



## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS SERVIÇOS DE HOSPITAIS PÚBLICOS NAS CAPITAIS BRASILEIRAS

### EFFICIENCY ANALYSIS IN PUBLIC HOSPITAL SERVICES IN BRAZILIAN CAPITALS

Vanderléia de Souza da Silva\* Email: [vanderleia\\_adm@hotmail.com](mailto:vanderleia_adm@hotmail.com)

Alessandra Ayumi S. B. de S. Kakihara\* Email: [alessandra\\_savassi@hotmail.com](mailto:alessandra_savassi@hotmail.com)

Johan Hendrik Poker Junior\* Email: [johan.poker@fca.unicamp.br](mailto:johan.poker@fca.unicamp.br)

Marco Antonio Milani Filho\* Email: [marco.milani@fca.unicamp.br](mailto:marco.milani@fca.unicamp.br)

Márcio Marcelo Belli\* Email: [marcio.belli@fca.unicamp.br](mailto:marcio.belli@fca.unicamp.br)

\*Faculdade de Ciências Aplicadas/Universidade Estadual de Campinas (FCA-UNICAMP), Limeira, SP

**Resumo:** O objetivo do presente estudo foi analisar a eficiência dos serviços de hospitais públicos das 26 capitais estaduais brasileiras e do Distrito Federal no tratamento de doenças em clínica médica com maior taxa de mortalidade dos capítulos da CID-10 em 2014. A metodologia aplicada foi a Análise Envoltória de Dados (DEA), com o modelo VRS (Variable Returns of Scale), orientado aos inputs. Os dados utilizados neste foram as internações nos capítulos I, IX e X; taxa de mortalidade; média de permanência e AIH médio. Assim, seis capitais foram eficientes: Porto Velho, Rio Branco, Boa Vista, Palmas, São Paulo e Vitória. Como diferencial propôs-se neste artigo um método para se levar em conta os fatores intervenientes na eficiência observada, promovendo uma análise mais aprofundada dos resultados encontrados, onde os resultados observados foram comparados aos esperados pela relação com as variáveis intervenientes. Identificando-se a influência do percentual de população rural, IDH do município e quantidade de hospitais SUS na eficiência alcançada nos serviços de hospitais públicos nas capitais estudadas.

**Palavras-chave:** Análise Envoltória de Dados. Gasto público. Eficiência do gasto. Hospitais públicos.

**Abstract:** The aim of this study was to analyze the efficiency of public hospitals services in 26 Brazilian state capitals and the Federal District in the treatment of diseases in medical clinic with the top mortality rates of the ICD-10 chapters in 2014. The methodology applied was the Data Envelopment Analysis (DEA) with the VRS model (Variable Returns of Scale), oriented to inputs. The data used in this were the hospitalization in I, IX and X ICD-10 chapters; mortality rates; permanency average and AIH average. Thus, six capitals were efficient: Porto Velho, Rio Branco, Boa Vista, Palmas, São Paulo and Vitoria. This paper proposed as differential a method to take into account the factors involved in the observed efficiency, promoting further analysis of the results, where the observed results were compared to the expected by relationship with the intervening variables. Identifying the influence of the percentage of rural population, counties HDI and SUS hospitals amount in efficiency achieved in the public hospitals services in the studied counties.

**Keywords:** Data envelopment analysis. Public expenditure. Spending efficiency. Public hospitals.

## 1 INTRODUÇÃO

O gasto público brasileiro é dividido em 28 funções, onde o dispêndio maior é com Seguridade Social, seguido de saúde e educação juntas. Em 2014, a adminis-

tração pública brasileira concentrou 13,6% do total dos gastos na função saúde, sendo executados pelas três esferas do governo de forma coordenada. Mesmo levando em consideração a heterogeneidade dos gastos, em relação aos padrões internacionais, os recursos públicos no Brasil são pouco produtivos, e isso se deve a falta de racionalização e economia dos recursos, onde a mensuração da eficiência dos gastos feitos pelas unidades fornecedoras de serviços públicos contribuiria para elaboração de políticas de aprimoramento do gasto público (BOUERI et al., 2015).

Há carência de uma série de investigações sistemáticas e estruturadas sobre o bom uso do recurso social na função saúde e os resultados na qualidade de vida da população e na economia do país (POKER; CROZATTI, 2013). Além disso, a necessidade da melhoria do gasto público se justifica, pois apesar da alta carga tributária brasileira, o nível de retorno à população em condições de serviços prestados é baixo.

Devido a esses fatores, diversos estudos aplicados à gestão da saúde utilizam a metodologia *Data Envelopment Analysis* (DEA), medindo a eficiência das atividades em saúde, em especial os hospitais públicos, comparando-os, e resultando nos *benchmarks* das melhores práticas, custos e redução da mortalidade, auxiliando os gestores de saúde na melhoria da qualidade do serviço prestado a sociedade, gestão dos recursos aplicados e controle de ineficiências.

Lobo e Lins (2011) fizeram um levantamento sobre as publicações feitas com avaliação da eficiência dos serviços de saúde por meio da DEA, entre 1983 e 2009, constando 189 artigos publicados no MEDLINE. Destacam a importância das aplicações de Pesquisa Operacional na área da saúde, justificando que o gestor quer conhecer quais as situações em que o emprego da metodologia pode agregar informações relevantes para a sua administração. E afirmam que, DEA tem a capacidade de se tornar uma importante ferramenta para avaliar os serviços e auxiliar a tomada de decisão em saúde.

