

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO COPPEAD DE ADMINISTRAÇÃO

ANALÚCIA PEREIRA MATERA MACHADO

TRADE-OFF ENTRE EFICIÊNCIA TÉCNICA E QUALIDADE ASSISTENCIAL
EM HOSPITAIS PRIVADOS NO BRASIL

RIO DE JANEIRO

2020

Analúcia Pereira Matera Machado

TRADE-OFF ENTRE EFICIÊNCIA TÉCNICA E QUALIDADE ASSISTENCIAL
EM HOSPITAIS PRIVADOS NO BRASIL

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Administração.

Orientadora: Prof.^a Cláudia Affonso Silva Araújo, D.Sc.

Coorientador: Prof. Alexandre Marinho, D.Sc

Rio de Janeiro

2020

CIP - Catalogação na Publicação

P436t Pereira Matera Machado, Analúcia
Trade-Off entre Eficiência Técnica e Qualidade Assistencial em Hospitais Privados no Brasil / Analúcia Pereira Matera Machado. -- Rio de Janeiro, 2020.
153 f.

Orientadora: Claudia Affonso Silva Araújo.
Coorientador: Alexandre Marinho.
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto COPPEAD de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2020.

1. Eficiência. 2. Qualidade. 3. Hospitais. 4. DEA. 5. TOPSIS. I. Affonso Silva Araújo, Claudia, orient. II. Marinho, Alexandre, coorient. III. Título.

Analúcia Pereira Matera Machado

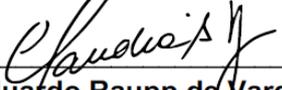
TRADE-OFF ENTRE EFICIÊNCIA TÉCNICA E QUALIDADE ASSISTENCIAL EM
HOSPITAIS PRIVADOS NO BRASIL

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Administração.

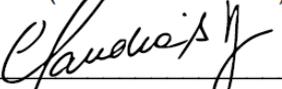
Aprovada por:



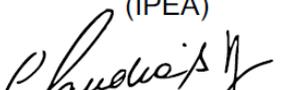
Profª Claudia Afonso Silva Araújo, D.Sc. - Orientadora
(COPPEAD/UFRJ) (Presidente da Banca)



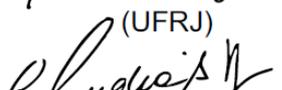
Prof Eduardo Raupp de Vargas D.Sc.
(COPPEAD/UFRJ)



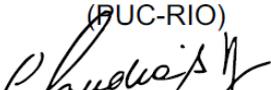
Prof. Alexandre Marinho, D.Sc.
(IPEA)



Prof. Adriano Proença, D.Sc.
(UFRJ)



Profª Julia Lima Fleck, Ph.D.
(FUC-RIO)



Profª Ligia Bahia, D.Sc.
(IESC)

Rio de Janeiro
2020

Aos meus pais, Ruy e Jeanette, a quem devo a vida e muito mais. Tudo o que sei sobre dignidade, honestidade, integridade, lealdade, generosidade, solidariedade, compaixão, humildade, respeito, justiça, tolerância, paciência, coragem, determinação, otimismo, alegria, gratidão, perdão e acima de tudo fé.

Ao meu marido, Claudio, na alegria e na tristeza, na saúde e na doença, na riqueza e na pobreza, amando-te, respeitando-te e sendo-te fiel, em todos os dias de minha vida, até que a morte nos separe. Amor da minha vida. Unforgettable, that's what you are.

Aos meus filhos, Guilherme e Mariana, que são tudo para mim. Meus melhores presentes, meus sonhos concretizados. O que tenho de melhor, o que fiz de melhor. Que dão sentido à minha vida, que me fazem viver. A melhor parte de mim. Meus amores eternos.

Aos meus irmãos, Eduardo e Sheila, amor que não se pede, amor que não se mede. Que o tempo e a distância não apagam. Choros e lágrimas; risos e gargalhadas. Ontem, hoje e sempre.

À Jellybean, minha querida netinha de quatro patas, que me tirou da cama, me colocou para caminhar, me fez companhia nas madrugadas, me trouxe alegria nas horas de tristeza.

AGRADECIMENTOS

À professora Cláudia Araújo, responsável em muito por termos começado, e em muito mais por termos chegado até aqui. Não encontro palavras para agradecer os ensinamentos e os questionamentos, a dedicação e a atenção, a insistência e a resiliência, o apoio e o carinho. Terá minha admiração e gratidão eternas. *No way out!*

Ao professor Alexandre Marinho, que me orientou por uma selva de números, onde tigres gostam de atacar de surpresa. Mas, me garantiu que, se eu o visse, e se ele visse que eu o tinha visto, teria uma chance. Entre fábulas e citações, me fez ver que apesar do bicho ser feio, vale à pena caçá-lo, *ceteris paribus!*

Ao amigo Felipe Ferreira, pela paciência diante de minha ignorância computacional, pela ajuda, a tempo e a hora, mesmo à distância, pelas gentis palavras de ânimo.

À minha querida Ticiane Lombardi, muito mais que secretária, pelos puxões de orelha, pelas muitas ajudas, pelo encorajamento e torcida.

Ao Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, minha segunda casa há 35 anos. Aos meus mestres, que me ensinaram mais que medicina. Ao Centro de Tratamento Intensivo do HUCFF, aos meus chefes, aos colegas de trabalho, de uma equipe multidisciplinar de excelência. Aos amigos, de tantas noites em claro. Aos pacientes, que a nós confiaram suas vidas. Que eu tenha sido digna desta confiança.

RESUMO

Analúcia Pereira Matera Machado. **Trade-Off entre Eficiência Técnica e Qualidade Assistencial em Hospitais Privados no Brasil**. Rio de Janeiro, 2020. Tese (Doutorado em Administração) – Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

O setor saúde, no mundo e no Brasil, enfrenta um cenário de recursos escassos, aumento da demanda e aumento dos custos, e a otimização do seu desempenho é imperativa para sua sustentabilidade. Nas últimas décadas, estudos de eficiência receberam crescente ênfase neste setor, especialmente em relação às instituições hospitalares. Entretanto, pesquisadores têm questionado se a preocupação com eficiência e custos poderia afetar a qualidade da assistência. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas para verificar se existe *trade-off* entre estas duas dimensões em instituições hospitalares. No entanto, estas pesquisas são escassas, não apresentam uniformidade para os métodos empregados ou para as variáveis utilizadas, e evidenciam resultados contraditórios. Os estudos iniciais apontavam para uma relação conflitiva entre eficiência e qualidade, porém, os estudos mais recentes apontam para a inexistência de *trade-off* e consideram que variáveis de qualidade devem ser incorporadas na mensuração da eficiência. Esta pesquisa se propôs a contribuir com a literatura no que se refere ao debate sobre este *trade-off*, analisando as relações entre eficiência técnica e qualidade assistencial, representada por sua componente de desempenho técnico, em uma amostra de instituições hospitalares brasileiras de alta complexidade operacional e acreditadas como instituições de excelência em assistência à saúde. Para avaliação da eficiência foi empregada a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA), um método não paramétrico de mensuração de eficiência, e para a determinação de um índice de qualidade assistencial foi empregado o TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), um método de apoio à decisão multicritério. Em função de ter sido identificado na literatura o emprego deste e outros métodos de apoio à decisão multicritério na avaliação de instituições hospitalares; esta pesquisa também se propôs a comparar os resultados dos métodos DEA e TOPSIS, para a análise do desempenho e para o estabelecimento de *benchmark* de instituições hospitalares. Como resultados principais, não se verificou *trade-off* entre as dimensões da eficiência técnica e da qualidade assistencial e também não se verificou impacto com a inclusão da dimensão da qualidade assistencial, nem na mensuração dos estimadores de eficiência pelo método DEA, nem na estimativa dos

índices de qualidade pelo método TOPSIS. O método TOPSIS mostrou ser uma alternativa ao método DEA para a avaliação do desempenho e para o estabelecimento de *benchmark* de instituições hospitalares. Pesquisas futuras, comparando instituições com o mesmo desempenho em eficiência e diferentes graus de maturidade em gestão da qualidade, e vice-versa, poderão avaliar se o *trade-off*, descrito por alguns estudos, poderia estar refletindo diferentes estágios de evolução destas dimensões, nas instituições hospitalares avaliadas.

Palavras chave: Eficiência, Qualidade, Hospitais, DEA, TOPSIS.

ABSTRACT

Analúcia Pereira Matera Machado. **Trade-Off entre Eficiência Técnica e Qualidade Assistencial em Hospitais Privados no Brasil**. Rio de Janeiro, 2020. Tese (Doutorado em Administração) – Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

The health sector, in the world and in Brazil, faces a scenario of scarce resources, increased demands and increased costs, and the optimization of its performance is imperative to its sustainability. In the last decades, efficiency studies have received growing emphasis in this sector, specially concerning hospital institutions. However, researchers have questioned whether concerns about efficiency and costs could affect the quality of care. Researches have been carried out to verify the existence of a trade-off between those two dimensions in hospital institutions. However, these researches are scarce, do not have uniformity for the methods or for the variables used, and evidenced contradictory results. The initial studies have pointed to a conflicting relationship between efficiency and quality; however, the most recent ones point to the lack of a trade-off and consider that quality variables should be incorporated into the efficiency measurement. This research proposed to contribute to the literature regarding the debate on this trade-off, analyzing the relationship between technical efficiency and quality of care, represented by its component of technical performance, in a sample of Brazilian hospitals with high operational complexity and accredited as institutions of excellence in healthcare. To evaluate efficiency, DEA (Data Envelopment Analysis), a non-parametric method of measurement of efficiency, was used, and TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), a method of support to multicriteria decision making, was employed to determine an assistance quality index. Due to the identification in the literature of the use of this and other methods to support multicriteria decision making in the evaluation of hospital institutions, this research also proposed to compare the results of the DEA and TOPSIS methods, for the analysis of the performance and for the establishment of benchmark of hospital institutions. As main results, the trade-off between technical efficiency and quality of care has not been verified and there was also no impact with the inclusion of the quality of care dimension, neither in the measurement of efficiency estimators by the DEA method, nor in the estimation of quality indexes using the TOPSIS method. The TOPSIS method proved to be an alternative to the DEA method for the evaluation of performance and for the establishment of a benchmark for hospital institutions.

Future researches, comparing hospitals with the same performance in efficiency and different degrees of maturity in quality management, and *vice versa*, will be able to assess whether the trade-off, described by some studies, could be reflecting different stages of evolution of these dimensions, in the evaluated institutions.

