3 mostra a porcentagem estimada de melhoria quando todas as DMUs ineficientes são comparadas, variável por variável, com o conjunto de DMUs eficientes. Em outras palavras, mostra a porcentagem de melhoria que uma DMU ineficiente teria para alcançar para alcançar o mesmo nível de DMUs eficientes para essa variável. Como visto, entre as variáveis descritas, aqueles com maior potencial de melhoria entre todas as DMUs ineficientes são o número de cirurgias e o número de exames. Por outro lado, por exemplo, muitas dessas unidades não têm margem para melhoria em elementos como a quantidade de serviços ambulatoriais, refletindo a possível realidade do atual setor de saúde brasileira, e os setores ambulatoriais de hospitais de todo o país já operando na capacidade máxima.

Tabela 6.3 – Valor atual, valor-alvo e % de melhoria para cada variável que tornaria DMUs ineficiente e quase eficiente para operar tão eficiente como DMUs eficientes.

Pessoal: número de pessoal médico e não médico; RecAnual: receita anual em milhões de reais (R \$); NL: número de Leitos; NAmb: Número de serviços de atendimento ambulatorial; NInt: número de Internações; NCir: número de cirurgias; NExam: Número de exames.

		H1	H3	H4	H5	H6	H8
Eficiência %		56.3	49.2	66.1	53.7	59.4	67.6
NAmb	Atual	107,876	178,708	107,430	107,097	297,148	125,442
	Alvo	254,505	278,250.6	202,989.6	107,097	297,148	191,901.3
	%Melhoria	135.9	55.7	89.0	0.0	0.0	53.0
NCir	Atual	3,207	11,535	4,470	2,345	5,038	3,254
	Alvo	16,040.6	15,890.7	14,541.8	9,318.3	17,811.6	15,172.5
	%Melhoria	400.2	37.8	225.3	297.4	253.5	366.27
NExam	Atual	322,661	514,016	550,400	289,260	592,672	335,564
	Alvo	1,081,685	1,139,583.7	836,560.6	444,895.5	1,257,233.2	966,472.6
	%Melhoria	235.24	121.7	52.0	53.8	112.1	188.0
NInt	Atual	4,000	10,796	10,679	3,377	8,263	6,634
	Alvo	10,122.3	10,966	10,679	3,459.9	11,676.6	7,490.5
	%Melhoria	153.0	1.6	0.0	2.5	41.3	12.9
NL	Atual	158	316	272	118	299	290
	Alvo	311.8	316	272	171.8	352.4	290
	%Melhoria	97.3	0.0	0.0	45.6	17.8	0.0
RecAnual	Atual	67.5	52.7	27.8	16.1	88.78	60.90
	Alvo	73.8	81.9	52.2	20.8	88.78	60.90
	%Melhoria	9.33	55.4	87.8	29.3	0.0	0.0
Pessoal	Atual	2015	2,058	1,076	794	2,203	930
	Alvo	2015	2,140.6	1,556.1	794	2,309.3	1603
	%Melhoria	0.0	4.0	44.6	0.0	4.8	72.4

Continuidade Tabela 6.3

		H10	H11	H15	H16	H17	H21
Eficiência %		72,4	60,2	72,7	58,2	76,6	76,4
NAmb	Atual	222,428	73,162	340,615	79,874	587,308	100,286
	Alvo	222,428	261,196.6	340,615	91,761.8	587,308	547,854.4
	%Melhoria	0.0	257.0	0.0	14.9	0.0	446.3
NCir	Atual	4,432	2,175	6,530	3,132	21,864	12,486
	Alvo	16,946.3	15,691.8	18,147	10,084	21,883.6	23,553.6
	%Melhoria	282.4	621.5	177.9	222.0	0.1	88.6
NExam	Atual	752,555	218,831	541,134	115,636	1,401,345	2,696,760
	Alvo	1,066,413.2	1,235,738.6	1,200,388.8	648,607.4	1,667,015.7	3,702,370
	%Melhoria	41.7	464.7	121.8	461.0	19.0	37.3
NInt	Atual	6,534	10,499	6,115	3,528	16,733	14,995
	Alvo	8,816.7	10,499	11,359.8	3,528	17,071.3	14,995
	%Melhoria	34.9	0.0	85.8	0.0	2.0	0.0
NL	Atual	242	328	287	140	471	411
	Alvo	322	328	370.8	195,7	501.1	709,1
	%Melhoria	33.1	0.0	29.2	39.8	6.4	72.5
RecAnual	Atual	67.07	92.95	21.91	39.47	92.94	348
	Alvo	67.07	92.95	84.05	39.47	135.22	348
	%Melhoria	0.0	0.0	283.6	0.0	45.5	0.0
Pessoal	Atual	1,649	1,391	2,257	800	3,228	3,206
	Alvo	1.851.2	1,911.6	2,257	800	3,228	3,206
	%Melhoria	12.3	37.4	0.0	0.0	0.0	0.0

Adicionalmente aos resultados expostos, pode-se ainda serem observados outras informações, a partir de dados gerados e que contemplam os indicadores resultantes do processamento dos dados de inputs, sujeitos às variáveis estabelecidas e baseados nos outputs apresentados:

I. Indicador por Unidade Selecionada

Com detalhamento e comparações em relação a outras unidades. A janela de exibição de Unidade fornece informações detalhadas sobre uma unidade individual e tem quatro pontos de vista. Observe a unidade hospitalar da H6, na Figura 6.2, não atinge a condição de eficiente e nem quase eficiente, estando no patamar de 59,4%. Outro detalhe que chama à atenção são os potenciais de melhorias (Potential Improvements) que dão ao gestor uma boa medida do que dentro do escopo da unidade

é possível melhorar a eficiência e o que se encontra com dificuldades. Para o caso H6 nota-se que as Cirurgias e os Exames enquadram-se nesta boa condição.