No estudo realizado por Antoun Netto e Lins (2012), a DEA foi aplicada para determinação de indicadores de desempenho das capitais e do Distrito Federal brasileiros na área da saúde, utilizando dados de mortalidade para causas externas, doenças circulatórias e mortalidade infantil de alguns capítulos da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10) e Índice de Desenvolvimento Humano-Municipal (IDH-M). Bonacim et al. (2012) anali-

saram a eficiência de 46 hospitais gerais filantrópicos no estado de São Paulo, através de 12 variáveis, dentre equipamentos, funcionários, leitos, óbitos, internações, tempo de permanência e taxa de ocupação. Já De Azevedo Ramos et al. (2015) avaliaram o desempenho dos hospitais que prestam atendimento pelo Sistema único de Saúde (SUS) no estado de São Paulo para ano de 2012, através de dados de porte, esfera administrativa, natureza jurídica, tipo de unidade e atividade de ensino.

Com base nos estudos citados, evidencia-se que não há um modelo padrão para seleção de dados na aplicação da DEA na avaliação da eficiência em saúde pública, pois os critérios de análise estão fortemente relacionados com o que cada estudo pretende mensurar. Assim, dado o propósito deste artigo, tomou-se como base o trabalho feito por Gonçalves et al. (2007), devido ao conjunto de variáveis propostas serem as que promovem a avaliação mais ampla do problema, e seguiram-se as orientações mais relevantes da metodologia DEA, como por exemplo, a quantidade de unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Unit - DMU*) a serem estudadas. Adicionalmente, este estudo buscou dirimir algumas limitações que foram apontadas pelos autores no artigo de Gonçalves et al. (2007).

O objetivo do presente estudo foi analisar a eficiência dos serviços de hospitais públicos das 26 capitais estaduais brasileiras e do Distrito Federal no tratamento de doenças em clínica médica com maior taxa de mortalidade dos capítulos da CID-10 em 2014, através do modelo BCC (VRS – *Variable Returns of Scale*); de Banker, Charnes e Cooper (1984) orientado aos *inputs*. Como diferencial, este artigo contribuiu com a proposição de um método para se levar em conta os fatores intervenientes na eficiência observada, promovendo uma análise mais aprofundada dos resultados encontrados. Assim, este está dividido nesta introdução, no desenvolvimento com as bibliografias, métodos aplicados e resultados, e por fim, as conclusões.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 *Data Envelopment Analysis (DEA)***

A DEA é uma técnica não paramétrica, baseada em programação linear para mensuração da eficiência relativa das DMU's, quando múltiplos inputs e outputs estiverem presentes. Estes são claramente definidos, tanto em processos produtivos

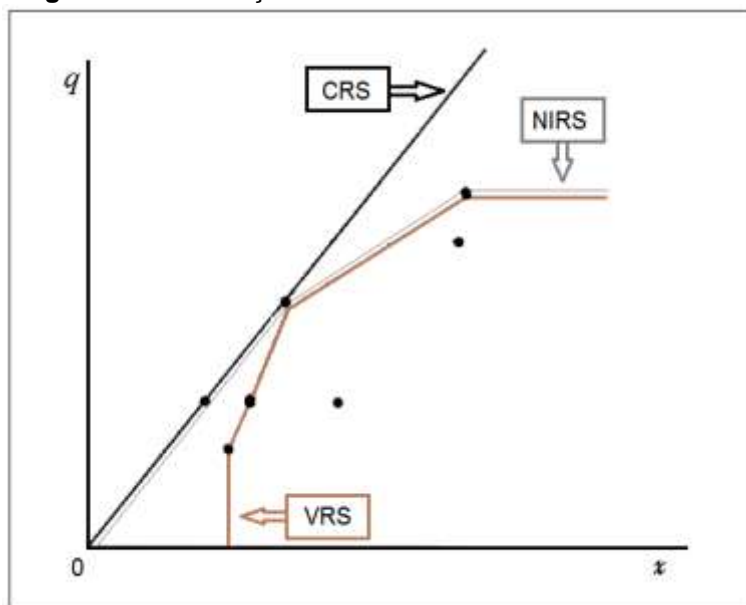
como em serviços, como por exemplo, número de empregados e lucro, input e output, respectivamente. Apresenta em seus resultados não somente a fronteira produtiva, mas a fronteira da melhor prática. Na maioria dos casos busca-se minimizar inputs e maximizar outputs, entretanto, há exceções, como a emissão de poluentes de processo produtivo (COOK *et al.*, 2014).

O primeiro modelo DEA foi desenvolvido por Edward Rhodes, em 1978, orientado por Cooper, onde generalizou o modelo de programação matemática proposto por Farrell em 1957. Aplicou a técnica inicialmente na avaliação do desempenho das escolas públicas norte-americanas, comparando as que participavam ou não de um programa do governo federal. Assim, foram determinadas as DMU's, que seriam as escolas analisadas, sendo as entradas (*insumos-inputs*): número de professores-hora e tempo gasto pela mãe na leitura com o filho, e as saídas (*produtos-outputs*): escores aritméticos, melhoria da autoestima e habilidade psicomotora (CHARNES *et al.*, 1978).

Sendo uma ferramenta que mede a eficiência de todos os tipos de DMU's, alguns critérios devem ser seguidos para garantia da credibilidade e confiabilidade dos resultados. Inicialmente o pesquisador deve buscar DMU's homogêneas, ou seja, que sejam do mesmo segmento e possuam diversas características semelhantes, como por exemplo, um hospital, mas este deve ser classificado como público, privado ou filantrópico. Na sequência, as variáveis de entrada e saída devem ser escolhidas, seguindo a lógica de entradas (*insumos*) e saídas (*produtos*). A quantidade das DMU's a serem analisadas deve ser maior ou igual à multiplicação das variáveis de entrada (*m*) e saída (*s*), multiplicada por dois, onde:  $2 \times (m \times s)$ , ou seja, se forem adotadas 3 entradas e 3 saídas, logo, no mínimo devem ser selecionadas 18 DMU's (DYSON *et al.*, 2001).