Key words: Efficiency, Quality, Hospitals, DEA, TOPSIS

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Fronteiras CRS e VRS	43
----------------------------------	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Quantitativo de artigos selecionados ao longo do tempo	54
Gráfico 02 - Distribuição das variáveis de recursos humanos para a totalidade das DMUs	74
Gráfico 03 - Distribuição da variável taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa para a totalidade das DMUs	77
Gráfico 04 – Distribuição dos índices de qualidade estimados pelo método TOPSIS para a totalidade das DMUs	79
Gráfico 05 - Distribuição dos escores de eficiência calculados para o modelo DEA sem Q para a totalidade das instituições hospitalares	82
Gráfico 06 - Distribuição dos escores de eficiência calculados para o modelo DEA com Q para a totalidade das instituições hospitalares	82
Gráfico 07 - Distribuição dos escores de eficiência calculados para os modelos DEA sem Q e DEA com Q para as UFs	83
Gráfico 08 – Distribuição dos índices de desempenho estimados para o modelo TOPSIS sem Q para a totalidade das DMUs	85
Gráfico 09 – Distribuição dos índices de desempenho estimados para o modelo TOPSIS com Q para a totalidade das DMUs	85
Gráfico 10 – Distribuição dos índices de desempenho estimados para os modelos TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q para as UFs	86
Gráfico 11 - Dispersão DEA sem Q vs TOPSIS IQ	88
Gráfico 12 - Dispersão DEA sem Q vs DEA com Q	90
Gráfico 13 - Dispersão DEA sem Q vs TOPSIS sem Q	92
Gráfico 14 - Dispersão DEA com Q vs TOPSIS com Q	92
Gráfico 15 - Dispersão TOPSIS sem Q vs TOPSIS com Q	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Critérios para Classificação Hospitalar por Porte	63
Tabela 02 - Percentual de aproveitamento das instituições por UF	65
Tabela 03 - Características das instituições hospitalares	67
Tabela 04 - Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> quantitativos para a totalidade das DMUs	73
Tabela 05 - Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> quantitativos para as UFs	75
Tabela 06 - Estatística descritiva dos <i>outputs</i> qualitativos para a totalidade das DMUs	76
Tabela 07 - Estatística descritiva dos <i>outputs</i> qualitativos para as UFs	77
Tabela 08 – Estatística descritiva dos índices de qualidade estimados pelo método TOPSIS para a totalidade das DMUs	79
Tabela 09 – Estatística descritiva dos índices de qualidade estimados pelo método TOPSIS para as UFs	80
Tabela 10 - Estatística descritiva dos escores de eficiência calculados para os modelos DEA sem Q e DEA com Q para a totalidade das DMUs	81
Tabela 11 - Estatística descritiva dos escores de eficiência calculados para os modelos DEA sem Q e DEA com Q considerando as UFs	83
Tabela 12 – Estatística descritiva dos índices de desempenho estimados para os modelos TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q para a totalidade das DMUs	84
Tabela 13 – Estatística descritiva dos índices de desempenho estimados para os modelos TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q considerando as UFs	86
Tabela 14 - Resultados para escores DEA sem Q e para os índices TOPSIS IQ	87
Tabela 15 - Resultados para os escores de eficiência para os modelos DEA sem Q e com Q	89
Tabela 16 - Resultados para escores de eficiência DEA e índices TOPSIS sem Q e com Q	91
Tabela 17 - Resultados para os índices TOPSIS sem e com inclusão do índice de qualidade assistencial	93

LISTA DE SIGLAS

ACI	<i>Accreditation Canada International</i>
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior
CBA	Consórcio Brasileiro de Acreditação
CCHSA	<i>Canadian Council on Health Services Accreditation</i>
CLT	Consolidação das Leis de Trabalho
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i>
CVC	Cateter Venoso Central
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DMU	<i>Decision-Making Unit</i>
DP	Desvio Padrão
DRG	<i>Diagnosis Related Groups</i>
DRS	<i>Decreasing Returns to Scale</i>
EA	Evento Adverso
FTE	<i>Full-time Equivalent</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICM	Índice de <i>Case Mix</i>
IIQ	Intervalo Interquartil
IOM	<i>Institute of Medicine</i>
IPCS	Infecção Primária de Corrente Sanguínea
IRS	<i>Increasing Returns to Scale</i>
IRAS	Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde
JCAHO	<i>Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations</i>
JCI	<i>Joint Commission International</i>
MCDM	<i>Multicriteria Decision Making Methods</i>
NIAHO	<i>National Integrated Accreditation for Healthcare Organizations</i>
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONA	Organização Nacional de Acreditação

PAC	Procedimentos de Alta Complexidade
PCA	<i>Principal Component Analysis</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PNASS	Programa Nacional de Avaliação de Serviços de Saúde
PNSP	Programa Nacional de Segurança do Paciente
SIHSUS	Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde
SFA	<i>Stochastic Frontier Analysis</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TMHP	Taxa de Mortalidade Hospitalar Padronizada
TOPSIS	<i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
UF	Unidades da Federação
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	33
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	33
1.2.	OBJETIVOS	35
1.3.	DELIMITAÇÃO	36
1.4.	ORGANIZAÇÃO	37
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	39
2.1.	EFICIÊNCIA EM SERVIÇOS DE SAÚDE	39
2.2.	QUALIDADE EM SERVIÇOS DE SAÚDE	46
2.3.	ÍNDICE DE QUALIDADE ASSISTENCIAL E DE DESEMPENHO HOSPITALAR	50
2.4.	RELAÇÃO ENTRE EFICIÊNCIA E QUALIDADE EM SERVIÇOS DE SAÚDE	52
2.4.1.	Revisão da Literatura Internacional	53
2.4.2.	Revisão da Literatura Nacional	57
2.5.	HIPÓTESES DE PESQUISA	59
3.	METODOLOGIA	61
3.1.	MÉTODO DE PESQUISA	61
3.2.	AMOSTRA	62
3.3.	VARIÁVEIS	68
3.4.	TRATAMENTO DOS DADOS	69
3.5.	ANÁLISE ESTATÍSTICA	71
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4.1.	ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS	73
4.2.	ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS RESULTADOS	79
4.3.	RELAÇÃO ENTRE ESCORES DE EFICIÊNCIA TÉCNICA E ÍNDICES DE QUALIDADE ASSISTENCIAL - HIPÓTESE H1	87

4.4.	IMPACTO DA INCLUSÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE ASSISTENCIAL NA MENSURAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA – HIPÓTESE H2	89
4.5.	RELAÇÃO ENTRE ESCORES DE EFICIÊNCIA TÉCNICA E ÍNDICES DE DESEMPENHO - HIPÓTESE H3	91
4.6.	IMPACTO DA INCLUSÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE ASSISTENCIAL NA ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE DESEMPENHO HOSPITALAR - HIPÓTESE H4	93
5.	CONCLUSÕES	95
	REFERÊNCIAS	99
	ANEXOS	107
	ANEXO A – Programação linear do modelo CRS - método DEA	107
	ANEXO B – Programação linear do modelo VRS - método DEA	109
	ANEXO C – Algoritmo do método TOPSIS	111
	ANEXO D – Características dos artigos internacionais	113
	ANEXO E – Características dos artigos nacionais	119
	ANEXO F – Valores anuais para os <i>inputs</i> e os <i>outputs</i> quantitativos para as DMUs	120
	ANEXO G – Taxa de mortalidade hospitalar padronizada	121
	ANEXO H – Taxa de infecção de sítio cirúrgico em cirurgias limpas	123
	ANEXO I – Densidade de IPCS em pacientes em uso de CVC internados em UTI	125
	ANEXO J – Valores anuais para os <i>outputs</i> qualitativos para as DMUs	126
	ANEXO K – Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> quantitativos para as UFs	127
	ANEXO L – Estatística descritiva dos <i>outputs</i> qualitativos para as UFs	128
	ANEXO M – Resultados para escores de eficiência e índices de desempenho para as DMUs	129
	ANEXO N – Rotinas do <i>software</i> RStudio utilizadas para o cálculo dos índices de qualidade pelo pacote <i>Topsis</i> (TOPSIS IQ)	130
	ANEXO O – Rotinas do <i>software</i> RStudio utilizadas para o cálculo dos estimadores de eficiência pelo pacote <i>Benchmarking</i> sem inclusão do índice de qualidade assistencial (DEA sem Q)	131

ANEXO P – Rotinas do <i>software</i> RStudio utilizadas para o cálculo dos estimadores de eficiência pelo pacote <i>Benchmarking</i> com inclusão do índice de qualidade assistencial (DEA com Q)	138
ANEXO Q – Rotinas do <i>software</i> RStudio utilizadas para o cálculo do desempenho pelo pacote <i>Topsis</i> (TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q)	145
ANEXO R – Estatística descritiva dos índices de qualidade para as UFs	147
ANEXO S – Estatística descritiva dos escores de eficiência para as UFs - sem e com inclusão do índice de qualidade assistencial	148
ANEXO T – Estatística descritiva dos índices de desempenho para as UFs - sem e com inclusão do índice de qualidade assistencial	149
ANEXO U – Resultados para escores de eficiência para as DMUs - sem e com a inclusão da variável de qualidade assistencial - e a variação entre os mesmos - bruta e percentual	150
ANEXO V – Retas de Regressão Suavizadas	151

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O setor saúde, no mundo e no Brasil, enfrenta um cenário de recursos escassos, aumento da demanda e aumento dos custos, decorrentes da mudança do perfil epidemiológico das doenças, do envelhecimento da população e dos avanços tecnológicos. (KUMAR; OZDAMAR; NG, 2005)

O percentual do Produto Interno Bruto (PIB) investido em saúde nas últimas décadas apresentou tendência crescente em diversos países e, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) - *World Health Organization* (WHO), em 2017 o financiamento à saúde oscilava em torno de 9,5% do PIB no Brasil, chegando a 12,3% na Europa (Suíça), 17,1% nas Américas (Estados Unidos da América) e 10,9% na Ásia (Japão) (WHO, 2017).

O controle do desempenho do setor saúde em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento é imperativo para sua sustentabilidade. Mesmo em países com níveis de desenvolvimento social e econômico superiores não é aceitável atender aos acréscimos da demanda por serviços de saúde através da mera alocação de novos recursos, sendo cada vez maior a atenção dada às possibilidades de otimização da utilização dos recursos existentes e redução de desperdícios, que podem ser responsáveis por cerca de 20% a 40% de todos os gastos em saúde (WHO, 2010).

Estudos de eficiência são utilizados para avaliação de desempenho de diversos setores da economia e, nas últimas décadas, passaram a receber crescente ênfase no setor saúde, especialmente em relação às instituições hospitalares, principal unidade consumidora de recursos (CHEN, 2006).

Por outro lado, a partir do início do século XX, a qualidade de produtos ou serviços tornou-se imperativa para a competitividade e sobrevivência das organizações, à medida que a progressiva tomada de consciência pelos consumidores dos seus direitos levou os mesmos a serem mais exigentes em relação a esta dimensão, incluindo-se neste contexto o setor saúde (CLEMENT *et al.*, 2008).

Acrescentasse que, sob ótica dos profissionais do setor, este conceito de eficiência tende a ser considerado contraditório, uma vez que, do ponto de vista da ética individualista, muitos entendem fazer parte de sua atividade profissional priorizar as necessidades do indivíduo, não tendo a saúde preço (DEL NERO, 1995).

Pesquisadores da área consideram também ser fundamental a apreciação dos resultados do desempenho técnico da assistência à saúde e passaram a questionar se essa preocupação crescente com eficiência e custos poderia de alguma forma afetar a qualidade da assistência (FLEMING, 1990, HUSSEY; WERTHEIMER; MEHROTRA, 2013).

Neste cenário, nas últimas décadas, pesquisas vêm sendo desenvolvidas para verificar se existe *trade-off* entre as dimensões da eficiência e da qualidade em instituições hospitalares. No entanto, estas pesquisas são escassas e não apresentam uniformidade para os métodos empregados ou para as variáveis utilizadas, principalmente em relação à dimensão da qualidade dos serviços de saúde, para a qual não existe uma variável amplamente aceita que representem a qualidade global da assistência.