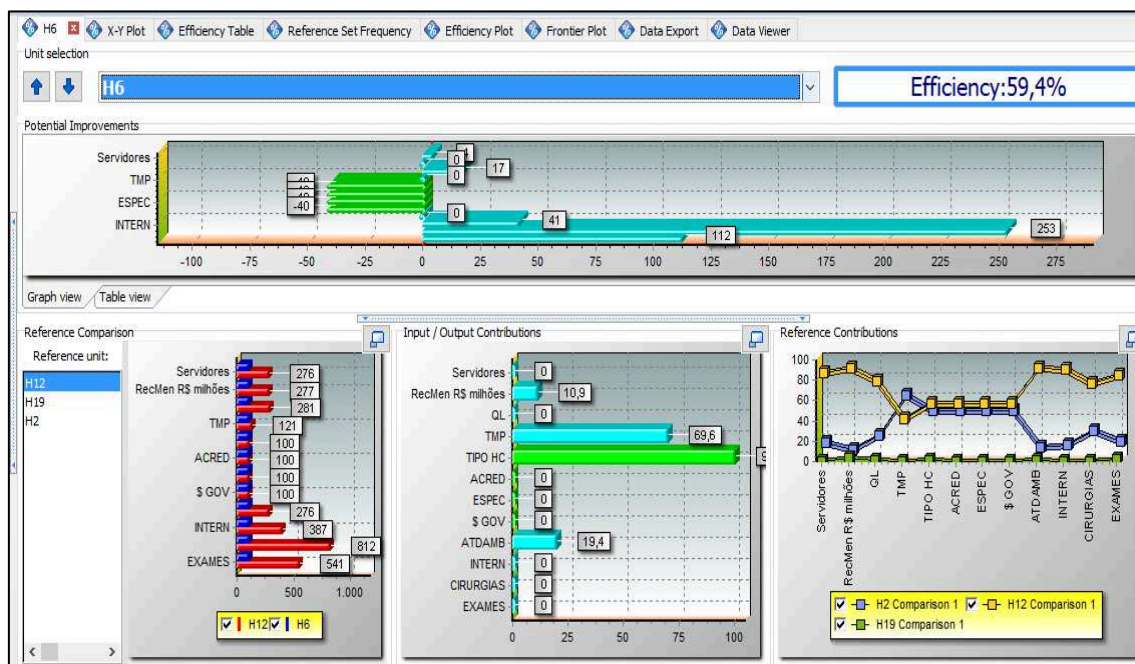


Figura 6.2: Eficiência da DMU com potenciais de melhorias – H6

Fonte: Elaborado pelo autor e extraído do sistema *Frontier Analyst*.

Observa-se na Figura 6.3, que a unidade hospitalar da H19 atinge a condição de eficiente estando no patamar de 100%. O ponto relevante para esta unidade seleccionada é justamente demonstrar que dentro dos aspectos analisados a unidade se encontra sem potenciais de melhorias, mas isto em relação ao universo estudado.

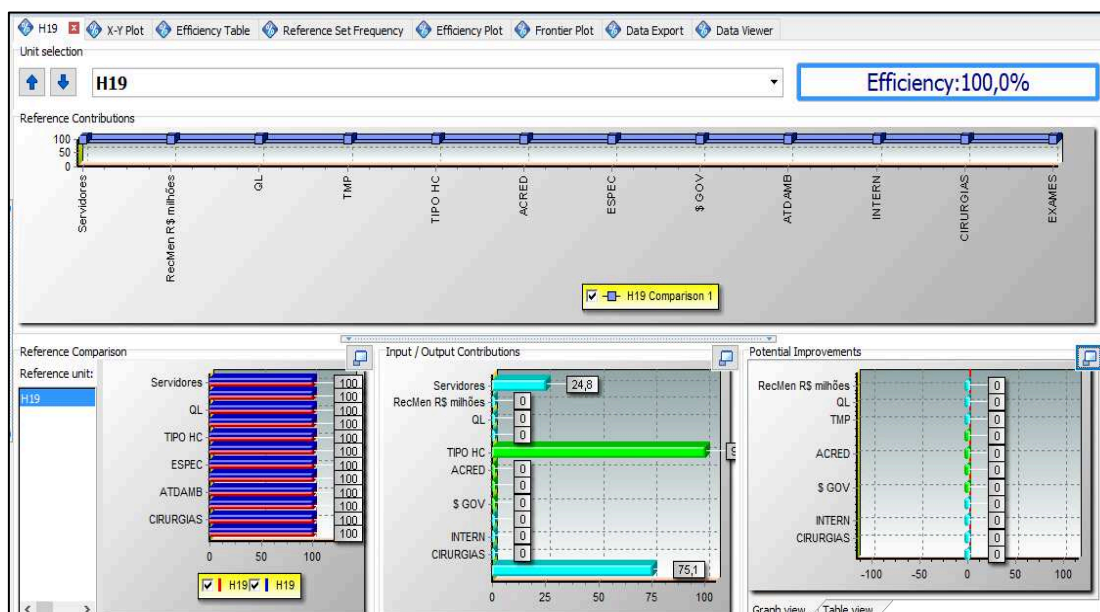


Figura 6.3: Eficiência da DMU com potenciais de melhorias – H19

Fonte: Elaborado pelo autor e extraído do sistema *Frontier Analyst*.

Observe na Figura 6.4, que a unidade hospitalar da H17 não atinge a condição de eficiente e também nem quase eficiente, estando no patamar de 76,6% já que na segunda condição deveria enquadrar-se entre 91% e 99,9%.