O modelo BCC (*VRS – Variable Returns of Scale*) de Banker, Charnes e Cooper (1984) é uma extensão do anterior, acrescido de uma restrição, onde assegura que uma DMU ineficiente será comparada somente se a DMU for de tamanho similar. Já o NIRS (*Non-increasing Returns to Scale*), que estima uma fronteira adicional, considerando retornos não crescentes de escala, onde se faz uma alteração da restrição, que faz com que uma DMU não será comparada com outra substancialmente maior do que ela, mas sim com menores (VARELA, 2008). As fronteiras de eficiência podem ser diferenciadas através da Figura 1.

**Figura 1 - Mensuração da escala de eficiência DEA**



**Fonte:** Adaptado de Coelli et all. (2005, p. 174)

A fronteira VRS possui ao menos um ponto em comum com a fronteira CRS. Isso indica que, quando o modelo VRS é igual ao CRS, têm-se rendimentos constantes de escala. Se não são iguais, cabe verificar as duas outras possibilidades: se  $VRS=NIRS$ , tem-se rendimentos decrescentes; ou se  $VRS \neq CRS \neq NIRS$ , os rendimentos de escala são crescentes (VARELA, 2008). Os três modelos matemáticos são diferenciados apenas por uma restrição, conforme podem ser visualizados no quadro a seguir.

**Quadro 1 - Modelos Análise Envoltória**

<b>Tipo de Fronteira</b>	<b>Orientado aos inputs</b>	<b>Orientado aos outputs</b>
CRS	$\min \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m;$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s;$ $\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n.$	$\max \theta + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m;$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \theta y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s;$ $\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n.$
VRS	Adicionar $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$	
NIRS	Adicionar $\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$	

**Fonte:** Adaptado de Zhu (2009, p.13)

O resultado DEA apresenta quais DMU's são eficientes ou ineficientes do setor ou segmento, e destaca também os *benchmarks*, e quais variáveis a DMU ineficiente deve manter seus esforços para obter a eficiência, e também qual é a folga que a DMU eficiente possui para manter-se na escala da eficiência. Devido a mensuração de eficiência, esta metodologia é aplicada em diferentes setores, como: economia, saúde, educação, energia, transporte, telecomunicações, e outros.

### 2.1.1 Aplicações em DEA

Os estudos de Nunamaker (1983) e Sherman (1984) foram os primeiros estudos aplicando DEA na área da saúde. O primeiro focou na eficiência dos serviços de enfermagem, e o segundo, aplicou em um grupo de hospitais de ensino. Entre 2005 a 2009, mais de 8,5% dos artigos publicados com DEA foi na área de saúde, ficando atrás apenas do setor bancário. Os temas mais abordados foram avaliação da performance hospitalar, saúde básica, casas de repouso, programas de saúde, entre outros (LIU et al., 2013).

Mesmo após 30 anos da publicação do artigo de Charnes et al. (1978), o domínio de aplicações em DEA cresceu de tal forma que quase ninguém na comunidade de investigação da DEA é capaz de acompanhar o seu desenvolvimento e, em também, sobre a forma como a DEA é largamente aplicada no mundo real (cerca de 67% das publicações). As áreas mais aplicadas são bancária, educação (incluindo educação superior), saúde e eficiência hospitalar (LIU et. al., 2013).

No Quadro 2 apresentam-se alguns artigos recentes com aplicações de DEA para mensuração de eficiência em hospitais. Observa-se que não existem padrões de aplicação, há diversidade dos modelos, quantidade de DMU's e a eficiência mensurada, sendo estes diferentes nos cinco exemplos citados acima. Sobre os dados utilizados, compreende-se que não foram os mais recentes a data de suas publicações, uma vez que, dados em saúde, e principalmente saúde pública, nem sempre estão dispostos ao pesquisador.

**Quadro 2** -Estudos de eficiência em hospitais

<b>Autor (es)</b>	<b>Modelo</b>	<b>Objetivo</b>
Shwartz et al. (2016)	DEA-CRS	Criar uma composição para mensuração da qualidade em 112 casas de repouso nos Estados Unidos, com dados de 2007.
Chowdhury e Zelenyukb (2016)	DEA Two-stage	Mensurar o desempenho dos serviços de 113 hospitais no Canadá entre 2003 e 2006.
Mitropoulos et al. (2015)	CCDEA	Medir a eficiência técnica em três esferas (cuidados primários, secundários e terciários) em 117 hospitais públicos, com dados de 2009.
Leleu et al. (2014)	DEA Ponderado	Analisar a viabilidade financeira com base nos pagamentos dos pacientes e eficiência gerencial de 138 hospitais da Flórida (Estados Unidos), com dados de 2005.
Blank e Valdmanis (2010)	DEA-CRS	Explicar o custo das ineficiências medidas no ambiente operacional de 69 hospitais da Holanda, com dados do ano 2000.

**Fonte:** Elaborado pelos autores

No Brasil, os primeiros trabalhos que aplicaram DEA foram os de Marinho (1996), Badin (1997) e Meza (1998). O primeiro mensurou a eficiência organizacional relacionada à aplicação de recursos nos centros de ensino da UFRJ entre 1993-1995. O segundo avaliou a eficiência do faturamento dos 600 maiores supermercados nacionais para o ano de 1996. O terceiro analisou a eficiência de 12 cursos de pós-graduação da COPPE-UFRJ com dados de 1994 a 1996.

A aplicação em hospitais foi elaborada por Façanha e Marinho (1998), onde identificaram e analisaram os problemas de coordenação, de informação, e de mensuração de eficiência relativa em hospitais universitários. Consideraram diferentes abordagens alternativas e executaram a metodologia DEA para 43 hospitais federais brasileiros, com dados referentes ao ano de 1996. Onde obtiveram estimativas de produção e de consumo ótimos, e também, estabelecimento de padrões de referência das melhores práticas para estes hospitais.