Cabe ressaltar ainda que, os resultados apresentados por estes estudos são contraditórios, ora sinalizando que estas duas dimensões caminham em sentidos opostos, ora apontando para um mesmo sentido. Embora os estudos iniciais apontassem para a existência de *trade-off* entre eficiência e qualidade, as pesquisas mais recentes apontam para inexistência de conflito entre estas duas dimensões (WU *et al.*, 2013; DU *et al.*, 2014). Consideram também que variáveis de qualidade devam ser incluídas na mensuração da eficiência de instituições hospitalares e que a análise do desempenho global destas instituições deva incluir outputs que representem tanto o processo produtivo quanto a qualidade da assistência (INEVELD *et al.*, 2016; KARSAK; KARADAYI, 2017).

No Brasil, o setor saúde passa pelos mesmos desafios, sendo a gestão eficiente dos serviços e o desenvolvimento contínuo da qualidade da assistência uma premissa para sua sustentabilidade. Entretanto, a revisão da literatura nacional realizada para esta pesquisa, considerando o período entre janeiro de 2009 e dezembro de 2018, com o propósito de identificar o estado na arte sobre avaliação de eficiência hospitalar no país, identificou um reduzido número de estudos e não observou nestes a valoração da dimensão da qualidade assistencial.

Esta pesquisa pretende explorar a metodologia empregada na mensuração da eficiência e da qualidade, bem como na avaliação das relações entre estas duas dimensões, em instituições hospitalares. Tem como pressuposto a inexistência de conflito entre eficiência técnica e qualidade assistencial, por considerar que, estas duas dimensões necessitam caminhar no mesmo sentido para que seja alcançado o melhor desempenho global destas instituições.

1.2. OBJETIVOS

A partir do contexto que os sistemas de saúde vêm enfrentando, com relação à escassez de recursos, aumento de demanda e aumento de custos; da crescente ênfase na avaliação da eficiência das instituições do setor; e da necessidade de aprimoramento contínuo da qualidade da assistência para uma prestação de serviços de saúde mais efetiva e segura; esta pesquisa se propôs, como objetivo primeiro, a contribuir com a literatura no que se refere ao debate sobre o *trade-off* entre as dimensões da eficiência e da qualidade, nas instituições hospitalares.

Para alcançar este objetivo, foram formulados os seguintes objetivos específicos:

- i. selecionar um conjunto de indicadores que representem o processo produtivo das instituições hospitalares e que façam parte da gestão do dia a dia das mesmas, no contexto nacional; de forma que as análises realizadas por esta pesquisa possam ser replicadas por qualquer instituição hospitalar brasileira;
- ii. selecionar um conjunto de indicadores que representem de forma abrangente a dimensão do desempenho técnico da qualidade assistencial e que façam parte da gestão do dia a dia das mesmas, no contexto nacional; de forma que as análises realizadas por esta pesquisa possam ser replicadas por qualquer instituição hospitalar brasileira;
- iii. selecionar um grupo de instituições hospitalares privadas, de alta complexidade operacional e acreditadas como instituições de excelência em assistência à saúde; homogêneas em relação à complexidade do processo produtivo e à maturidade da gestão da qualidade;
- iv. mensurar a eficiência técnica de um grupo de instituições hospitalares privadas, a partir das variáveis representativas do processo produtivo, sem e com a inclusão do índice de qualidade; através da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*), um método não paramétrico de mensuração de eficiência;
- v. estimar um índice de qualidade assistencial, a partir dos indicadores representativos da dimensão do desempenho técnico da qualidade; através do TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), um método de apoio à decisão multicritério;
- vi. comparar os estimadores de eficiência técnica, obtidos através do método DEA, e os índices de qualidade assistencial, estimados através do método TOPSIS, e verificar sua relação;

- vii. comparar os estimadores de eficiência técnica, obtidos através do método DEA, sem e com a inclusão do índice de qualidade, e verificar sua relação.

Em função de ter sido identificado um crescente emprego de métodos de apoio à decisão multicritério no setor saúde, inclusive em relação à avaliação do desempenho de instituições hospitalares; esta pesquisa também se propôs, como objetivo secundário, a contribuir com a literatura no que se refere à comparação entre os métodos DEA e TOPSIS, para uma abordagem de *benchmarking* de instituições hospitalares, analise esta que não foi identificada na literatura.

Para alcançar este objetivo, foram formulados os seguintes objetivos específicos:

- i. estimar um índice de desempenho hospitalar, utilizando as mesmas variáveis empregadas na mensuração da eficiência técnica, através do método TOPSIS;
- ii. comparar os *rankings* de eficiência técnica obtidos através do método DEA e de desempenho hospitalar estimados através do método TOPSIS e verificar sua relação.

1.3. DELIMITAÇÃO

Em relação à eficiência, conceito que examina a forma como recursos são convertidos em produtos, considerando que a eficiência de um sistema produtivo pode ser analisada em suas componentes técnica, alocativa ou de escala, sendo que: a componente técnica está associada à produção de uma quantidade máxima de *outputs* dado o consumo de certo montante de *inputs* ou à utilização de uma quantidade mínima de *inputs* dada a produção de certo montante de *outputs*, não abrangendo a análise os recursos financeiros; a componente alocativa está relacionada à alocação dos recursos de maneira a minimizar os custos ou maximizar os lucros; e a componente de escala está relacionada a questões de economia ou deseconomia de escala; esta pesquisa se delimitou a avaliação da componente técnica da eficiência produtiva das instituições hospitalares.

Em relação à qualidade; conceito complexo e subjetivo ao qual, no setor saúde, se acrescenta a heterogeneidade da própria concepção de saúde, a multiplicidade de atores e interesses envolvidos e a inexistência de uma variável única que tenha a capacidade de sintetizá-lo; considerando que sua avaliação comportaria as dimensões do desempenho técnico, relacionado à aplicação do conhecimento e da tecnologia de modo a maximizar os benefícios e minimizar os riscos; do relacionamento interpessoal, envolvido com a satisfação das expectativas e necessidades dos pacientes; e social baseada nas necessidades e nos benefícios da prestação de cuidados a uma população (DONABEDIAN, 1980), esta pesquisa

se delimitou a considerar a dimensão do desempenho técnico da qualidade assistencial das instituições hospitalares.

Em relação as instituições hospitalares, esta pesquisa se delimitou a utilizar dados, referentes ao ano de 2018, de hospitais brasileiros privados, de porte IV e acreditados como instituições de excelência em assistência à saúde por entidades nacionais ou internacionais; com objetivo de homogeneizar a amostra em relação à complexidade do processo produtivo e à maturidade da gestão da qualidade. Entretanto, apesar desta delimitação na amostra, pretende-se que os métodos propostos possam ser replicados e utilizados por qualquer instituição hospitalar brasileira, independente do regime de propriedade, porte ou perfil assistencial.

Em relação ao método utilizado para mensuração da eficiência, esta pesquisa se delimitou ao emprego do método DEA, consagrado na literatura para avaliação da eficiência de unidades produtivas, por este se adequar ao contexto de múltiplos *inputs* e *outputs*, demandar mínimas suposições sobre como os fatores da produção se relacionam e identificar as unidades mais eficientes que podem servir de *benchmark*, adaptando-se desta forma à avaliação das instituições hospitalares do setor saúde.

1.4. ORGANIZAÇÃO

Este texto está dividido em cinco capítulos. Este capítulo inicial contextualizou os desafios que o setor saúde enfrenta na busca do equilíbrio entre a gestão eficiente dos serviços e o desenvolvimento contínuo da qualidade assistencial e que motivaram esta pesquisa. Descreveu ainda os objetivos pretendidos e a delimitação desta análise.

O capítulo seguinte apresenta o referencial teórico e os principais achados das revisões da literatura, internacional e nacional, com respeito às dimensões da eficiência e da qualidade e suas relações no setor saúde, sobre os quais esta pesquisa estabeleceu seus objetivos.

O terceiro capítulo descreve os processos envolvidos na etapa empírica desta pesquisa: a escolha dos métodos e modelos empregados na mensuração da eficiência e na determinação dos índices de qualidade assistencial e de desempenho hospitalar; a seleção da amostra a ser estudada; a definição das variáveis representativas do processo produtivo e da qualidade assistencial; o tratamento dos dados; a análise estatística. Declara ainda as hipóteses desta pesquisa.

O capítulo quatro apresenta a análise descritiva das variáveis utilizadas e dos resultados observados e discute as hipóteses desta pesquisa de acordo com os achados para os diferentes métodos e modelos.

Por fim, o capítulo cinco apresenta as principais conclusões da pesquisa, suas limitações e sugestões para estudos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo apresentar o referencial teórico e os principais achados das revisões da literatura, internacional e nacional, com respeito às dimensões da eficiência e da qualidade e suas relações no setor saúde, sobre os quais esta pesquisa estabeleceu seus objetivos. Declara ainda as hipóteses desta pesquisa.

2.1 EFICIÊNCIA EM SERVIÇOS DE SAÚDE

O conceito de eficiência examina a forma como recursos são convertidos em produtos, expressando uma relação entre a quantidade de entradas (*inputs*) utilizada e a quantidade de saídas (*outputs*) gerada. A eficiência de um sistema pode ser definida como sendo sua capacidade em utilizar os recursos disponíveis para obter um desempenho ótimo em alguma dimensão. É um conceito relativo, que pressupõe comparações, podendo resultar do confronto entre os valores ideais na relação *inputs-outputs* e os valores reais observados na unidade produtiva. O desempenho da unidade produtiva, denominada Unidade Tomadora de Decisão (*Decision Making Unit* - DMU), pode ser também avaliado em comparação com outras unidades que apresentem o mesmo tipo de operação (LOVELL, 1993).

A eficiência pode ser analisada em suas componentes técnica, alocativa ou de escala. A eficiência técnica está associada à produção de uma quantidade máxima de *outputs*, dado o consumo de certo montante de *inputs*, ou, à utilização de uma quantidade mínima de *inputs*, dada a produção de certo montante de *outputs*. Uma DMU pode ser dita como mais eficiente do que outra se, com os mesmos recursos utilizados, produz mais resultados, ou se os mesmos resultados são obtidos utilizando uma menor quantidade de recursos. Recursos econômicos não são considerados na análise da eficiência técnica.

A eficiência alocativa, por sua vez, está relacionada à habilidade de alocar da melhor maneira possível os recursos financeiros disponíveis no processo produtivo. Considera a seleção de uma combinação possível de *inputs* levando em conta os preços destes, de modo a gerar uma proporção onde os custos da produção sejam minimizados e as receitas maximizadas. Já a eficiência de escala está relacionada a questão de se a organização está ou não produzindo em sua escala ótima de produção, ou seja, representa o quanto da eficiência produtiva de uma empresa pode ser relacionada à fatores de escala. A eficiência total abrange estas três dimensões, exigindo tanto a gestão do processo produtivo, quanto da combinação de recursos utilizados na produção (FARRELL, 1957; THANASSOULIS, 2001).

No setor saúde, diversas técnicas têm sido utilizadas para avaliar a eficiência, desde indicadores de desempenho, que encerram uma visão limitada e simplista do processo por considerarem a relação entre duas variáveis, até técnicas mais sofisticadas, que consideram múltiplas variáveis, como a Análise de Fronteiras Estocásticas (*Stochastic Frontier Analysis – SFA*) e a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*) (HOLLINGSWORTH, 2003).

Hussey *et al.* (2009), realizaram uma revisão sistemática da literatura entre os anos de 1990 e 2008 para identificar medidas de eficiência em saúde e classificá-las do ponto de vista das variáveis utilizadas e dos métodos empregados. Os autores identificaram 265 diferentes formas de mensuração da eficiência, sendo que em quase metade dos artigos analisados, foram empregados indicadores de desempenho representados por razões entre um único *input* e um único *output*; os demais estudos utilizavam métodos econométricos ou de programação matemática, sendo os mais utilizados a SFA e a DEA.