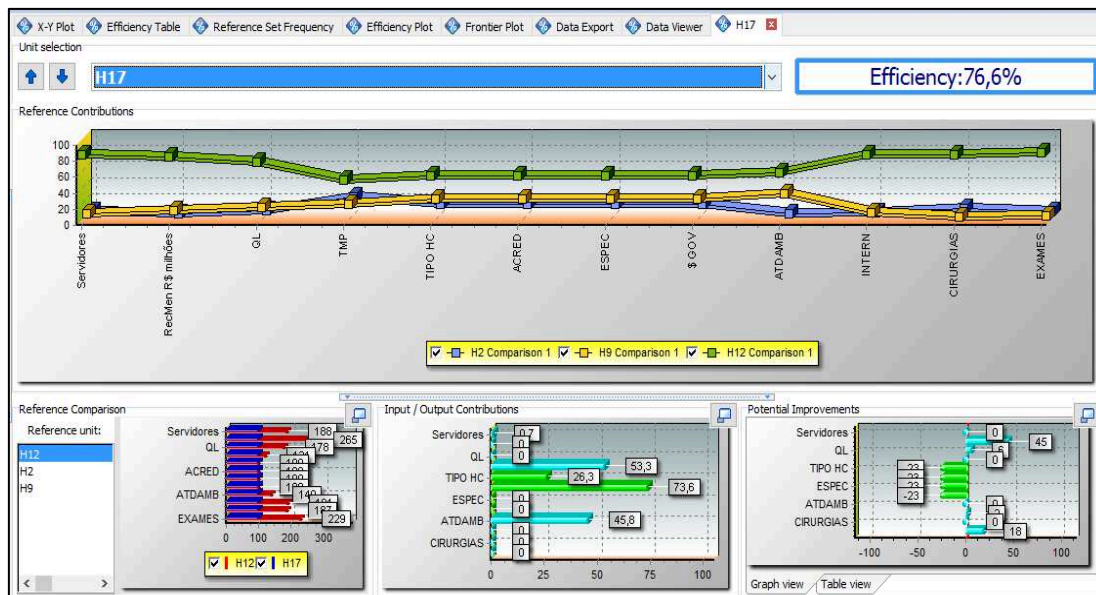


Figura 6.4: Eficiência da DMU com potenciais de melhorias – H17

Fonte: Elaborado pelo autor e extraído do sistema *Frontier Analyst*.

II. Indicador de Distribuição de pontuação (scores)

A guia Score Distribuição, na Figura 6.5, apresenta uma visão gráfica da distribuição dos escores. Isto permite avaliar visual e objetivamente a situação das unidades e a relação entre as quantidades que são ineficientes, quase eficiente. Por este gráfico então pode-se extrair avaliações de perspectivas de melhorias de cada unidade e no estudo em específico é possível observar que no grupo das 21 unidades analisadas apenas 07 são consideradas eficientes e 02 quase eficientes.



Figura 6.5: Scores de Eficiência da DMU

Fonte: Elaborado pelo autor e extraído do sistema *Frontier Analyst*.

Discussão

A pesquisa mostra um modelo de DEA para avaliar o desempenho do hospital público no Brasil com base em 4 insumos principais (número de pessoal médico e não médico, receita anual, número de camas e duração média da hospitalização do paciente) e quatro conjuntos principais de resultados (número de serviços de atendimento ambulatorial, número de hospitalizações, número de cirurgias e número de exames) para o modelo. Como resultado, um desempenho muito heterogêneo foi encontrado, com uma eficiência média de 79%, mostrando um grande potencial de melhoria em, pelo menos, 12 das 21 unidades em estudo.

No estudo desenvolvido por Kao et al. (2011), os resultados mostraram que a DEA conseguiu distinguir as diferenças de desempenho entre as DMUs com base em 5 insumos (Número total de leitos registrados no hospital - incluindo leitos agudos, crônicos e especiais; Número total de médicos que estão em tempo integral empregados - incluindo dentistas e médicos de medicina chinesa, número total de enfermeiros empregados em hospitais - incluindo parteiras, número total de prestadores de serviços de saúde empregados em hospitais - incluindo farmacêuticos, nutricionistas, fisioterapeutas, tecnólogos de terapia ocupacional e tecnólogos radiológicos, e número total de funcionários completos - pessoal equivalente a tempo - incluindo trabalhadores sociais, pesquisadores e não profissionais) e 3 resultados (Número total de pacientes para departamentos ambulatoriais dentro de um ano; Número total de pacientes para sala de emergência dentro de um ano; Número total de cirurgias internas e ambulatorias dentro de um ano). Semelhante às nossas descobertas, Kao et al. também não encontrou homogeneidade na eficiência hospitalar.

Um estudo recente realizado por Johannessen et al. (2017), investigou o impacto de várias reformas políticas do setor hospitalar norueguês desde 2002. Todos os hospitais públicos foram transferidos de um sistema de propriedade do condado para a propriedade do governo central. Ao fazê-lo, o governo espera aumentar a eficiência hospitalar, proporcionando maior autonomia em relação ao planejamento, orçamento e políticas de força de trabalho das unidades de saúde (Hagen e Kaarboe, 2006). Johannessen et al. usou um modelo de DEA não paramétrico e análises de painel para estudar a produtividade geral do médico. Seus resultados mostraram que, apesar dos esforços governamentais abrangentes, houve uma variação significativa na

produtividade entre os hospitais do país, além de um declínio notável na produtividade do médico. Seu modelo de DEA mostrou que, embora a eficiência de custos não tenha mudado no período de estudo, a eficiência alocativa (refere-se à forma como diferentes entradas de recursos são combinadas para produzir uma mistura de diferentes resultados - Medeiros e Schwierz (2015)) diminuíram significativamente. Resultados semelhantes e níveis de eficiência significativamente diferentes também foram encontrados por Khushalani e Ozcan (2017), que estudaram a eficiência dos hospitais gerais nos Estados Unidos entre 2009 e 2013, também usando a DEA.

Os estudos descritos antes parecem reforçar isso, em geral, a eficiência geral de diferentes hospitais não é homogênea, independentemente das regiões de um país ou mesmo entre países diferentes. Isso também é corroborado pelo estudo realizado por Asandului et al. (2014), em que a eficiência dos sistemas de saúde de 30 países europeus foi comparada através da DEA, utilizando três variáveis de produção (expectativa de vida no nascimento, expectativa de vida ajustada à saúde e taxa de mortalidade infantil) e três variáveis de entrada (número de médicos, número de leitos hospitalares e despesas de saúde pública como porcentagem do PIB). Suas descobertas também revelaram que há uma série de países desenvolvidos e em desenvolvimento na fronteira da eficiência.