Poucos estudos no país, e até mesmo no meio internacional, desenvolvem trabalhos visando a identificação de fatores intervenientes aos processos de avaliação de eficiência nos serviços prestados pelos hospitais públicos. A maioria apresenta a eficiência alcançada com base nas variáveis (inputs e outputs), revelando os *benchmarks* para cada DMU. Assim, a tese de Varela (2008), teve destaque em nossa pesquisa bibliográfica, uma vez que, analisando a eficiência do financiamento e da controladoria em saúde municipal do estado de São Paulo, identificou que: quanto maior a proporção de idosos em um município a prestação de serviço é mais cara; maior densidade populacional, grau de urbanização e escala dos estabeleci-

mentos em saúde favorecem o gasto público em saúde, mas estes fatores não podem ser controlados pelos gestores públicos. Destaca ainda, que o tipo de repasse/transferência feita influencia na eficiência ou ineficiência de cada município. Destaca-se ainda, que o referido estudo, identificou que o indicador de escolaridade influencia positivamente na eficiência, onde uma população mais escolarizada favorece a avaliação de desempenho e a prestação de contas.

## 2.2 Metodologia

O presente artigo teve como base o estudo elaborado por Gonçalves et al. (2007), assim foram selecionadas as mesmas variáveis, mas estas foram relativizadas com o intuito de resultar na eficiência da DMU que melhor gere a redução da mortalidade da população, conforme passo a passo a seguir.

O Sistema Único de Saúde (SUS) possui um Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS), neste concentra todas as informações hospitalares municipais, estaduais e federais. Sobre as internações existem mais de 50 variáveis disponíveis, assim, os dados foram coletados na página do Tabnet (DATASUS, 2015).

A CID-10 foi conceituada para padronizar e catalogar as doenças e problemas relacionados à saúde, tendo como referência a Nomenclatura Internacional de Doenças, estabelecida pela OMS, é subdividida em 22 capítulos (DATASUS, 2015). Então, os dados dos itens dispostos no Quadro 3, foram extraídos da base online, para as 26 capitais estaduais e o Distrito Federal referente ao ano de 2014 para todos os capítulos da CID-10.

**Quadro 3 -Dados**

<b>Item</b>	<b>Definição</b>
Taxa de Mortalidade (%)	Razão entre a quantidade de óbitos e o número de AIH (Autorização de Internamento Hospitalar) aprovadas, computadas como internações, no período, multiplicada por 100.
Internações (número)	Quantidade de AIH aprovadas no período, não considerando as de prorrogação (longa permanência). Este é um valor aproximado das internações, pois as transferências e reinternações estão aqui computadas, inclusive a dos crônicos e psiquiátricos que ultrapassam o período máximo permitido.
Média de Permanência (dias)	Média de permanência das internações referentes às AIH aprovadas, computadas como internações, no período.
AIH Médio	Valor total dividido pela quantidade de AIH aprovada.

**Fonte:** Tabnet (DATASUS, 2015).



Com estes, calculou-se a média ponderada anual (Média ponderada da frequência - estudo pelo indivíduo) para todos os capítulos CID-10 com base na taxa de Mortalidade para os itens Internações, Média de Permanência e AIH Médio. Na sequência, foram selecionados apenas os três capítulos com maior taxa de mortalidade em clínicas médicas no ano de 2014, sendo: I - Algumas doenças infecciosas e parasitárias (A00-B99); IX - Doenças do aparelho circulatório (I00-I99); e X - Doenças do aparelho respiratório (J00-J99).

Após o tratamento dos dados tratados, foram selecionadas as variáveis do modelo DEA (conforme Tabela 1), onde as entradas (*inputs*) correspondem as internações realizadas nos três capítulos citados anteriormente (IntCapI, IntCapIX e IntCapX). As saídas (*outputs*), são a Taxa de Mortalidade (TxMort), a Média de Permanência (MédPer) e o AIH Médio (AIHMéd). Para as variáveis TxMort e MédPer, foi feita a transformação:  $1/TxMort$  e  $1/MédPer$ ; com o intuito de inverter os dados para quanto maior melhor, ou seja, quanto maior for o valor da variável menor será a taxa de mortalidade e a média de permanência.

Na literatura existem diversos modelos e variações da metodologia DEA, mas o presente estudo buscou o que melhor resultasse na eficiência de hospitais públicos no tratamento das especialidades em clínicas médicas, buscando a redução da mortalidade. Assim, os três modelos foram testados orientados aos inputs, mas o VRS foi selecionado, devido a este contemplar mais DMU's eficientes que no modelo CRS, e menos DMU's que o modelo NIRS.

Todos dados foram correlacionados através da *Canonical Correlation Analysis* (CCA), para a normalização destes, e posteriormente, foram plotados na função DEA, ambos no software STATA® versão 14.1. Destaca-se que a proporção de peso no STATA®, já está implementada na execução da rotina do DEA (comando *dea*), mas mesmo assim foi feita a conferência dos pesos pelo uso da CCA (comando *canon*).