Indicadores de desempenho podem ser utilizados para mensurar mudanças ao longo do tempo ou para verificar diferenças entre organizações para um conjunto de variáveis relacionadas. Habitualmente, estes indicadores representam a razão entre um *input* e um *output* e não conseguem isoladamente avaliar a eficiência das instituições por não representarem todo o processo produtivo (THANASSOULIS, 2001).

SFA e DEA são mais adequadas para avaliar a complexidade dos processos produtivos, uma vez que admitem a análise de uma variedade de *inputs* e *outputs* e requerem pouca ou nenhuma informação sobre custos, preferências e prioridades. Estas características, as levou a serem utilizadas em inúmeras pesquisas acadêmicas desde sua introdução (BOGETOFT; OTTO, 2011).

A SFA é um método paramétrico de mensuração de eficiência que define *a priori* o a função de produção a ser analisada, considera a possibilidade de que as observações sejam afetadas por erros aleatórios e busca identificar a estrutura principal subjacente, removendo-a do impacto dos ruídos. Este método utiliza modelos de regressão - sejam eles lineares, não lineares ou logarítmicos, entre outros - para estimar a equação de eficiência, entretanto, não há critérios específicos para a escolha do modelo a ser empregado, o que poderá conduzir a erros de especificação do modelo. A função de regressão irá definir a fronteira que delimita o conjunto de possibilidades de produção, sendo um de seus componentes ligado à ineficiência e outro ao ruído estatístico. A avaliação da eficiência é realizada pela comparação entre o valor previsto pela equação de regressão e o valor verificado pelos dados em análise. Uma

crítica a este método se baseia no fato de que quanto maior a quantidade de variáveis em análise, menor será a precisão da função teórica (BOGETOFT; OTTO, 2011).

A DEA, por sua vez, é um método não paramétrico de mensuração de eficiência, cujo modelo clássico foi introduzido por Charnes, Cooper e Rhodes, em 1978, para avaliação de escolas públicas americanas, e estendido por Banker, Charnes e Cooper, em 1984. É uma das ferramentas mais utilizadas para avaliar e comparar o grau de eficiência produtiva entre unidades homogêneas, que utilizam múltiplos *inputs* e *outputs*, realizando tarefas similares, diferenciando-se apenas com relação às quantidades consumidas e/ou produzidas. Demanda mínimas suposições sobre como os fatores da produção se relacionam, já que sua estrutura se adapta aos dados utilizados, não sendo necessárias suposições teóricas arbitrárias (THANASSOULIS, 2001).

Além de se adequar ao contexto de múltiplos *inputs* e *outputs*, demandar mínimas suposições sobre como os fatores da produção se relacionam, identificar as unidades mais eficientes que podem servir de *benchmark*, estimulando avanços por meio da adoção de melhores práticas para que outras unidades também se tornem eficientes, o método DEA também permite identificar mudanças de produtividade ao longo do tempo. Mede a eficiência do processo produtivo em cada DMU, comparando a proporção de recursos consumidos e produtos gerados com as outras unidades. Uma unidade será eficiente comparativamente às demais se tiver maior produção, para quantidades fixas de recursos, ou utilizar menos recursos, para gerar uma quantidade fixa de produtos. Ao interpretar uma DMU como eficiente, este método constrói uma fronteira de produção empírica e o grau de eficiência das demais unidades irá variar, dependendo da distância destas à fronteira (THANASSOULIS, 2001).

A abordagem analítica aplicada baseia-se na definição de Pareto-Koopmans, segundo a qual um vetor *input-output* é tecnicamente eficiente se nenhum dos *outputs* pode ser aumentado sem que algum outro *output* seja reduzido ou algum *input* seja aumentado e, da mesma forma, nenhum dos *inputs* pode ser reduzido sem que algum outro *input* seja aumentado ou algum *output* seja reduzido. Assim, DMUs são consideradas Pareto eficientes quando não é possível melhorar nenhuma de suas características sem uma consequente piora em uma das demais (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007).

Técnicas de programação matemática constroem a fronteira de referência para uma dada tecnologia, criando uma superfície multidimensional através da combinação linear convexa das DMUs eficientes em um modelo de envelopamento de dados. A projeção espacial das unidades ineficientes na fronteira está delimitada por este conjunto de unidades

eficientes e de acordo com suas projeções, seus *benchmarks* serão identificados assim como os valores ideais de *inputs* e de *outputs* para que se tornem eficientes. As mudanças necessárias para que as unidades ineficientes atinjam a fronteira podem ser direcionadas à redução de recursos ou ao aumento de produtos (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007).

A orientação do modelo irá determinar se é possível uma contração no nível dos recursos (orientação *input*), ou uma expansão no nível dos produtos (orientação *output*). Após os *inputs* terem sido contraídos e os *outputs* terem sido expandidos, se ainda existir algum valor de folga, o *input* ou o *output* correspondente ainda poderá ser ajustado. Tais variáveis de folga, independente da orientação, representam aumentos de *outputs* ou reduções de *inputs* possíveis para essa fronteira de produção (THANASSOULIS, 2001).

A escolha da orientação do modelo deverá ser feita levando em conta o conhecimento sobre a função de produção, as hipóteses a serem analisadas e o interesse do pesquisador. Dado que em atividades de saúde busca-se otimizar os resultados obtidos e que os recursos são escassos especialmente no segmento público, o objetivo da avaliação da eficiência de instituições hospitalares costuma ser a expansão de *outputs*, mantendo os recursos à disposição (NEILL *et al.*, 2008). Há que se considerar ainda que hospitais são organizações que possuem altos custos fixos e que muitas vezes trabalham com excesso de capacidade e o modelo orientado ao *output* pressupõe a maximização da utilização dos recursos disponíveis e redução da capacidade ociosa.

Outra característica que deve ser analisada é o tipo de retorno de escala subentendido para a atividade produtiva das DMUs em análise, sendo os dois modelos mais comuns o que pressupõe retornos constantes de escala (*Constant Returns to Scale - CRS*), desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e o que assume retornos variáveis de escala (*Variable Returns to Scale - VRS*), proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984).

No modelo de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), em que a tecnologia de produção compreende retornos constantes de escala (CRS), mudanças no nível de *inputs* geram modificações equivalentes no nível de *outputs*, mantendo-se a proporção entre estas variáveis. A escala da operação não traz qualquer impacto em sua produtividade. Entretanto, muitas organizações ou atividades produtivas não se adequam a este pressuposto e, por tal, Banker, Charnes e Cooper (1984) propuseram um modelo em que a tecnologia admite retornos variáveis de escala (VRS), podendo o tamanho da operação incorrer em aumento ou diminuição da produtividade. No caso de retornos crescentes de escala (*Increasing Returns to Scale - IRS*), um aumento no nível de *inputs* conduz a um aumento mais do que proporcional no nível de *outputs*; e no caso de retornos decrescentes de escala (*Decreasing Returns to*

Scale – DRS), um aumento no nível de *inputs* conduz a um aumento em menor proporção no nível de *outputs*.

Por desconsiderar a existência de economias ou deseconomias de escala, o modelo CRS avalia a eficiência de uma determinada DMU em comparação com todas as outras unidades presentes na amostra em questão. Já o modelo VRS compara unidades que operam em escalas similares, de modo que a eficiência para uma determinada DMU será calculada em função das unidades que apresentem o mesmo tipo de retorno de escala. A fronteira de eficiência para o modelo CRS será uma reta com inclinação de 45° e a fronteira de eficiência do modelo VRS será composta por retas com diferentes inclinações (Figura 01) (BOGETOFT; OTTO, 2011).

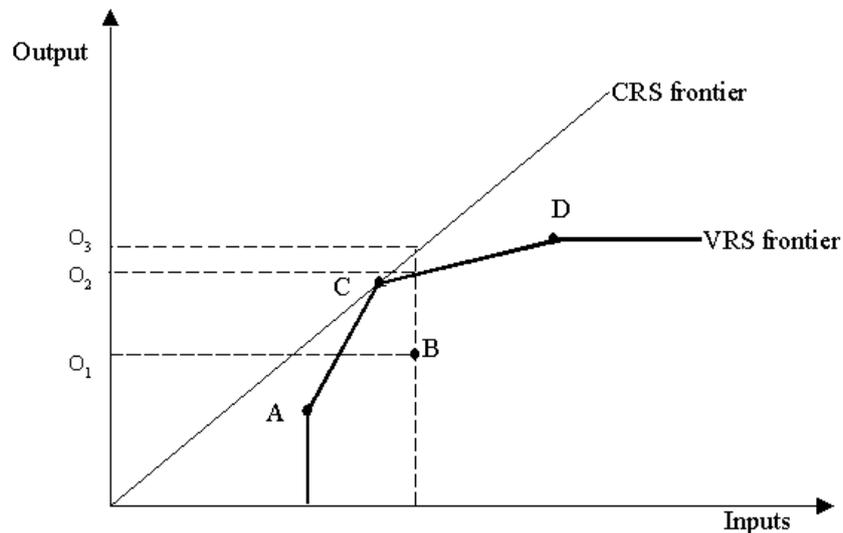


Figura 01 – Fronteiras CRS e VRS

Fonte: <https://www.fao.org/3/Y5027E/y5027e0e.htm>

A fronteira do modelo CRS é mais restrita do que a do modelo VRS ao indicar unidades eficientes e, por tal, a eficiência mensurada no modelo VRS nunca será menor do que aquela avaliada pelo modelo CRS. O modelo CRS calcula medidas de eficiência idênticas para as duas orientações, enquanto no modelo VRS os resultados para a eficiência poderão diferir dependendo da orientação (THANASSOULIS, 2001).

A escolha do modelo deverá levar em conta o tipo de retorno de escala subentendido para a atividade produtiva em análise. Em virtude da necessidade de atendimento a uma demanda flutuante, é frequente que instituições hospitalares operem com excesso de capacidade e, nestas condições, equilíbrios de curto prazo não são frequentes. Quando se considera condições de equilíbrio de prazos mais longos, retornos constantes de escala são

mais usuais (THANASSOULIS, 2001). O anexo A apresenta a programação linear para o modelo CRS e o anexo B apresenta a programação linear para o modelo VRS.

Há que se ponderar ainda que, o método DEA apresenta limitações relacionadas ao fato de que seus modelos básicos são determinísticos e não consideram ruídos estatísticos aleatórios, incorrendo em limitações no rigor estatístico de seus resultados, alta sensibilidade a valores extremos ou *outliers* e dificuldades com a validação de resultados e testes de robustez.

Para minimizar tais limitações, em um segundo estágio, após a determinação dos estimadores de eficiência, podem ser utilizadas técnicas estatísticas complementares, como por exemplo, modelos de regressão para avaliar a significância das variáveis. O resultado deste processo será não determinístico, podendo-se atribuir parte da variação na eficiência das DMUs a ruídos estatísticos não controláveis.

Entre as técnicas de regressão mais utilizadas, em modelos de eficiência em dois estágios, está a regressão com *Bootstrap*, que tem como objetivo determinar intervalos de confiança para estimativas de parâmetros de interesse por reamostragem do conjunto de dados original, através da substituição deste por um novo e aleatório conjunto, mantendo-se o tamanho da amostra. Este processo é repetido de forma a criar uma amostra baseado na qual será possível avaliar a distribuição estatística de interesse (THANASSOULIS, 2001).