A eficiência obtida nos hospitais públicos brasileiros analisou em média 0,79, um número semelhante ao encontrado por Pérez-Romero et al. (2017), ao analisar a eficiência técnica em 230 hospitais do Sistema Único de Saúde da Espanha. Seu modelo DEA apontou para uma taxa de eficiência média de cerca de 0,74. Em contraste, Zhao-Hui et al. (2015) encontrou uma eficiência média em hospitais chineses de apenas 0,57 quando aplicaram DEA para estudar dados de 100 hospitais de 2010 a 2012. A eficiência média dos hospitais analisados por Tabanera et al. (2015) na região espanhola da Andaluzia de 2005 a 2008 atingiu 0,89. Mitropoulos et al. (2015), combinando DEA estocástica com análise bayesiana para extrair propriedades estatísticas dos escores de eficiência de 117 hospitais gregos, concluiu que, embora as tecnologias de produção similares fossem usadas por hospitais terciários e secundários, existia um grande hiato tecnológico entre os hospitais de atenção primária e aqueles na fronteira de eficiência.

Como mostra, independentemente de qual país ou cultura, os vários indicadores fornecidos pela DEA podem contribuir significativamente para identificar melhor a eficiência hospitalar, comparar diferentes unidades e também fornecer informações

valiosas de unidades eficientes que possam ser úteis para melhorar as não eficientes. Nesse sentido, acredita-se que esta pesquisa, além de fornecer informações sobre um grande grupo de hospitais públicos brasileiros, também pode ser usado para aqueles envolvidos no sistema de saúde pública, pesquisadores, estudantes e comunidade em geral, para entender melhor a complexidade do sistema de saúde brasileiro.

Esta ferramenta (DEA - Frontier) foi considerada um instrumento relevante para medir a eficiência das atividades e operações na rede hospitalar pública, chamando a atenção para a identificação clara dos níveis de eficiência hospitalar que não se baseiam em um ou dois indicadores isolados, mas em um conjunto complexo de indicadores e insumos e saídas que, após modelado e processado no conceito de DEA, resultou em uma medida de eficiência multidimensional.

Embora as análises multidimensionais sejam geralmente difíceis de entender ou mesmo difíceis de entender todos os resultados possíveis, a DEA fornece ferramentas capazes de permitir uma avaliação geral clara e inequívoca dos resultados principais. A Figura 6.6 ilustra uma forma possível de resumir os vários indicadores em um único elemento que, quando mostrado em um gráfico, pode ser facilmente usado para localizar unidades de acordo com seus níveis de eficiência e perspectivas de evolução. Por exemplo, considerando que 08 dos hospitais públicos em avaliação atingiram a fronteira de eficiência (se também incluirmos o H20 com 99,9% de eficiência), percebemos que todos os outros 13 hospitais investigados neste estudo possuem um sólido conjunto de "modelos" a partir dos quais boas práticas de gestão e operação podem ser aprendidas e assimiladas.

O modelo DEA multidimensional proposto nesta tese baseia-se em quatro insumos, quatro variáveis de influência e quatro saídas e destina-se a servir de ferramenta de apoio para a representação descritiva da eficiência do sistema de saúde pública brasileiro.

7. Conclusão

Este estudo apoiou-se nos dados de instituições públicas hospitalares através das informações coletadas, em especial sobre os hospitais de maior porte, e da esfera federal, sem se prender a dimensão de atuação regional ou nacional dos mesmos, mas a partir das diferentes informações que contempla o arcabouço de indicadores de eficiência individuais disponíveis, haja vista que a proposta foi trazer a uma condição de comparabilidade entre essas unidades (DMUs) através do estudo multidimensional que a ferramenta computacional permite quando se trata de Análise Envoltória de Dados.

Acredita-se que a execução deste projeto encontrou suas respostas e possibilitará a partir de então, que os colaboradores do sistema de saúde pública, pesquisadores, estudantes e comunidade em geral possam conhecer, discutir e aplicar técnica específica de cálculo de eficiência em hospitais públicos permitindo por sua vez uma melhor compreensão do complexo sistema de saúde.

De igual forma, a ferramenta apresentou-se como um relevante instrumento de aferição de eficiência das atividades e operações na rede pública hospitalar, chamando à atenção para a identificação clara dos níveis de eficiência hospitalar, que permeia não apenas um ou dois indicadores isoladamente, mas um conjunto de indicadores no formato de inputs e outputs cujos dados após modelados e tratados dentro do conceito de DEA, resultam em uma informação com correlação é respeitada e não desprezada na definição da eficiência. Isto porque trata-se de uma análise multidimensional.

Tendo este estudo o propósito de apurar os níveis de eficiência dos hospitais públicos do Brasil, com a utilização de dados públicos, apoiado em uma ferramenta computacional, e uma proposta de um índice geral para avaliação da eficiência nestas organizações nota-se que a avaliação da janela de escores de eficiência na Figura 6.5 é essencial, pois apresenta a dimensão dessa eficiência.

Em que pese ainda o fato de não abarcar, nesta etapa de estudo, um volume expressivo de hospitais públicos, mas sim uma amostra, entendida como relevante no contexto de atuação junto a sociedade, bem como pela demanda de recursos financeiros, e não menos, pela demonstração de que 07 (sete) dos hospitais públicos pesquisados atingiram 100% de eficiência, resta comprovado que foi possível identificar uma faixa de eficiência hospitalar através deste modelo e não obstante a sugestão de ampliar a base de teste, verificou-se ser possível estabelecer o adequado alcance do objetivo

proposto em face de que tem-se a partir deste trabalho a probabilidade de ampliar a aplicação da ferramenta na questão da qualidade hospitalar, assim como tornar-se um modelo meritocrático para repasse de recursos públicos às unidades de saúde.

Para tanto e observando a figura 6.5, inferi-se que a fronteira de eficiência definida na base 100, pode ser considerada como um **IGEHP** – Índice Geral de Eficiência em Hospital Público - a partir dos níveis de eficiência, os quais tanto quanto mais próximo da faixa 100, mais eficiente a DMU é, em relação ao seu universo comparado. Sobretudo por guardar as proporções estruturais e organizacionais de cada uma numa condição matematicamente uniforme.