**Tabela 1 - Variáveis DEA**

Capital	IntCapl	IntCapIX	IntCapX	TxMort	MédPer	AIHMéd
Porto Velho	318,6	171,58	248,2	10,89	10,91	2.454,62
Rio Branco	118,97	149,68	110,93	11,46	11,47	136,84
Manaus	580,82	559,41	889,06	7,14	7,19	603,04
Boa Vista	103,25	77,23	205,94	5,94	6,24	202,94
Belém	665,1	663,08	793,45	10,5	10,6	630,46
Macapá	105,68	119,78	199,83	7,09	7,22	217,57
Palmas	83,42	144,35	167,85	10,37	10,4	133,25
São Luís	346,35	518,95	459,95	12,37	12,61	397,9
Teresina	386,44	531,84	438,81	12,35	12,33	438,19
Fortaleza	1.091,46	1.739,31	1.481,95	9,02	9,07	1.276,84
Natal	425,69	405,19	373,27	11,07	11,25	572,35
João Pessoa	467,63	631,58	674,72	9,05	9,18	569,33
Recife	1.583,99	3.020,72	1.418,65	9,59	9,63	1.800,41
Maceió	440,94	676,56	440,48	9,3	9,31	709,88
Aracaju	178,68	315,91	232,67	8,63	8,72	296,04
Salvador	832,61	1.606,26	956,71	10,2	10,22	980,03
Belo Horizonte	999,71	2.285,19	1.441,18	8,43	8,5	1.509,39
Vitória	321,2	337,09	283,25	5,65	5,95	523,4
Rio de Janeiro	1.008,09	1.485,57	1.060,70	18,78	18,79	1.061,65
São Paulo	2.888,18	6.253,32	4.746,53	13,34	13,54	4.095,09
Curitiba	407,14	925,18	1.175,75	7,71	7,71	1.414,51
Florianópolis	180,05	230,53	291,58	9,68	9,65	329,04
Porto Alegre	869,48	1.955,23	1.444,35	9,23	9,46	1.243,78
Campo Grande	244,94	482,77	372,54	11,81	12,01	528,31
Cuiabá	286,51	404,24	264,72	12,05	12,26	332,77
Goiânia	739,44	1.366,08	1.065,87	7,18	7,26	946,28
Brasília	608,35	1.259,47	1.192,06	9,55	9,64	1.032,44

**Fonte:** Adaptado de DATASUS (2014)

Após a obtenção do resultado sobre quais DMU's são eficientes e ineficientes nos serviços prestados pelos hospitais públicos, foram analisados os fatores estruturais intervenientes que colaboraram com as condições favoráveis ou desfavoráveis para cada uma delas ter chegado a determinado resultado, destacando ainda quais foram seus *benchmarks*.

Os fatores estruturais intervenientes que figuraram como variáveis intervenientes no estudo foram: Valor Gasto em Saúde (GS), Taxa de IDH-M-2010 (IDHM), Quantidade de População Rural (PR), Quantidade de Leitos (QL), População Total (PT), Quantidade de Hospitais SUS (HS) e Quantidade de Hospitais Não-SUS (HNS) - estas foram coletadas na base de dados do DATASUS (2015) e Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos (SIOPS, 2015)- e relativizadas em 5 novos índices conforme apresentado na Tabela 2. Para tanto, com o resultado percentual do DEA e estes índices, foram feitas regressões através da Regressão Linear Múltipla

(RLM) no STATA®, com os comandos *regress* e *predict*, resultando nos preditos de eficiência (PredEficiência) para cada uma das capitais estudadas, exceto para Brasília.

**Tabela 2** - Variáveis intervenientes

<b>Índice</b>	<b>Relativização</b>
GpPop	Razão entre GS e PT
PpRur	Razão entre PR e PT
LpPop	Razão entre QL e PT
PhSus	Razão entre PHS e HNS
IDHM	IDH-M-2010

**Fonte:** Dados adaptados pelos autores com base no do DATASUS (2014) e SIOPS (2015)

O presente estudo contou com dados completos para a sua realização (sem a presença de lacunas na base utilizada) para os capítulos selecionados na CID-10 no ano de 2014. Mas, a base de dados do SIOPS (2015), não dispunha dos dados para capital Brasília na variável GS, assim a mesma foi removida da RLM.

### 2.3 Resultados

Fazendo uma breve análise sobre as peculiaridades dos dados selecionados para as capitais na Tabela 1, destaca-se que São Paulo possui a maior quantidade de internações em todos os capítulos da CID-10 analisados, sendo quase 14 mil internações realizadas, na sequência Recife, com mais de 6 mil internações, e Belo Horizonte com 4.726. Em contra partida, Rio Branco, São Luiz e Palmas realizaram menos de 400 internações cada. A maior taxa de mortalidade e média de permanência foram identificadas no Rio de Janeiro: 0,05 para ambas; já em Vitória visualizam-se as menores taxas: 0,18 e 0,17.

Os maiores valores gastos com as AIH em média foram em: São Paulo (R\$ 4.095,09), Porto Velho (R\$ 2.454,62) e Recife (R\$ 1.800,41), e as capitais que gastaram menos de R\$ 220,00 foram: Macapá, Rio Branco, Boa Vista e Palmas.

O resultado gerado pela metodologia DEA-VRS (Tabela 3), apresentou que das capitais estudadas seis compuseram a curva de 100% de eficiência, sendo Porto Velho, Rio Branco, Boa Vista, Palmas, São Paulo e Vitória. A única capital que chegou mais próxima à eficiência foi Macapá. Já as capitais: Curitiba, Aracaju, Florianópolis e Campo Grande, atingiram ente 71 e 50%. E as 16 restantes, atingiram valores abaixo de 50%, destacando-se a capital Recife, com 16%.