Um número reduzido de reamostragens poderá levar a estatísticas distintas entre estas mesmo quando padrões idênticos são empregados e, portanto, um número elevado de réplicas é desejável, de forma a minimizar diferenças na variância entre as reamostragens (BOGETOFT; OTTO, 2011). Esta técnica permite o uso de intervalos de confiança para testar diferenças significativas nos níveis de eficiência, além da correção do viés nas estimativas centrais.

Com relação à definição da amostra a ser analisada, conforme foi descrito anteriormente, o método DEA tem como limitação a necessidade de que sejam avaliadas e comparadas unidades homogêneas, que realizam tarefas similares. Assim, um dos requisitos que precisa ser atendido, de forma que não haja enviesamento nas análises, é a homogeneidade relativamente à atividade praticada pelas distintas DMUs. Isto é, os processos produtivos empregados por estas devem utilizar recursos semelhantes para produzir resultados semelhantes (THANASSOULIS, 2001).

Com relação à definição do que será mensurado como *input* e *output* das diferentes DMUs, é fundamental que esta seja realizada de forma criteriosa, uma vez que os resultados de eficiência obtidos se relacionam em alto grau com as variáveis utilizadas

(THANASSOULIS, 2001). As variáveis de *input* e *output* devem ser selecionadas de forma a refletir os processos produtivos, ou seja, como as DMUs utilizam os recursos para atingir seus resultados.

Entretanto, não se evidencia na literatura uniformidade em relação à quantidade ou ao caráter das variáveis a serem empregadas na avaliação da eficiência de instituições hospitalares. A escolha muitas vezes é limitada pela disponibilidade de dados e com frequência é determinada pelo consenso de especialistas locais envolvidos nas pesquisas, o que se reflete em limitações metodológicas nas comparações entre estudos. (ESPIGARES; TORRES, 2011).

Neill *et al.* (2008), realizaram uma revisão sistemática da literatura, entre os anos de 1984 e 2004, para identificar estudos sobre eficiência hospitalar que houvessem utilizado o método DEA. Selecionaram setenta e nove artigos publicados em língua inglesa, que se referiam a instituições hospitalares de doze países. As características analisadas pelos autores incluíram: as variáveis de *input* e *output* utilizadas; o tipo de eficiência mensurado; o intervalo de tempo considerado; e o modelo DEA empregado. O objetivo dos autores era de fornecer uma taxonomia para os estudos de eficiência hospitalar, tendo sido proposta a categorização de sete subcategorias de *inputs* (leitos; equipe clínica; equipe não clínica; horas trabalhadas; serviços oferecidos; custos; *inputs* específicos e atípicos) e quatro subcategorias de *outputs* (consultas médicas, número de pacientes e número de cirurgias; dias de internação; admissões, altas e serviços; *outputs* relacionados ao ensino, específicos e atípicos).

Os autores identificaram com relação aos *inputs* que, o número de leitos hospitalares foi a variável mais frequentemente utilizada como representativa do tamanho da instituição e do investimento de capital e a maioria dos estudos incluiu o quantitativo de funcionários assistenciais para espelhar os custos com a de mão de obra, uma vez que cerca de dois terços dos custos operacionais nestas instituições são devidos a despesas com a folha de pagamento. Com relação aos *outputs*, muitos estudos incluíram o número de altas ajustado para o Grupo de Diagnósticos Homogêneos (*Diagnosis Related Groups – DRG*), uma metodologia desenvolvida para agrupar pacientes com perfil clínico semelhante, que permite a comparação dos resultados e que será descrita a seguir.

Deve-se levar em conta ainda que, neste processo de seleção das variáveis, a capacidade de discriminação dos modelos DEA tem como limitação o número de *inputs* e *outputs* adotados, de forma que, quanto maior o número de variáveis em relação ao número de DMUs, menor o poder de diferenciação entre unidades eficientes e não eficientes. A literatura recomenda que o tamanho da amostra deva ser pelo menos três vezes maior do que a soma

das variáveis (COOPER *et al.*, 2001). Vale ressaltar ainda que a existência de variáveis altamente correlacionadas entre si também influencia na robustez do modelo, sendo recomendada a eliminação ou agregação das mesmas. (DARAIO, SIMAR, 2007).

Esta pesquisa se delimitou à análise da componente técnica da eficiência produtiva, em função dos dados disponíveis, e empregou o método DEA para a mensuração da eficiência das instituições hospitalares, em função de suas características acima analisadas.

As considerações sobre as escolhas relacionadas ao modelo, à amostra e às variáveis representativas do processo produtivo estão descritas no capítulo 3.

2.2 QUALIDADE EM SERVIÇOS DE SAÚDE

O conceito de qualidade é complexo, subjetivo e sujeito a uma multiplicidade de interpretações e aplicações, havendo um debate dinâmico entre os acadêmicos e não existindo uma definição clara, estanque e consensual. A partir do início do século XX, a qualidade de produtos ou serviços tornou-se imperativa para a competitividade e sobrevivência das organizações, à medida que a progressiva tomada de consciência pelos consumidores dos seus direitos levou os mesmos a serem mais exigentes em relação a esta dimensão (CLEMENT *et al.*, 2008).

Edward Deming, um dos primeiros acadêmicos a se debruçar sobre a temática da qualidade, considerava ser impossível definir a qualidade de um produto ou serviço utilizando-se apenas uma de suas características, uma vez que este conceito apresenta um vasto número de dimensões (DEMING, 1986). O mesmo autor descreveu qualidade como a capacidade de satisfazer as necessidades e expectativas dos consumidores pois são eles que a definem (DEMING, 1990).

Lawrence Crosby (1984), interpretou este conceito em termos de conformidade com as especificações técnicas que variam de acordo com as necessidades dos consumidores, e acrescentou a ideia de que a qualidade não representa um custo adicional para as organizações, enquanto Kaoru Ishikawa (1985), caracterizou qualidade como o desenvolvimento, produção e assistência de um produto ou serviço que seja o mais econômico possível e o mais útil possível, proporcionando satisfação ao consumidor.

Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985), descreveram a qualidade nos serviços como um conceito indefinido e dúbio, e postularam que existiriam quatro características que precisariam ser consideradas na prestação de um serviço de qualidade: a intangibilidade, uma vez que os serviços são abstratos e não podem ser mensurados; a inseparabilidade, devido ao

fato de a produção e o consumo serem muitas vezes simultâneos e do consumidor participar no processo como coprodutor do serviço; a heterogeneidade, considerando que o desempenho pode variar em função do consumidor, do fornecedor e até mesmo ao longo do tempo; e a perecibilidade que reforça que os serviços não podem ser armazenados.

Em serviços de saúde, a complexidade da conceitualização da qualidade é acrescida pela multiplicidade e heterogeneidade da própria concepção de saúde, reforçada pela variedade de atores envolvidos, que apresentam perspectivas distintas a partir de ideais e interesses particulares e que muitas vezes discordam sobre o que merece ser mensurado. A inexistência de uma variável única que tenha a capacidade de sintetizá-la determina que, para se proceder a avaliações desta dimensão, é necessário que haja antes uma definição precisa do que se entende por qualidade e do que se pretende mensurar (DONABEDIAN, 1988).

Avedis Donabedian (1978), postulou que a avaliação da qualidade de serviços de saúde comportaria duas dimensões: uma relacionada ao desempenho técnico, à aplicação do conhecimento e da tecnologia, de modo a maximizar os benefícios e minimizar os riscos; outra concernente ao relacionamento interpessoal, de modo a satisfazer as expectativas e necessidades dos pacientes. Alguns anos mais tarde acrescentou uma terceira dimensão social baseada nas necessidades e nos benefícios da prestação de cuidados a uma população (DONABEDIAN, 1980).

Este autor considerou ainda que a avaliação qualitativa da assistência à saúde poderia se dar em três componentes: estrutura, processo e resultado. O julgamento da estrutura avaliaria os recursos que se empregam; a análise do processo compararia os procedimentos empregados com os estabelecidos como normas por estudos de eficácia das práticas médicas; a apreciação do resultado descreveria o estado de saúde do indivíduo como resultado da interação com os serviços de saúde e sua avaliação se constituiria no referencial mais próximo da avaliação global da assistência à saúde. Estes elementos não seriam atributos da qualidade, mas informações que poderiam ser obtidas com base no que seria possível mensurar e não apresentariam fronteiras definidas entre si. Resultados seriam consequência dos processos, que, por sua vez, seriam consequência da estrutura, não representando alternativas que conduziriam a produtos equivalentes (DONABEDIAN, 1988).

Posteriormente, o mesmo autor descreveu que a dimensão do desempenho técnico da qualidade poderia ser entendida como a intervenção capaz de alcançar o melhor balanço entre benefícios e riscos (DONABEDIAN, 1992). Nessa mesma linha de raciocínio, em 1998, uma publicação do *Institute of Medicine* (IOM) dos Estados Unidos da América (EUA) definiu qualidade assistencial como o grau com que os serviços de saúde aumentam a chance de

produzir os resultados desejados e consistentes com o estado da arte do conhecimento e reduzem a possibilidade de desfechos indesejados nos processos de assistência à saúde (CHASSIN; GALVIN, 1998).

Os resultados desejados, desfechos da implementação das melhores práticas assistenciais, são específicos para cada uma das patologias determinantes dos processos de doença e são influenciados por uma variedade de fatores como a resposta fisiológica do indivíduo, o estado de saúde prévio, a associação à outras patologias, entre outros, não havendo um desfecho favorável comum, expresso por um ou alguns poucos indicadores, que represente todos os possíveis resultados decorrentes da combinação entre a prática assistencial de qualidade e os fatores determinantes da resposta do indivíduo (MANIADAKIS; HOLLINGSWORTH; THANASSOULIS, 1999, CLEMENT *et al.*, 2008).

A alta hospitalar poderia ser considerada um desfecho favorável, mas na prática não necessariamente está relacionada à prestação de uma assistência de qualidade, podendo estar inclusive relacionada a uma série de condições desfavoráveis, como por exemplo uma alta precoce, sem que seja atingida a meta do tratamento.

Em contrapartida, resultados indesejados exibem uma menor variabilidade de apresentação, estando relacionados ao óbito e aos eventos adversos associados à assistência à saúde. Vale ressaltar que o óbito hospitalar não está associado necessariamente a ausência de qualidade, pois pode se constituir no resultado esperado de um processo de cuidados de fim de vida.

O termo evento adverso (EA) refere-se ao aparecimento de um dano causado pela assistência à saúde, e não pela doença primária ou de base, não intencional, que resulta em prolongamento do tempo de internação, incapacidade temporária ou permanente e até mesmo a morte (LEAPE *et al.*, 1991). O relatório *To Err Is Human: Building a Safer Health System*, publicado em 2000 (IOM, 2000), marco referencial para o entendimento do conceito de segurança do paciente e dimensionamento dos riscos de danos associados à assistência à saúde, trouxe à discussão os achados relacionados às lesões e mortes atribuídas aos EAs nos EUA.

Em 2001, o IOM passou a incorporar a dimensão da segurança, que busca evitar lesões e danos decorrentes da assistência, aos outros cinco atributos da qualidade assistencial: centralidade no paciente, oportunidade do cuidado, efetividade, eficiência e equidade (CORRIGAN *et al.*, 2001). Em 2002, a 55ª Assembleia Mundial de Saúde, publicou a resolução *World Health Assembly* - “Qualidade da atenção: segurança do paciente” (WHO,

2002), que solicitava urgência aos estados-membros da OMS em dedicar maior atenção ao problema da segurança do paciente como um alerta sobre a importância do tema.