7.1. Trabalhos Futuros.

Notadamente, durante o desenvolvimento do estudo sobre a eficiência em hospitais públicos, foi verificado a necessidade de um aplicativo que pudesse fazer uma busca efetiva e de resultados, quantos aos indicadores de eficiência dos hospitais, de fato, toda a informação disponível mais se assemelha a uma emaranhado de dados desconexos e desvinculado, ainda que se tenha na plataforma do DATASUS e nos Sítios Virtuais de alguns hospitais uma boa gama desses dados. Contudo cabe neste ponto a sugestão para o desenvolvimento de um aplicativo que pudesse, focado em dados hospitalares, trazer de forma mais ágil e fidedigna, bem como conversível em planilhas eletrônicas ou editores de texto, estas informações.

Da mesma forma, notou-se a possibilidade de evoluir com este estudo, criando uma segunda ferramenta computacional, onde os dados fossem importados diretamente para as bases de avaliação pelo modelo DEA, isto traria maior poder de interpretação em tempo bem menor, das novas fronteiras de eficiência, se caso esta se movesse.

Noutra ponta, percebe-se que os dados podem ainda ser ampliados na análise, com a combinação de outros hospitais como os hospitais particulares e criar uma segunda fronteira de eficiência, algo que aproximaria, os resultados tanto da iniciativa privada quanto da pública em relação a gestão hospitalar.

8. Produção Bibliográfica

8.1 Trabalhos publicados em revistas

- I. CASTILLO, B. ; CANTO, E. ; MARTINS, V. F. ; SOARES, Adeilson B. Estrategias de Liderazgo Gerencial para Mejorar el Desempeño. Caso: Dirección de Finanzas de Empresa Automotriz. Linkania Revista Científica, v. 1, p. 177-203, 2015.
- II. CANTO, E. ; MARTINS, V. F. ; SOARES, Adeilson B. . Análisis dofa en el área de validación de una empresa farmacéutica venezolana. Revista de Administração de Roraima - RARR, v. 1, p. 134-151, 2014.
- III. ROSA, V. D. ; MARTINS, V. F. ; SOARES, Adeilson B. ; CANTO, E. . El BSC y su se Relacion con el Proceso de Innovación en una Organizacion del Sector de Aditivos Agrícolas. Revista Científica Linkania Master, v. 1, p. 81-105, 2014.
- IV. MARQUEZ, A. A. G. ; MARQUES, Denise Gimenes ; SOARES, Adeilson B; MARTINS, V. F. . Sistema francês de amortização: existe controvérsias?. Gestión Joven, v. 12, p. 80-97, 2014.
- V. BORGES, C. F. ; SOARES, Adeilson B. ; MARTINS, V. F. . SISTEMA PÚBLICO DE ESCRITURAÇÃO DIGITAL - SPED: Desafios e Benefícios para os Profissionais Contábeis do Município de Uberlândia.. Revista Científica Linkania Master, v. 1, p. 106-133, 2014.
- VI. MARTINS, V. F. ; CARMO, Carlos Roberto S. ; SOARES, Adeilson B.; FERREIRA .M. A ; PEREIRA, Vinícius Silva . A redução de custos ocultos e a governança corporativa: qual a contribuição dos comitês de auditoria no Brasil em comparação com a Lei americana Sarbanes-Oxley (SOX)?. Gestión Joven Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas (AJOICA), v. 10, p. 17-31, 2013.
- VII. FERREIRA, R. S. ; CARMO, Carlos Roberto S. ; MARTINS, V. F. ; SOARES, Adeilson B. . Análise Discriminante e Ratings: Uma Aplicação do Modelo Z?? Score de Altman às empresas do Setor Aeroviário Brasileiro, de 2005 A 2010. Revista Alcance (Online), v. 20, p. 325-344, 2013.
- VIII. CARMO, Carlos Roberto S. ; LIMA, J. A. C. ; MARTINS, V. F. ; SOARES, Adeilson B. ; PEREIRA, Vinícius Silva . Métodos quantitativos aplicados à análise de custos em micro e pequenas empresas: um estudo de caso realizado em uma empresa do setor varejista de autopeças. Revista da Micro e Pequena Empresa (FACCAMP), v. 7, p. 34-43, 2013.
- IX. CARMO, Carlos Roberto S. ; MARTINS, V. F. ; SOARES, Adeilson B.; SOUZA CARMO R. O. S. ; PEREIRA, Vinícius Silva . Determinantes dos Gastos dos Cidadãos Brasileiros com Assistência à Saúde: Uma Contribuição a

Partir de um Estudo Empírico-Quantitativo em Todo Território Nacional. *Jornal Brasileiro de Economia da Saúde*, v. 4, p. 391-398, 2012.

- X. CARMO, Carlos Roberto S. ; MARTINS, V. F. ; FERREIRA .M. A ; SOARES, Adeilson B. Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos: um estudo descritivo sobre as pesquisas científicas apresentadas nos Congressos Brasileiros de Custos. *Revista de Contabilidade da UFBA*, v. 6, p. 4-20, 2012.
- XI. MARTINS, V. F. ; CARMO, Carlos Roberto S. ; SOARES, Adeilson B.; SOUZA CARMO R. O. S. ; PEREIRA, Vinícius Silva . Resource-Based View (RBV): explorando as fronteiras do conhecimento e gerando vantagem competitiva. *Revista Científica Linkania Master*, v. 4, p. 1-15, 2012.
- XII. CARMO, Carlos Roberto S. ; MARTINS, V. F. ; FERREIRA .M. A ; SOARES, Adeilson B. . Planejamento de gastos financeiros na avicultura de sete estados brasileiros: um estudo empírico baseado na análise de regressão linear múltipla e no comportamento dos custos de produção. *Custos e @gronegócio Online*, v. 8, p. 119-142, 2012.
- XIII. SOARES, Adeilson B.; PEREIRA, Adriano A.; MILAGRE, Selma T. A model for multidimensional efficiency analysis of public hospital management. *Research on Biomedical Engineering - ISSN: 2446-4740*, vol.33 n4, p. 362-369, 2017.
- XIV. SOARES, Adeilson B.; MARTINS, V. F. ; MENDES NETO, E. B. Teorias de Marketing e balanced Scorecard: Um Ensaio Teórico. *CEPPG Revista (Catalão)*, v. 23, p. 10-10, 2010.
- XV. SOARES, Adeilson B.; MARTINS, V. F. A Realidade Virtual Como Mecanismo de Apoio para Inserção de Colaboradores no Sistema Logístico. *Iberoamericana (Madrid)*, v. VI, p. 01/08-015, 2009.
- XVI. AVILA, L. A. C. ; MARTINS, V. F. ; SOARES, Adeilson B. Alternativas tributárias legais para redução dos encargos trabalhistas. Em *Extensão (UFU. Impresso)*, v. 4, n.1, p. 45-58, 2004.