**Tabela 3 - Resultados DEA**

Capital	Rank	Theta	Porto Velho	Rio Branco	Boa Vista	Palmas	Rio de Janeiro	São Paulo
Porto Velho	1	100%	1	0	0	0	0	0
Rio Branco	1	100%	0	1	0	0	0	0
Boa Vista	1	100%	0	0	1	0	0	0
Palmas	1	100%	0	0	0	1	0	0
Rio de Janeiro	1	100%	0	0	0	0	1	0
São Paulo	1	100%	0	0	0	0	0	1
Macapá	7	94%	0,0216	0,0204	0,4901	0,4679	0	0
Campo Grande	8	90%	0,5101	0,4899	0	0	0	0
Cuiabá	9	84%	0,6060	0,3940	0	0	0	0
São Luís	10	78%	0,7582	0,2418	0	0	0	0
Teresina	11	64%	0,6491	0,3509	0	0	0	0
Aracaju	12	64%	0,0695	0,4218	0	0,5088	0	0
Florianópolis	13	60%	0,0802	0,0824	0,1325	0,7048	0	0
Curitiba	14	52%	0,5519	0	0	0,4481	0	0
Vitória	15	47%	0,1668	0,8281	0	0,0051	0	0
Natal	16	38%	0,1959	0,7792	0,0249	0	0	0
Maceió	17	36%	0,2476	0,5002	0	0,2521	0	0
Brasília	18	29%	0,3874	0	0	0,6126	0	0
João Pessoa	19	27%	0,1879	0	0	0,8121	0	0
Manaus	20	23%	0,1935	0	0,2950	0,5114	0	0
Porto Alegre	21	23%	0,4784	0	0	0,5216	0	0
Goiânia	22	22%	0,3502	0	0	0,6498	0	0
Belo Horizonte	23	22%	0,5928	0	0	0,4072	0	0
Belém	24	22%	0,2116	0,3858	0,0657	0,3369	0	0
Salvador	25	20%	0,3647	0,0280	0	0,6072	0	0
Fortaleza	26	18%	0,4926	0	0	0,5074	0	0
Recife	27	16%	0,7182	0	0	0,2818	0	0

**Fonte:** Elaborado pelos autores

Em suma, os *benchmarks* para as capitais ineficientes são as seis capitais eficientes. Onde Porto Velho é *benchmark* para todas as 21 capitais ineficientes; Palmas para 17; Boa Vista para 16; Rio Branco para 13; e, São Paulo e Vitória são *benchmarks* para elas mesmas somente. Ou seja, cada DMU ineficiente deve se espelhar nos percentuais das suas correspondentes eficientes para obtenção de sua futura eficiência, que somam 1, ou seja 100%.

A RLM teve o objetivo de verificar a existência de correlações entre variáveis dependentes e as independentes, onde o resultado obtido apresentou um R-Quadrado Ajustado (Adj R<sup>2</sup>) de 47% da variabilidade da eficiência contabilizada no modelo, levando em consideração as cinco variáveis independentes para as 26 capitais analisadas nesta técnica estatística.

Considerando um P-valor menor que 10% e confiabilidade de 95%, a RLM também resultou que 3 das 5 variáveis obtiveram P-valor abaixo de 10%: PpRur (0,5%), IDHM (0,9%) e PhSus (7,3%); e as demais ficaram acima: GpPop (10,5%) e LpPop (20,1%). Assim, verifica-se que PpRur, IDHM e PhSus têm influência nos resultados da eficiência DEA, justificando a existência de problemas estruturais nas capitais. Conseqüentemente, quanto maior for o valor destas três variáveis intervenientes, maior será o predito esperado em relação a saúde da população e eficiência no gasto público em saúde. Uma vez que, com maior quantidade de população rural, existe menor incidência de doenças respiratórias, cardiovasculares e infectocontagiosas; com IDHM maior a população tem poder aquisitivo maior para uso de serviços de saúde privado; e, com mais hospitais, pode-se tratar mais pessoas. Já as variáveis GpPop e LpPop, resultaram em valores acima dos 10%, demonstrando que não tiveram influência significativa nos resultados deste estudo.

As eficiências esperadas (PredEficiência) para as 26 capitais, geradas com os 5 índices, foram comparadas com as eficiências observadas (Eficiência DEA) na Tabela 4. Assim, a única capital que obteve o resultado esperado de 100% de eficiência foi Porto Velho. Já demais capitais eficientes no DEA (Rio Branco, Boa Vista, Palmas, Vitória e São Paulo), demonstraram através de um predito menor, que apesar das condições estruturais das cidades, do gasto em saúde e a da gestão pública, estas conseguiram proporcionar melhores resultados para a área de saúde nas variáveis estudadas. Da mesma forma, as capitais Curitiba, Aracaju, Campo Grande, Maceió e Natal, estas gerem bem os recursos que possuem, frente às interveniências existentes, destacando-se as capitais Aracaju e Maceió, que fazem mais que o dobro do esperado.

Entretanto, as capitais: Macapá, Florianópolis, Cuiabá, São Luís, Teresina, João Pessoa, Manaus, Goiânia, Porto Alegre, Belo Horizonte, Belém, Salvador, Rio de Janeiro e Recife, tiveram o mesmo resultado, pois apesar das condições favoráveis, os resultados foram inferiores ao predito. Pode-se ainda, destacar os resultados das capitais: Macapá, Florianópolis e Fortaleza, onde a primeira, teve 104% na eficiência esperada, mas obteve 96% no DEA; a segunda foi a capital com maior diferença, chegando a 36% abaixo do que era esperado; e a última, que não oscilou entre o esperado e o observado.

Para explicar este fenômeno, as peculiaridades de cada capital em relação aos fatores intervenientes devem ser analisadas individualmente, como no caso do Rio de Janeiro e Recife, que mesmo tendo uma eficiência esperada acima de 40%, ambas atingiram eficiência observada abaixo de 20%. Isso pode ser justificado pela inexistência de população rural, que contribui para a redução de doenças respiratórias; baixa quantidade de leitos (ambas abaixo de 0,07% leitos/habitante), que reduz a possibilidade de atendimento elevando as taxas de mortalidade; e ainda, por outros fatores não mensurados por este estudo, como epidemias, campanhas de saúde, má gestão dos recursos públicos, etc.

Além desses, outros fatores podem justificar as ineficiências das capitais, como a localização geográfica, que faz com que pacientes de cidades menores busquem tratamento em locais especializados, geralmente nas capitais (*rent-seeking*); a reestruturação hospitalar recente em algumas capitais que ainda não surtiu efeito no aumento dos atendimentos; o fator corrupção presente em diversos setores públicos ligados a gestão de saúde que fazem que o gasto seja alto e o retorno seja baixo.