Em 2004, a OMS criou a *World Alliance for Patient Safety*, com o objetivo de coordenar e disseminar programas de segurança do paciente entre seus países membros. Em 2005 a mesma organização publicou o Desafio Global “Uma assistência limpa é uma assistência segura” (WHO, 2005) e em 2008 o Desafio Global “Cirurgias seguras salvam vidas” (WHO, 2008), buscando intensificar mundialmente ações para evitar, respectivamente, as infecções hospitalares e as complicações cirúrgicas.

Em 2009, a OMS definiu segurança do paciente como sendo a redução do risco de danos desnecessários associados à assistência até um mínimo aceitável, em face do conhecimento existente, dos recursos disponíveis e do contexto em que esta é realizada, frente ao risco de não tratar ou outro tratamento alternativo (WHO, 2009).

A utilização de boas práticas e a redução dos erros decorrentes da assistência são fundamentais para a garantir a qualidade assistencial e a segurança dos pacientes, sendo utilizadas pelas organizações que conduzem processos de acreditação como fundamentos para suas avaliações através de seis metas internacionais propostas pela OMS em conjunto com a JCI: identificar os pacientes corretamente; melhorar a comunicação efetiva; melhorar a segurança dos medicamentos de alta vigilância; assegurar cirurgias com local de intervenção correto, procedimento correto e paciente correto; reduzir o risco de infecções associadas à assistência à saúde; reduzir o risco de danos ao paciente decorrente de quedas.

No Brasil, desde 2004 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) vem implementando ações para promover a melhoria da qualidade e da segurança, especialmente em relação ao controle e prevenção de infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS). Em 2013, o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP) foi instituído pelo Ministério da Saúde, através da Portaria GM/MS nº 529 (BRASIL, 2013), a fim de contribuir para a qualificação da assistência à saúde em todos os estabelecimentos de saúde do território nacional, com ênfase especial na prevenção de EAs os quais, além de poderem causar danos permanentes e óbitos, acarretam aumento dos custos hospitalares. O pilar da atuação do PNSP são as seis metas internacionais de segurança do paciente.

Esta pesquisa se delimitou à análise da dimensão do desempenho técnico da qualidade assistencial, entendida como aquela capaz de alcançar o melhor balanço entre benefícios e riscos, a qual será representada por desfechos indesejados do processo de assistência à saúde, em função destes não estarem relacionados à um processo específico de doença mas sim à

assistência como um todo. As considerações sobre as escolhas relacionadas às variáveis representativas da qualidade assistencial estão descritas no capítulo 3.

2.3 ÍNDICE DE QUALIDADE ASSISTENCIAL E DE DESEMPENHO HOSPITALAR

Um índice de qualidade assistencial foi estimado, a partir dos indicadores representativos do desempenho técnico da qualidade, através do TOPSIS, um método de apoio à decisão multicritério (*Multicriteria Decision Making Methods* - MCDM), para representar a dimensão de desempenho técnico da qualidade assistencial.

Estes métodos são capazes de aplicar vários critérios na avaliação de múltiplas alternativas com o propósito de seleção, ordenação ou categorização destas, de forma a auxiliar tomadores de decisão e gestores em situações de incerteza, complexidade ou objetivos conflitantes e têm sido empregados nas mais variadas áreas do conhecimento. Não apresentam como objetivo apresentar uma solução final única para o problema, mas sim apoiar os processos decisórios que abrangem uma multiplicidade de critérios. São métodos que por sua simplicidade operacional podem ser utilizados por não especialistas, são livres de ambiguidades nas interpretações dos dados de entrada e podem englobar tanto critérios quantitativos como qualitativos (BALL; KORUKOGLU, 2009).

Cabe ressaltar que, muitos autores consideram que o método DEA pode ser interpretado como uma ferramenta de apoio à decisão multicritério, uma vez que este método é utilizado em problemas de decisão em que se deseja escolher a alternativa mais eficiente. Essas duas abordagens se comparam, ao se definir os critérios a serem maximizados como *outputs* e os critérios a serem minimizados como *inputs*. Uma das limitações do emprego do DEA como um método de apoio à decisão multicritério e o mesmo não contempla os julgamentos de valores e as preferências dos decisores na avaliação das alternativas, o que nos métodos MCDM é garantido pela livre determinação dos pesos para cada um dos critérios. Existem abordagens que permitem a incorporação dos julgamentos de valores ao método DEA, impondo restrições à escolha dos valores dos pesos, mas que, no entanto, podem tornar o problema de programação linear do método DEA sem solução. (SARKIS, 2000; BERNROIDER; STIX, 2006).

Glaize *et al.* (2019), realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre a utilização destas ferramentas em estudos de casos na área da saúde, no período de janeiro de 1970 a fevereiro de 2018, sendo recuperadas 797 referências, das quais foram selecionados setenta estudos de caso. Os autores observaram um incremento no número de pesquisas utilizando

estes métodos a partir de 2010, com distribuição mundial, mas com maior concentração nos Estados Unidos da América, Canadá, Reino Unido e Taiwan. As principais áreas abordadas foram: políticas de saúde, alocação de recursos, decisões na área farmacêutica e decisões assistenciais. Estes métodos integram múltiplos e contraditórios critérios em um processo estruturado e analítico de tomada de decisão, acrescentando rigor científico e transparência a estes processos.

Mardani *et al.* (2019), também realizaram uma revisão sistemática da literatura, entre os anos de 1989 e 2018, acerca da utilização destes métodos em pesquisas na área da saúde, tendo avaliado 202 artigos, dos quais selecionaram 130 estudos diretamente relacionadas ao processo decisório. Foram identificadas pesquisas em várias áreas de aplicação, tendo sido evidenciados mais de setenta diferentes modelos para a análise de soluções específicas.

Na última década foram publicados estudos que utilizaram estes métodos no apoio à decisões, como a seleção do local para a construção de unidades hospitalares (ADALI; TUS, 2019), de fornecedores (AKCAN; GULDES, 2019) e de equipamentos médicos (BARRIOS *et al.*, 2016); mas também na avaliação de opções terapêuticas (LI *et al.*, 2018) e da qualidade dos serviços hospitalares (CHEN; HUNG, 2017).

Mutlu, Tuzkaya e Sennaroglu (2017), realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre a aplicação destas ferramentas, mas especificamente na avaliação da qualidade de serviços de saúde. Os autores selecionaram quarenta e dois artigos, publicados entre 2004 e 2016, também evidenciando um crescimento no número de pesquisas a partir de 2010, utilizando-se de modelos de *ranking* das instituições hospitalares.

Um dos métodos de apoio à decisão multicritério é o TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), uma técnica simples e de fácil aplicação, que aborda um problema de decisão pela comparação de duas situações hipotéticas: a ideal, que representaria o melhor resultado para todos os critérios considerados; e a não desejada, que corresponderia os piores valores para os mesmos. Baseia-se na busca de uma solução que mais se aproxime da ideal e, ao mesmo tempo, mais se afaste da solução não desejada. Prioriza as alternativas que têm a menor distância para solução ideal positiva e a maior distância para solução ideal negativa, de acordo com a similaridade com a solução ideal por (HWANG; YOON 1981).

Originalmente desenvolvido por Hwang e Yoon (1981), este método adequa-se a problemas com grande número e diversidade de critérios, especialmente em casos em que esses são de natureza quantitativa. Possibilita a utilização de todas as variáveis em investigação, ao invés da priorização de algumas, de forma que critérios mal avaliados podem

ser compensados por outros bem avaliados. É um método de agregação compensatória que compara um conjunto de alternativas, identificando pesos para cada critério e calculando a distância geométrica entre cada alternativa e a alternativa ideal, que representa a melhor pontuação para cada critério (MARDANI *et al.*, 2019). A anexo C apresenta o algoritmo do método TOPSIS.

Métodos de apoio à decisão multicritério, dentre eles o TOPSIS, também têm sido empregados na avaliação do desempenho no setor saúde. Em 2018, Gao *et al.* realizaram um estudo em uma amostra de cinco hospitais de Guangxi, em uma região autônoma da República Popular da China, a fim de estabelecer um sistema de indicadores para avaliação destes e gerar recomendações para o desenvolvimento e formulação de políticas. Desenvolveram um sistema de indicadores de avaliação de desempenho, baseado no *Balanced Scorecard* (BSC) e realizaram o *ranking* dos hospitais empregando o TOPSIS.

Araújo, Wanke e Siqueira (2018), avaliaram dados de noventa e dois hospitais públicos em diferentes cidades do estado do Rio de Janeiro, no período entre 2008 e 2013, e estimaram o desempenho destes utilizando o método TOPSIS. Estabeleceram um *ranking* das instituições e este foi submetido a um método de análise envolvendo técnicas de redes neurais, a fim de obter informações preditivas do desempenho das mesmas. Os resultados evidenciaram uma variação significativa do desempenho entre as instituições e concluíram que a abordagem de *benchmarking* poderia favorecer a melhoria de algumas instituições.

Em função de sua simplicidade operacional, sua fácil aplicabilidade e seu recente emprego em estudos sobre avaliação do desempenho de instituições hospitalares, o método TOPSIS também foi utilizado nesta pesquisa para estimar índices de desempenho hospitalar para as instituições da amostra em estudo, a partir das mesmas variáveis utilizadas na mensuração da eficiência técnica. Posteriormente, foram avaliados comparativamente o *ranking* estabelecido por este método e o *ranking* determinado pelo método DEA, verificando-se a relação entre os mesmos.

2.4. RELAÇÃO ENTRE EFICIÊNCIA E QUALIDADE EM SERVIÇOS DE SAÚDE

Para esta pesquisa foram realizadas duas revisões da literatura, uma a nível internacional e outra para estudos desenvolvidos no Brasil. Foram utilizadas bases de dados multidisciplinares, com foco nas áreas de negócios, administração e saúde; disponibilizadas pelo sistema *on-line* do Instituto COPPEAD de Administração.

2.4.1. Revisão da Literatura Internacional

A revisão da literatura internacional foi realizada com objetivo de identificar estudos que abordassem as relações entre as dimensões da eficiência e da qualidade assistencial em instituições hospitalares. Foram utilizadas as bases de dados EBSCO, Emerald e PubMed; com intervalo de tempo aberto até dezembro de 2018. Nas três bases de dados foram considerados como descritores os termos *efficiency*, *quality* e *hospital*; e como campo de busca o resumo do artigo. Foram selecionados apenas os artigos publicados na língua inglesa.

A base EBSCO-*Business Source Complete* é reconhecida por ser uma importante base de dados acadêmica na área de negócios. A base Emerald compreende uma coleção extensa de periódicos nas áreas de administração e a base PubMed compreende citações da literatura biomédica do MEDLINE.

Foram identificados 918 artigos, que tiveram o resumo explorado, tendo sido selecionados quinze estudos. Como critérios de inclusão foi considerado que os estudos deveriam abordar a investigação acerca das relações entre as dimensões da eficiência e da qualidade assistencial, ou os métodos e os modelos empregados na avaliação destas dimensões; e deveriam realizar estas explorações considerando as instituições hospitalares.

Foram considerados como critérios de exclusão: a dimensão da qualidade em investigação não estar relacionada à assistência; a análise da eficiência e da qualidade estar relacionada a uma terceira variável, como a incorporação de inovações ou a implementação de aquisições e/ou fusões; a análise da eficiência e da qualidade estar pautada em considerações éticas; estar sendo avaliado o sistema de saúde como um todo; estarem sendo avaliadas unidades hospitalares especializadas ou processos clínicos específicos.