8.2 Trabalhos publicados em anais de congressos

- I. SOARES, Adeilson B. PEREIRA, Adriano A. MILAGRE, Selma T. Uso de sistema aplicativo na formação e análise de preços em exames laboratoriais. XXIV CBEB, Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, Uberlândia, MG. 2014.
- II. Fernanda Lopes Aquino ; SOARES, Adeilson B. ; MARTINS, V. F. . Utilização de Ferramenta Gestão Por Processo no Setor da Controladoria da Cooperativa COOPASS: Um Estudo de Caso.. In: VIII COMINE, 2011, Patos de Minas. Congresso Mineiro de Empreendedorismo, 2011.

- III. SOARES, Adeilson B.; MENDES NETO, E. B. ; MARTINS, V. F. Governança em Hospitais Públicos. In: VII COMINE, 2011, Patos de Minas. Congresso Mineiro de Empreendedorismo, 2011.
- IV. MENDES NETO, E. B. ; MARTINS, V. F. ; SOARES, Adeilson B. O Processo de gestão em Uma Propriedade Rural Familiar de Carmo do Paranaíba. In: VIII COMINE, 2011, Patos de Minas. Congresso Mineiro de Empreendedorismo, 2011.
- V. MARTINS, V. F. ; MENDES NETO, E. B. ; SOARES, Adeilson B. . Integração dos Artefatos Estratégicos para a Vantagem Competitiva Sustentável. In: VIII COMINE, 2011, Patos de Minas. Congresso Mineiro de Empreendedorismo, 2011.
- VI. Vadinei da Costa Soares ; Klerc Rezende Martins ; SOARES, Adeilson B.; MARTINS, V. F. Fabricação da Ração para Bovino-Cultura uma Análise entre os Métodos de Custeio. In: VIII COMINE, 2011, Patos de Minas. Congresso Mineiro de Empreendedorismo, 2011.
- VII. Souza. Carmo, Carlos Roberto ; MARTINS, V. F. ; Monica Aparecida Ferreira; SOARES, Adeilson B. Planejamento de Gastos Financeiros na Avicultura de Sete Estados Brasileiros: Um Estudo Empírico Baseado na Análise de Regressão Linear Múltipla e no Comportamento dos Custos de Produção. In: XVII CBC, 2011, Rio de Janeiro. Congresso Brasileiro de Custos - Contabilidade de Custos e Bem-Estar Social, 2011.
- VIII. SOARES, Adeilson B.; LAMOUNIER, Edgard Jr. ; CARDOSO, A. O Uso da Realidade Virtual como Ferramenta de Suporte para Definição e Treinamento de uma Dinâmica Empresarial. In: GCETE - Global Congress On Engineering and Technology Education, 2005, Bertioga/Santos - SP - BRASIL. Engineering and Technology Education Trends. Santos, 2005. v. 0. p. 0-0.

8.2 Apresentação de Trabalhos

- I. SOARES, Adeilson B. PEREIRA, Adriano A. MILAGRE, Selma T. Uso de sistema aplicativo na formação e análise de preços em exames laboratoriais. XXIV CBEB, Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, Uberlândia, MG. 2014.

9. Referências Bibliográficas

- Aletras V, Kontodimopoulos N, Zagouldoudis A, Niakas D. The short-term effect on technical and scale efficiency of establishing regional health systems and general management in Greek NHS hospitals. *Health Policy*. 2007; 83(2-3):236-45.
<https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2007.01.008>
- Almeida, M.R. A eficiência dos investimentos do programa de inovação tecnológica em pequena empresa (PIPE): uma integração da análise envoltória de dados e índice malmquist. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2010.
- ASANDULUI L, FATULESCU P, CUZA AI. The efficiency of healthcare systems in Europe: A Data Envelopment Analysis approach. *Procedia Economics and Finance*. 2014; 10:261-8.
[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00301-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00301-3)
- Biorn, E.; Hagen, T. P.; Iversen, T.; Magnossen, J. The effect of activity-based financing on hospital efficiency: a panel data analysis of DEA efficiency scores 1992-2000. *Health Care Management Science*, v. 6, n. 4, p. 271-283, 2003.
<https://doi.org/10.1023/A:1026212820367>
- Bogdan, R.; Biklen, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Portal Brasil - Atendimento. Saúde. Hospitais conveniados. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/sobre/saude/atendimento/hospitais-conveniados>. 2009. Acesso em: 16 nov. 2011.
- BRASIL. Portal DATASUS. Recursos dos SUS. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/cadernosmap.htm>. Acesso em: 06 nov. 2011.
- BRASIL. Portal DATASUS. Cadernos de Informação de Saúde. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0301&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?recsus/cnv/rs>. Acesso em: 04 dez. 2017.
- BRASIL. Portal SAÚDE. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/index.cfm/?portal=pagina.visualizarArea&codArea=314> Acesso em: 16 nov. 2011
- CEBES – Centro Brasileiro de Estudos em Saúde. Importância Histórica e Política do CEBES - <http://cebes.org.br/2011/12/o-ministro-padilha-fala-sobre-a-importancia-historica-e-politica-do-cebes/>. 2011. Acesso em 07 julho 2016.
- Ceretta, P.S., Niederauer, C.A.P. Rentabilidade do setor bancário brasileiro. In: *Anais XXIV Encontro da Anpad*, Florianópolis, SC. 2000.

Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. Measuring the Efficiency of Decision-Making Units. *European Journal of Operational Research*, vol. 2, p. 429-444, 1978.
[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

Chern, J. I.; Wan, T. T. The impact of the prospective payment system on the technical efficiency of hospitals. *Journal of Medical Systems*, v. 24, n. 3, p. 159-172, 2000.
<https://doi.org/10.1023/A:1005542324990>

Chu, H. L.; Liu, S. Z.; Romeis, J. C. Does the implementation of responsibility centers, total quality management, and physician fee programs improve hospital efficiency? Evidence from Taiwan hospitals. *Medical Care*, v. 40, n. 12, p. 1223-1237, 2002.
<https://doi.org/10.1097/00005650-200212000-00009>

Cooper, W., Sieford, L., Tone, K. Data envelopment analysis. A comprehensive text with models, applications, reference and DEA solver software. Kluwer Academic Publishers, Norwell. 2000.

Desharnais, S.; Hogan, A. J.; Macmahon, L. F. Jr; FLEMING, S. Changes in rates of unscheduled hospital readmissions and changes in efficiency following the introduction of the medicare prospective payment system. an analysis using risk-adjusted data. *Evaluation & The Health Profession*, v. 14, n. 2, p. 228-252, 1991.
<https://doi.org/10.1177/016327879101400206>

Felder, S.; Schmitt, H. Data envelopment analysis based bonus payments. Theory and application to inpatient care in the German state of SaxonyAnhalt. *European Journal of Health Economics*, v. 5, n. 4, p. 357-363, 2004.
<https://doi.org/10.1007/s10198-004-0262-1>

Ferrier, G. D.; Rosko, M. D.; Valdmanis, V. G. Analysis of uncompensated hospital care using a DEA model of output congestion. *Health Care Management Science*, v. 9, p. 181-188, 2006.
<https://doi.org/10.1007/s10729-006-7665-8>

FIA/USP - Fundação Instituto de Administração. Estudo mostra que investimentos em saúde no país são os mesmos de 15 anos atrás. 2011. [cited 2017 Aug 16]. Available from: <http://www.nominuto.com/noticias/brasil/estudo-mostra-que-investimentos-em-saude-no-pais-sao-os-mesmos-de-15-anos-atras/13202/>.

Freaza, F.P., Guedes, L.E.M., Gomes, L.F.A.M. Análise de eficiência do mercado bancário Brasileiro utilizando a metodologia da análise envoltória de dados. In: Anaix XXXVIII simpósio brasileiro de pesquisa operacional. Goiânia, GO, 2006.

Golany, B. & Roll, Y. An application procedure for DEA. *Omega*. v.17, n. 3, p. 237-250, 1989.
[https://doi.org/10.1016/0305-0483\(89\)90029-7](https://doi.org/10.1016/0305-0483(89)90029-7)

GONÇALVES, A.C.; NORONHA, C.P.; LINS, M.P.E.; ALMEIDA, R.M.V.R. Análise Envolvória de Dados na avaliação de hospitais públicos nas capitais brasileiras. *Revista Saúde Pública*. 2007; 41(3):Epub. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102006005000023>.

<https://doi.org/10.1590/S0034-89102006005000023>

HAGEN TP, KAARBOE OM. The Norwegian hospital reform of 2002: Central government takes over ownership of public hospitals. *Health Policy*. 2006; 76(3):320-33.

<https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2005.06.014>

JOHANNESSEN KA, KITTELSEN SAC, HAGEN TP. Assessing physician productivity following Norwegian hospital reform: A panel and data envelopment analysis. *Social Science & Medicine*. 2017; 175:117-26.

<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.01.008>

Kassai, S. Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

KAO LJ, LU CJ, CHIU CC. Efficiency measurement using independent component analysis and data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*. 2011; 210(2):310-7.

<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.09.016>

KHUSHALANI J, OZCAN YA. Are hospitals producing quality care efficiently? An analysis using Dynamic Network Data Envelopment Analysis (DEA). *Socio-Economic Planning Sciences*. In press. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.009>. 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.009>

Kjekshuh, L.; Hagen, T. Do hospital mergers increase hospital efficiency? Evidence from a National Health Service country. *Journal of Health Services Research Policy*, v. 12, n. 4, p. 230-235, 2007.

<https://doi.org/10.1258/135581907782101561>

Lins, M.E., Lobo, M.S.C., Silva, A.C.M., Fiszman, R., Ribeiro, V.J.P. O uso da análise envoltória de dados para avaliação de hospitais universitários brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.12, n.4, 985-998, 2007.

<https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000400020>

Lynch, J.R.; Ozcan, Y. A. Hospital closure: an efficiency analysis. *Hospital Health Service Administration*, v. 39, n. 2, p. 205-220, 1994.

Lobo, M.S.C., Lins, M.P.E. Avaliação da eficiência dos serviços na saúde por meio da análise envoltória de dados. *Caderno de Saúde Coletiva*, v.19, n.1, 93-102, 2011.

Machado, C.V. O modelo de intervenção do Ministério da Saúde brasileiro nos anos 90. Caderno de Saúde Pública v.23, p.2113-2126, 2007.
<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007000900019>

Mariano, E.B., Almeida, M.R., Rebelatto, D.A.N. Peculiaridades da análise envoltória de dados. In: Anais XII SIMPEP, Bauru, SP, 2006.

Marinho, A.; Façanha, L.O. Hospitais universitários: avaliação comparativa da eficiência técnica. Revista de Economia Aplicada 2000; 4(2):315-349.

MEDEIROS J, SCHWIERZ C. Efficiency estimates of health care systems in the EU. Econ Pap. 2015; 549(June):1-54. Available from: http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/economic_paper/2015/pdf/ecp549_en.pdf.