A OMS (2010) apontou no relatório que os sistemas de saúde absorvem muitos recursos, e estudos comprovam que mais da metade do que se gasta em saúde é desperdiçado, seja em países desenvolvidos ou não, onde em alguns mesmo tendo economias diferentes, possuem resultados similares em saúde aplicando menos dinheiro. Afirma ainda que, diversas são as causas que geram a ineficiência da cobertura em saúde, mas as principais são os medicamentos (preços elevados, baixa qualidade, utilização inapropriada); produtos e serviços de saúde (diagnóstico, profissionais, duração de internamento, infraestrutura, erro médico, qualidade); fugas no sistema (desperdício, corrupção e fraude); e intervenções em saúde (estratégias inapropriadas e ineficientes).

**Tabela 4 - Predito de Eficiência**

<b>Capital</b>	<b>Eficiência DEA</b>	<b>PredEficiência</b>	<b>Diferença</b>
Porto Velho	100%	101%	-1%
Rio Branco	100%	91%	9%
Boa Vista	100%	67%	33%
Palmas	100%	62%	38%
Vitória	100%	72%	28%
São Paulo	100%	76%	24%
Macapá	96%	104%	-7%
Curitiba	71%	52%	19%
Aracaju	68%	29%	39%
Florianópolis	60%	96%	-36%
Campo Grande	50%	39%	11%
Cuiabá	47%	50%	-3%
Maceió	38%	18%	20%
Natal	37%	32%	5%
São Luís	35%	54%	-19%
Teresina	34%	51%	-16%
João Pessoa	28%	35%	-7%
Manaus	24%	55%	-31%
Goiânia	24%	41%	-17%
Porto Alegre	23%	30%	-8%
Belo Horizonte	23%	31%	-9%
Belém	22%	28%	-7%
Salvador	21%	34%	-14%
Fortaleza	19%	19%	0%
Rio de Janeiro	18%	45%	-27%
Recife	16%	41%	-25%

**Fonte:** Elaborado pelos autores

### 3 CONCLUSÕES

O estudo realizado utilizando a metodologia DEA-VRS para avaliar eficiência dos serviços de hospitais das capitais brasileiras e do Distrito Federal no tratamento de doenças nas especialidades de clínicas médicas, tendo como variáveis de entrada (*inputs*) as Internações realizadas nos Capítulos I, IX e X da CID-10, e a Taxa de Mortalidade, Média Permanência e o AIH Médio, como saídas (*outputs*). O trabalho foi inspirado no artigo de Gonçalves et al. (2007), que utilizaram a mesma metodologia e variáveis similares, na avaliação de hospitais públicos no tratamento em especialidades em clínicas médicas.

Priorizou-se o desempenho das capitais brasileiras de acordo com as doenças com maior incidência em mortalidade e internações, minimizando internações. Os resultados apontaram a dificuldade da gestão pública, uma vez que das 26 capitais e Distrito Federal, apenas seis delas compuseram a curva de eficiência a partir das variáveis selecionadas. Entretanto, através da RLM, identificaram-se fatores intervenientes estatisticamente significativos e que revelam que os problemas estruturais de cada capital influenciam diretamente na eficiência dos hospitais nos tratamentos das doenças estudadas e na redução da taxa de mortalidade. Assim, em contrário aos achados por Gonçalves et al. (2007), o presente artigo além de identificar as eficiências relativas, identificou fatores intervenientes da eficiência observada.

Como limitação na elaboração do presente estudo, encontrou-se a ausência de dados para capital Brasília, dado que em algumas bases de dados a mesma é considerada município, em outras é agrupada a seus satélites e reportada como Distrito Federal, impossibilitando sua comparação adequada as demais DMUs.

Sendo de suma importância social e econômica a elaboração de estudos em gestão hospitalar pública e gasto público em saúde, dirimir as interveniências com a resolução ou redução das questões adversas, contribuirá significativamente na melhoria da eficiência de cada capital. Logo, para estudos futuros recomenda-se a verificação dos fatores destacados nos estudos da OMS (2010), como corrupção, tratamentos errados, aquisições indevidas, e demais, que influenciem no tratamento das doenças em especialidades de clínica médica e redução da taxa de mortalidade. Este estudo poderia ainda ser ampliado, englobando todos os capítulos da CID-10, ou ser feita uma análise com mais períodos, para uma capital ou estado específico.

## REFERÊNCIAS

ANGULO-MEZA, L. **Data Envelopment Analysis na determinação da Eficiência dos Programas de Pós-Graduação da COPPE-UFRJ**. Tese (Mestrado) - COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

ANTOUN NETTO, S. O. LINS, M. P. E. Análise Envoltória de Dados (DEA) aplicada na determinação de indicadores de desempenho das capitais e do Distrito Federal brasileiros na área da saúde. Congresso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa (CLAIO) e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO). Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2012/pdf/arq0238.pdf>. Acesso em: 10/12/2015.



BADIN, N. T. **Avaliação da produtividade de supermercados e seu benchmarking**. Florianópolis, 1997. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

BANKER, R. D., CHARNES, A., e COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science** v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>

BLANK, J. L. T; VALDMANIS, V. G. Environmental factors and productivity on Dutch hospitals: a semi-parametric approach. **Health Care Management Science**, v. 13, n. 1, p. 27-34, 2010. <http://doi:10.1007/s10729-009-9104-0> .

BONACIM, C. A. G., SEDIYAMA, M. Y. N., AQUINO, A. C. B. Avaliação da eficiência de hospitais filantrópicos de pequeno porte pela Análise Envoltória de Dados (DEA). ENCONTRO NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E GOVERNO (ENAPG). **Anais...** Salvador, 2012.