Em seguida, cada um dos quinze artigos foi explorado com relação aos objetivos dos autores, aos métodos empregados para a avaliação da eficiência e da qualidade, às variáveis utilizadas para a mensuração da eficiência e para a representação da qualidade e aos resultados obtidos, principalmente no que concerne às relações entre as dimensões da eficiência e da qualidade assistencial. O anexo D resume as características dos artigos no que se refere ao título, autor(es), periódico e ano de publicação, amostra, objetivos, variáveis de qualidade e resultados.

Apesar desta revisão ter sido realizada com intervalo de tempo aberto, até o ano 2000 apenas um artigo foi selecionado (6,67%). Entre 2001 e 2010, foram identificados seis estudos (40,00%) e, entre 2011 e dezembro de 2018, foram selecionados oito estudos

(53,33%). A evolução ao longo do tempo para a publicação dos artigos desta amostra está representada no Gráfico 01.

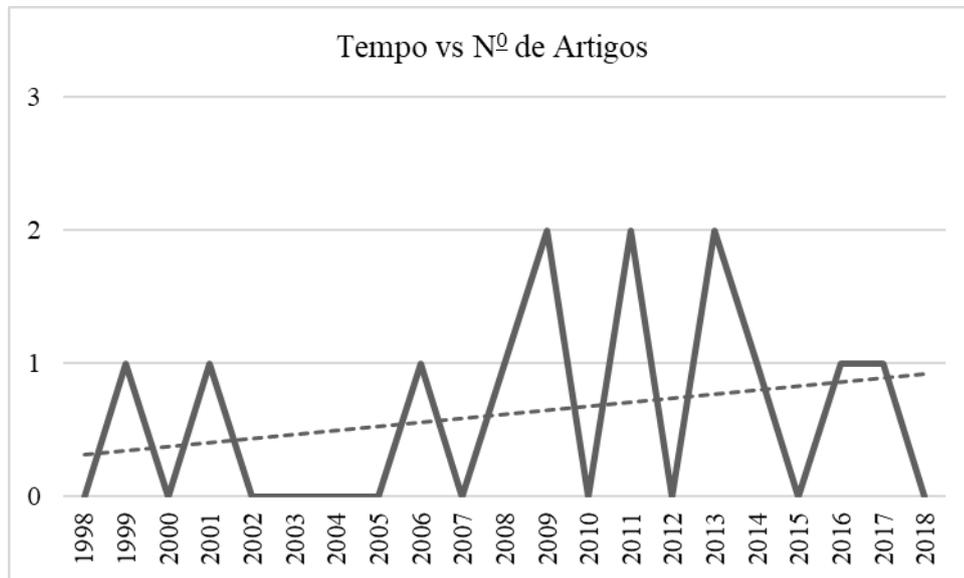


Gráfico 01 – Quantitativo de artigos selecionados ao longo do tempo

Dos quinze artigos selecionados, seis (40,00%) foram realizados nos EUA. A Europa está representada por cinco estudos (33,33%), sendo dois da Alemanha, dois da Espanha e um do Reino Unido; e a Ásia por quatro artigos (26,67%), sendo dois de Taiwan, um do Irã e um da Turquia.

Existe grande heterogeneidade entre as amostras selecionadas, tendo sido encontrados estudos que incluíram de 20 a 3.794 instituições hospitalares, com o número de leitos variando de 11 a 1.758. Foram analisados hospitais de ensino ou não; privados ou públicos; com fins lucrativos ou filantrópicos; gerais ou especializados; urbanos ou privados. A heterogeneidade da amostra para um determinado estudo foi tratada pela maioria dos autores com a ponderação dos resultados pela complexidade dos casos tratados, conforme será descrito a seguir.

Com relação ao método empregado para avaliar a relação entre eficiência e qualidade, um estudo utilizou coeficientes de correlação e um estudo empregou o método dos mínimos quadrados. Oito artigos utilizaram um modelo DEA básico, ou uma extensão do mesmo, e quatro empregaram o Índice de Produtividade de Malmquist, para avaliar alterações evolutivas na eficiência de instituições hospitalares.

Apenas o estudo Afzali, Moss e Mahmood (2009), se concentrou em análises conceituais e na proposição de um modelo para avaliação da eficiência e da qualidade nas instituições hospitalares. Os autores consideraram que apesar do crescente interesse na

avaliação da eficiência hospitalar e da ampla discussão sobre os métodos a serem empregados, sem o conhecimento das funções e dos objetivos das instituições, os estudos sobre eficiência correriam o risco de realizar comparações inadequadas. Realizaram uma revisão da literatura acerca das funções das instituições e dos valores dos diversos atores envolvidos e concluíram que a seleção de variáveis através de uma abordagem orientada apenas aos serviços não seria adequada, pois refletiria uma visão estreita das funções do hospital. Propuseram uma estrutura conceitual que incluiria tanto variáveis convencionais quanto variáveis relacionadas a um conjunto mais abrangente de funções produtivas. Este conjunto de variáveis representaria uma gama completa das funções hospitalares bem como a qualidade assistencial, tornando mais consistentes os resultados dos estudos sobre eficiência e qualidade hospitalar.

Com relação as variáveis de *input* e *output* utilizadas, nos estudos que empregaram o método DEA, percebe-se que as mesmas seguiram as categorias propostas por Neill *et al.* (2008), descritas anteriormente. Para *inputs* todos os artigos consideraram leitos e equipe clínica, sendo que quatro artigos consideraram ainda custos. Vale ressaltar que, metade dos estudos ponderou o quantitativo de recursos humanos pelo quantitativo de horas trabalhadas para calcular o *full-time equivalent* (FTE), ou equivalente a tempo integral, de forma a permitir comparações entre instituições que admitiam profissionais em tempo parcial.

Para *outputs* todos os artigos consideraram admissões ou altas, associadas a algum tipo específico de resultado de produção como consultas ambulatoriais, atendimentos de emergência, número de cirurgias ou número de internações em unidade de terapia intensiva. Metade dos artigos ponderou os resultados da produção pela complexidade dos casos tratados, por um sistema de classificação de pacientes, seja o DRG ou o Índice de Case Mix.

O DRG é um sistema de classificação de pacientes, desenvolvido na década de 60 por um grupo de pesquisadores da Universidade de Yale nos EUA, que tinha como objetivo auxiliar na monitoração da qualidade assistencial e da utilização dos serviços hospitalares. Esse sistema foi adaptado no fim da década de 70 para ser a base do sistema de pagamento prospectivo do *Medicare*, passando a relacionar grupos de pacientes clinicamente homogêneos atendidos pelas instituições hospitalares, ao conjunto de bens e serviços consumidos durante sua hospitalização (NORONHA *et al.*, 1991).

O Índice de Case Mix (ICM) é um coeficiente global de ponderação da produção, em face da maior ou menor proporção de pacientes com patologias complexas e que, conseqüentemente, consomem mais recursos. O seu cálculo resulta da razão entre o número de pacientes equivalentes ponderado pelo peso relativo para cada DRG e o número total de

pacientes equivalentes da instituição hospitalar. Por paciente equivalente se considera a conversão dos episódios de internação, que tendo em conta o tempo de internação ocorrido e o intervalo de normalidade definido para cada DRG (HORN; SCHUMACHER, 1979).

Com relação às variáveis representativas da qualidade assistencial, seis artigos utilizaram a mortalidade ou a sobrevida, geral ou para condições específicas, ajustadas para o risco, isoladamente ou em associação a outras variáveis. O ajuste para o risco foi empregado por se considerar que os resultados em saúde podem ser afetados, não apenas pela qualidade de estruturas e processos do cuidado, mas também pela gravidade da doença (CLEMENT *et al.*, 2008). Dois artigos utilizaram o percentual de infecções hospitalares para representar resultados indesejados da qualidade técnico científica. Dois artigos utilizaram as readmissões hospitalares não planejadas e um artigo utilizou a prevalência de úlceras de decúbito como desfechos desfavoráveis relacionados a qualidade assistencial. Um único artigo utilizou, como variável, indicadores de qualidade percebida.

Neill *et al.* (2008), descreveram que em apenas em seis dos setenta e nove artigos selecionados a qualidade assistencial foi empregada na avaliação da eficiência hospitalar e identificaram, como variáveis relacionadas à qualidade, a mortalidade hospitalar ajustada ao risco, as readmissões ajustadas ao risco e o número de infecções hospitalares. Referiram ainda como obstáculos à inclusão destas variáveis de qualidade, a falta de uma medida que representasse a qualidade global da assistência e a relutância de muitas instituições em fornecer seus resultados.

Com relação ao *trade-off* entre eficiência e qualidade, Maniadakis, Hollingsworth e Thanassoulis, em 1999, ponderaram que um conflito entre estas dimensões poderia refletir a necessidade de maiores gastos com recursos para alcançar uma maior qualidade, mas que os resultados finais da produção hospitalar dependem da qualidade dos processos intermediários e que esta dimensão deveria ser incluída na mensuração da eficiência. Solà e Prior, em 2001, acrescentaram que este *trade-off* estaria amplamente presente no setor de serviços e que nas organizações de saúde ele representa o “preço” a ser pago a fim de garantir a qualidade assistencial.

Dos doze artigos que utilizaram o método DEA, quatro estudos observaram relações conflitantes entre eficiência e qualidade, sendo que três destes foram realizados empregando o Índice de Produtividade de Malmquist e analisaram períodos em que ocorreram reformas administrativas ou mudanças nos sistemas de pagamentos do setor saúde. Vale considerar ainda que, estes três estudos analisaram dados referentes ao intervalo de tempo entre os anos de 1990 e 1998; e que a qualidade em serviços de saúde passou a ser um aspecto

sistematicamente considerado a partir da década de 80, quando o setor saúde passou a importar da indústria conceitos relativos à Gestão da Qualidade Total. A curva de aprendizado para os novos processos associados a implantação da gestão da qualidade pode ter interferido na análise das relações entre eficiência e qualidade.

Embora os estudos iniciais apontassem para a existência de *trade-off* entre eficiência e qualidade, as pesquisas mais recentes apontam para inexistência de conflito entre estas duas dimensões (WU *et al.*, 2013; DU *et al.*, 2014) e consideram que variáveis de qualidade devam ser incluídas na mensuração da eficiência de instituições hospitalares e que a análise do desempenho global destas instituições deve incluir outputs que representem tanto o processo produtivo quanto a qualidade da assistência (INEVELD *et al.*, 2016; KARSAK; KARADAYI, 2017).

2.4.1. Revisão da Literatura Nacional

Esta revisão foi realizada a partir das bases dados EBSCO, Emerald, PubMed e do Portal de Periódicos da CAPES, entre janeiro de 2009 e dezembro de 2018. O Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior) é uma biblioteca virtual, que reúne e disponibiliza, a instituições de ensino e pesquisa no Brasil, um acervo de mais de 45.000 periódicos com texto completo e 130 bases referenciais.

Nas três bases de dados, foram considerados os descritores *hospital efficiency / eficiência hospitalar* e *Brazil / Brasil*, tendo como campo de busca o resumo do artigo e sendo selecionados artigos publicados nas línguas inglesa e portuguesa. No portal CAPES, foram considerados os mesmos descritores e também foram selecionados artigos publicados nas línguas inglesa e portuguesa, mas foi considerado como campo de busca o assunto do artigo.