MELLO, J.C.C.B.S., MEZA, L.A., GOMES, .E.G., NETO, L.B., Curso de análise envoltória de dados. In: Anais XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Gramado, RS, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Brasil. Cadastro Nacional de Estabelecimento de Saúde. 2017. [acessado em 16 ago 2017]. Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?cnes/cnv/estabbr.def>.

MITROPOULOS P, TALIAS MA, MITROPOULOS I. Combining stochastic DEA with Bayesian analysis to obtain statistical properties of the efficiency scores: An application to Greek public hospitals. European Journal of Operational Research. 2015; 243(1):302-11.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.11.012>

Niederhauer, C.A.P. Avaliação dos bolsistas de produtividade em pesquisa da engenharia da produção utilizando data envelopment analysis. Dissertação de mestrado, Florianópolis, UFSC, 1998.

OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. Disponível em: <http://stats.oecd.org/Index.aspx>. Acesso em: 16 nov. 2011.

ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE ACREDITAÇÃO. Acreditação [internet]. 2014. [cited 2017 Aug 10]. Available from: <https://www.ona.org.br/Pagina/33/Acreditacao>.

Ozcan, Y. Efficiency of Hospital Service Production in Local Markets: the Balance Sheet of U.S. Medical Armament. Socio-Economic Planning Sciences v.29, n.2, p.139-150, 1995.
[https://doi.org/10.1016/0038-0121\(95\)00006-8](https://doi.org/10.1016/0038-0121(95)00006-8)

PAIVA JR, H. Avaliação de desempenho de ferrovias utilizando a abordagem integrada

DEA/AHP. Campinas. 178p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 2000.

PÉREZ-ROMERO C, ORTEGA-DÍAZ MI, OCAÑA-RIOLA R, MARTÍN-MARTÍN JJ. Análisis de la eficiencia técnica en los hospitales del Sistema Nacional de Salud espa-ol. *Gaceta Sanitaria*. 2017; 31(2):108-15.
<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.10.007>

Pilyavsky, A. I.; Aaronson, W. E.; Bernet, P. M.; Rosko, M. D.; Valdmanis, V. G.; Golubchikov, M. V. East-west: does it make a difference to hospital efficiencies in Ukraine? *Health Economics*, v. 15, n. 11, p. 1173-86, 2006.
<https://doi.org/10.1002/hec.1120>

Prior, D.; Solà, M. Technical efficiency and economies of diversification in health care. *Health Care Management Science*, v. 3, n. 4, p. 299-307, 2000.
<https://doi.org/10.1023/A:1019070113893>

Schwartzman, J. Um sistema de indicadores para as universidades brasileiras. In: Sguissardi (Org.). *Avaliação universitária em questão*. Campinas: Autores Associados, 1997.

SÃO PAULO. Hospital das Clínicas de São Paulo. O maior complexo hospitalar da América Latina, busca novos caminhos para melhorar sua gestão. Disponível em: <http://www.noticiashospitales.com.br/nh50/htms/capa.htm>. Acesso em: 16 nov. 2011.

Sierksma G. *Linear and Integer Programming: Theory and Practice*. Second Edition. CRC Press. 2001. ISBN 978-0-8247-0673-9.
<https://doi.org/10.1201/b16939>

Siciliani, L. Estimating technical efficiency in the hospital sector with panel data: a comparison of parametric and non-parametric techniques. *Applied Health Economics Health Policy*, v. 5, n. 2, p. 99-116, 2006.
<https://doi.org/10.2165/00148365-200605020-00004>

Sommersguter-Reichmann, M. The impact of the Austrian hospital financing reform on hospital productivity: empirical evidence on efficiency and technology changes using a non-parametric input-based Malmquist approach. *Health Care Management Science*, v. 3, p. 309-321, 2000.
<https://doi.org/10.1023/A:1019022230731>

TABANERA LH, MARTÍN JJ, GONZÁLEZ MDPLDA. Eficiencia técnica de los hospitales públicos y de las empresas públicas hospitalarias de Andalucía. *Gaceta Sanitaria*. 2015; 29(4):274-81.
<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.03.001>

THANASSOULIS, E. *Introduction to the theory and application of data envelopment*

analysis: a foundation text with integrated software. Kluwer Academic Publishers, 2001.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO - TCU. Contas da união 2009 - Análise da Despesa - Orçamento e Despesa Pública [Internet]. 2009. [cited 2017 Jul 23]. Available from: <http://portal.tcu.gov.br/contas/contas-do-governo-da-republica/>.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO - TCU. Contas da união 2011 - Análise da Despesa - Orçamento e Despesa Pública [Internet]. 2011. [cited 2017 Jul 23]. Available from: <http://portal.tcu.gov.br/contas/contas-do-governo-da-republica/>.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO - TCU. Contas da união 2013 - Análise da Despesa - Orçamento e Despesa Pública [Internet]. 2013. [cited 2017 Jul 23]. Available from: <http://portal.tcu.gov.br/contas/contas-do-governo-da-republica/>.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO - TCU. Contas da união 2015 - Análise da Despesa - Orçamento e Despesa Pública [Internet]. 2005. [cited 2017 Jul 23]. Available from: <http://portal.tcu.gov.br/contas/contas-do-governo-da-republica/>.

Zhao-Hui C, Hong-Bing T, Miao C, Hai-Feng L, Xiao-Jun L, Qin S, et al. Using a two-stage data envelopment analysis to estimate the efficiency of county hospitals in China: A panel data study. *The Lancet*. 2015; 386(S1):S64.

ZUCCHI, P. Funcionários por leito: estudo em alguns hospitais públicos e privados. *Revista de Administração Pública – RAP*, v. 32, n. 3, p. 65-76, maio/jun. 1998.

Valdmanis, V.; Kumanarayake, L.; Lertiendumrong, J. Capacity in Tai public hospitals and the production of care for poor and nonpoor patients. *Health Services Research*, v. 39, Pt 2, p. 2117-2134, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6773.2004.00335.x>