BOUERI, R., ROCHA, F., RODOPOULOS, F. Avaliação da qualidade do gasto público e mensuração da eficiência. Capítulo 1: Um retrato do gasto público no Brasil: por que se buscar a eficiência. **Secretaria do Tesouro Nacional**. Brasília, 2015: 19-47. Disponível em: <http://ucp.fazenda.gov.br/Noticias/qualidade-do-gasto-publico/LivroQualidadedoGastoPblicoSTNMF.pdf> . Acesso em: 10/12/2015.

CHARNES, A., COOPER, W. W., RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/bc29/d088920f171a9013cb7e936cde34f3ba884f.pdf> Acesso em: 10 dez. 2015.

CHOWDHURY, H.. ZELENYUK, V. Performance of hospital services in Ontario: DEA with truncated regression approach. **Omega**, v. 63, p. 111-122, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.omega.2015.10.007> .

COELLI, T. J., RAO, D. S. P. O'DONNELL, C. J., BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Springer, 2nd Edition. New York, 2005.

COOK, W. D.; TONE, K.; ZHU, J. Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. **Omega**, v. 44, p. 1-4, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2013.09.004>

DATASUS. CID-10. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/cadastros-nacionais/cid-10> Acesso em: 10 nov. 2015.

DATASUS. Informações de Saúde (TABNET): Morbidade e Epideomológicas. 2014. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/cadastros-nacionais/cid-10> Acesso em: 10 nov. 2015.

DE AZEVEDO RAMOS, M. C.A., CRUZ, L. P., KISHIMA, V. C., POLLARA, W. M., LIRA, A. C.O., COUTTOLENC, B. F. Avaliação de desempenho de hospitais que prestam atendimento pelo sistema público de saúde, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 49, n. 43, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005748> .

DYSON, R. G., ALLEN, R., CAMANHO, A. S., PODINOVSKI V. V., SARRICO, C. S., SHALE, E. A. Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of Operational Research**, v. 132, p. 245–259, 2001. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2005.03.025>.

FAÇANHA, L. O., MARINHO, A. Hospitais universitários: mecanismos de coordenação e avaliação comparativa de eficiência. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 6, n. 19, p. 201-235, abr./jun. 1998. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/avalia/bibliografia/marinho\\_hospuniv\\_avalia.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/avalia/bibliografia/marinho_hospuniv_avalia.pdf) . Acesso em: 10/12/2015.

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. **Rev. Saúde Pública**, v. 41, n. 3, p. 427-35, 2007. <http://doi.10.1590/S0034-89102006005000023> .

JI, Y., LEE, C. Data Envelopment Analysis. **The Stata Journal**, v. 10, n. 2, p. 267-80, 2010. Disponível em: <<http://www.stata-journal.com/article.html?article=st0193>> Acesso em: 10 nov. 2015.

LELEU, H. MOISES, J. VALDMANIS, V. G. How do payer mix and technical inefficiency affect hospital profit? A weighted DEA approach. **Operations Research for Health Care**, v. 3, n. 4, p. 231-237, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.orhc.2014.06.002>.

LIU, J. S.; LU, L. Y. Y.; LU, W.-M.; LIN, B. J. Y. A survey of DEA applications. **Omega**, v. 41, n. 5, p. 893–902, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2012.11.004>

LOBO, M. S. C. LINS, M. P. E. Avaliação da eficiência dos serviços de saúde por meio da análise envoltória de dados. **Cad. Saúde Colet.**, (Rio J.), v. 19, n. 1, 2011. [http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011\\_1/artigos/CSC\\_v19n1\\_93-102.pdf](http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_1/artigos/CSC_v19n1_93-102.pdf)

MARINHO, A. **Avaliação organizacional de uma universidade pública: uma abordagem não-paramétrica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ**. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado) -FGV, 1996.

MITROPOULOS, P. TALIAS, M. A. 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**, v. 243, n. 1, p. 302-311, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.11.012>

OMS (Organização Mundial de Saúde). Financiamento dos sistemas de saúde: o caminho para cobertura universal. **Relatório Mundial de Saúde**. Brasil, 2010. Disponível em: [http://www.who.int/whr/2010/whr10\\_pt.pdf](http://www.who.int/whr/2010/whr10_pt.pdf) Acesso em: 05 jan. 2016.

POKER JR. J. H. CROZATTI, J. Gastos públicos com saúde e qualidade de vida nos municípios brasileiros: influência na variação do IDH Expectativa de vida na última década. **Cadernos de Finanças Públicas**, 2013. Disponível em: [http://www.esaf.fazenda.gov.br/assuntos/biblioteca/arquivos-gerais/cfp-n13\\_2013.pdf](http://www.esaf.fazenda.gov.br/assuntos/biblioteca/arquivos-gerais/cfp-n13_2013.pdf) Acesso em: 10 dez. 2015.

SEIFORD, L. M. A DEA bibliography (1978-1992). In: Charnes, A.; Cooper, W. W. & Lewin, A. Y. (eds.). **Data envelopment analysis: theory, methodology and applications**. Kluwer Academic Press, 1994.

SHWARTZ, M. BURGESS, J. F. ZHU, J. A DEA based composite measure of quality and its associated data uncertainty interval for health care provider profiling and pay-for-performance. **European Journal of Operational Research**, v. 253, n. 2, p. 489-502, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2016.02.049>

SIOPS. Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde. Disponível em: <<http://siops-asp.datasus.gov.br/CGI/tabcgi.exe?SIOPS/serhist/municipio/mIndicadores.def>> Acesso em: 10 nov. 2015.

VARELA, P. S. **Financiamento e controladoria dos municípios paulistas no setor saúde: uma avaliação de eficiência**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008. <http://doi.10.11606/T.12.2008.tde-19012009-113206>

ZHU, J. Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets. **Springer**, 2nd Edition. New York, 2009.



Artigo recebido em 03/03/2017 e aceito para publicação em 18/04/2017  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v17i3.2769>