Foram identificados 122 artigos que, em um primeiro nível de análise, tiveram o título e o resumo investigados, sendo selecionados três artigos que abordavam a mensuração da eficiência em instituições hospitalares. Foram excluídos os artigos em que: a eficiência não se referia ao processo produtivo; havia referência ao sistema de saúde como um todo; havia referência a unidades hospitalares especializadas ou a processos clínicos específicos; e os estudos duplicados. Em um segundo nível de análise, cada um dos três artigos foi explorado em sua íntegra e seus principais achados serão descritos. O anexo E resume as características dos artigos no que se refere ao título, autor(es), periódico e ano de publicação, amostra, objetivos, variáveis de qualidade e resultados.

Araújo, Barros e Wanke (2014), considerando que a ineficiência dos hospitais públicos brasileiros tem sido amplamente debatida, mas que poucos estudos foram realizados para avaliar os hospitais privados brasileiros, propuseram avaliar a eficiência de vinte hospitais privados com fins lucrativos, utilizando o método DEA *output*, considerando tanto o retornos constantes como o retornos variáveis em escala. Para suplantar os erros de medição dos estimadores de eficiência, empregaram técnicas de *bootstrap*. Para os autores, apesar do uso crescente deste método para mensurar eficiência hospitalar, uma desvantagem é a falta de diferenciação entre as DMUs, que pode ser causada por um número excessivo de variáveis utilizadas em relação ao número total de unidades observadas. Por tal, utilizaram a metodologia de Análise de Componentes Principais (PCA - *Principal Component Analysis*) para reduzir o número de variáveis em fatores. As nove variáveis de *input* foram representadas por dois fatores, sendo a área hospitalar e o número de consultórios médicos as variáveis que apresentaram maior carga fatorial em cada um destes fatores. As cinco variáveis de *output* relacionadas à foram reduzidas a dois fatores, sendo as variáveis mais representativas destes fatores o número de pacientes internados em terapia intensiva e o número total de tratamentos ambulatoriais. Os resultados encontrados assinalam que as oportunidades para as instituições hospitalares responderem a demandas futuras são escassas e dependentes de condições relacionadas aos processos de acreditação e ao grau de especialização. Os achados corroboram as evidências de déficit de capacidade no setor de saúde brasileiro também para o setor privado.

Souza, Scatena e Kehrig (2016), em face da necessidade de melhorar o desempenho dos hospitais do Sistema Único de Saúde (SUS), avaliaram comparativamente a eficiência de dez hospitais do estado do Mato Grosso, tanto públicos quanto privados, utilizando o método DEA orientado para *output*, considerando tanto o retornos constantes como o retornos variáveis em escala. Uma variável de qualidade foi acrescida aos *outputs* operacionais. Com relação ao porte das instituições, a amostra era bastante variada, havendo hospitais de pequeno, médio e grande porte. Foram utilizados *inputs* de recursos humanos (número de médicos e profissionais de enfermagem, ponderados para o equivalente a tempo completo), estrutura (número de leitos SUS somado ao número de leitos de unidade de terapia intensiva e de isolamento) e financeiro (valor médio mensal recebido do SUS). Como *outputs* operacionais foram utilizados o número médio mensal de internações somado ao número médio mensal de procedimentos de alta complexidade (PAC) e um indicador de qualidade foi construído a partir de dados do Programa Nacional de Avaliação de Serviços de Saúde (PNASS) e do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIHSUS). O instrumento do

PNASS é composto por um *checklist* para verificação do cumprimento dos padrões de conformidade, uma pesquisa de satisfação com usuários e uma pesquisa sobre condições e relações de trabalho. Ao conjunto de indicadores oriundos do PNASS foi incorporado o inverso da Taxa de Mortalidade Geral. Os resultados demonstraram que os hospitais privados eram mais eficientes que os públicos. Os autores concluíram ainda que avaliações de eficiência hospitalar dependem do modelo adotado, das variáveis utilizadas e do contexto das unidades analisadas como porte, complexidade, demanda, financiamento, qualidade, vínculo funcional, entre outras especificidades.

Silva *et al.* (2017), estudaram a eficiência produtiva de hospitais das várias regiões do Brasil, para os anos de 2014 e 2015, e a relação entre esta e os custos da assistência, por meio de uma correlação. Para mensuração da eficiência utilizaram um modelo DEA com retornos constantes de escala e orientado para *output*. Consideraram o número de leitos e de médicos e enfermeiros como *inputs* e o número de pacientes internados e o inverso do número de óbitos hospitalares como *outputs*. Esta última variável, poderia ser considerada como um resultado de qualidade, mas não foi abordada neste sentido pelos autores. Os dados foram obtidos nos *sites* do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SINCONFI) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi calculada a eficiência produtiva dos vinte e sete estados brasileiros e posteriormente a eficiência média de cada região, considerando-se os valores dos *inputs* e *outputs* divididos pelo total de habitantes. Os autores encontraram os melhores índices de eficiência para a região Sul, em primeiro lugar, e para a Sudeste, em segundo lugar. Com relação à correlação, concluíram não haver uma relação estatisticamente significativa entre custos e eficiência produtiva hospitalar.

2.5. HIPÓTESES DE PESQUISA

Foram formuladas as seguintes hipóteses de pesquisa:

H1 - Não existe trade-off entre eficiência técnica e qualidade assistencial

Em função dos achados da revisão de literatura internacional, que apontam para inexistência de trade-off entre estas duas dimensões, foi testada a hipótese de que não exista conflito entre estas duas dimensões, para uma amostra de instituições hospitalares brasileiras

privadas, de alta complexidade operacional e acreditadas como instituições de excelência em assistência à saúde.

H2 - A inclusão do índice de qualidade assistencial na mensuração da eficiência técnica pelo método DEA não acarreta impacto nos estimadores de eficiência

Em função dos achados da revisão da literatura, que consideram que variáveis de qualidade devam ser incluídas na avaliação da eficiência de instituições hospitalares, de forma a proporcionar uma avaliação mais abrangente dos processos produtivos, foi testada a hipótese de que a inclusão do índice de qualidade na mensuração da eficiência não acarreta impacto nos estimadores.

H3 - O método TOPSIS pode ser uma alternativa ao método DEA para o benchmark de instituições hospitalares

Em função dos achados da literatura que demonstram a utilização de métodos de apoio à decisão multicritério na avaliação do desempenho de instituições hospitalares e da simplicidade operacional e fácil aplicabilidade do método TOPSIS, foi testada a hipótese de que o *ranking* estabelecido por este método na avaliação do desempenho seja semelhante ao *ranking* obtido pelo método DEA na avaliação da eficiência.

H4 – A inclusão do índice de qualidade assistencial na estimativa do desempenho hospitalar pelo método TOPSIS não acarreta impacto nos índices de desempenho

Esta hipótese foi testada em função das mesmas considerações realizadas para a hipótese H2.

3. METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo descrever os processos envolvidos na etapa empírica desta pesquisa: a escolha dos métodos e modelos empregados na mensuração da eficiência e na determinação dos índices de qualidade assistencial e de desempenho hospitalar; a seleção da amostra a ser estudada; a definição das variáveis representativas do processo produtivo e da qualidade assistencial; o tratamento dos dados; a análise estatística.

3.1. MÉTODO DE PESQUISA

De acordo com o que foi exposto no referencial teórico, com relação à seleção do método empregado para avaliação da eficiência hospitalar:

- i. a Análise Envoltória de Dados (DEA) foi o método selecionado em função da complexidade do processo produtivo das instituições hospitalares e da possibilidade deste método permitir a adoção de múltiplos *inputs* e *outputs* e não demandar que o processo produtivo seja especificado *a priori*;
- ii. a orientação adotada foi no sentido de expansão dos *outputs* uma vez que no setor saúde os recursos são escassos e busca-se otimizar os resultados obtidos;
- iii. o modelo empregado foi o CRS, uma vez que é frequente que as instituições hospitalares operarem com excesso de capacidade, condição essa em que equilíbrios de prazos mais longos devem ser considerados e retornos constantes de escala são mais usuais;
- iv. a técnica de *bootstrap* foi utilizada de forma a determinar intervalos de confiança para as estimativas de eficiência e testar diferenças significativas nos níveis de eficiência, obtendo-se estimadores mais precisos, sendo o número de réplicas utilizado de 100.000.

De acordo com o que foi exposto no referencial teórico, com relação à seleção do método empregado para a estimativa do índice de qualidade, a partir dos indicadores representativos da dimensão do desempenho técnico selecionados para representar a qualidade assistencial:

- i. o TOPSIS foi o método selecionado em função de sua capacidade de aplicar vários critérios na avaliação de múltiplas alternativas com o propósito de seleção, ordenação ou categorização destas;

- ii. em função dos indicadores representativos da qualidade assistencial estarem relacionados a desfechos indesejados, estes foram analisados como critérios negativos, e foram utilizados pesos iguais e unitários para todos os critérios.

De acordo com o que foi evidenciado no decorrer desta pesquisa, com relação ao método empregado para estimativa do índice de desempenho hospitalar:

- i. o TOPSIS se mostrou uma alternativa em função de sua simplicidade operacional, sua fácil aplicabilidade e seu recente emprego em estudos sobre avaliação do desempenho de instituições hospitalares;
- ii. como critérios para a avaliação das múltiplas alternativas foram empregadas as mesmas variáveis utilizadas pelo método DEA, sendo que os *inputs* foram considerados como critérios negativos e os *outputs* como critérios positivos, e foram utilizados pesos iguais e unitários para todos os critérios.

3.2. AMOSTRA

Para a seleção da amostra a ser analisada nesta pesquisa, foram utilizados dados de uma base nacional composta por 114 instituições hospitalares privadas, que apresentam diferentes portes, perfis assistenciais, regimes de propriedade e processos de acreditação hospitalar.

O porte hospitalar é uma classificação das instituições hospitalares em função da complexidade de sua estrutura assistencial. Essa classificação é realizada no CNES em conformidade com a portaria GM/MS nº 2224 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2002), que define os portes de acordo com padrões de complexidade assistencial, tipo e volume de leitos gerais, de terapia intensiva, número de salas cirúrgicas e atenção à gestação de alto risco. A Tabela 01 apresenta os critérios para classificação hospitalar por portes.

Tabela 01 – Critérios para Classificação Hospitalar por Porte

Pontos por item	Itens de avaliação						
	Nº de leitos	Leitos UTI	Tipo UTI	Alta complexidade	Urgência / Emergência	Gestação alto risco	Salas cirúrgicas
1 ponto	20 a 49	1 a 04	----	1	Pronto Atendimento	-----	Até 02
2 pontos	50 a 149	05 a 09	Tipo II	2	Serviço de Urgência / Emergência	Nível I	03 a 04
3 pontos	150 a 299	10 a 29	-----	3	Referência nível I ou II	Nível II	05 a 06
4 pontos	300 ou mais	30 ou mais	Tipo III	4 ou mais	Referência nível III	-----	Acima de 08

Porte I - de 01 a 05 pontos; porte II - de 06 a 12 pontos; porte III - de 13 a 19 pontos; porte IV - de 20 a 27 pontos

Fonte: https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-2224-2002_182358.html

A acreditação de uma instituição de saúde é um processo que tem como objetivo verificar e assegurar que esta respeite um determinado conjunto de normas, referentes a aspectos da estrutura, gestão, segurança e qualidade da assistência, realizado por uma entidade acreditadora (WHO, 2003). Os processos de acreditação tiveram sua origem nos EUA, em 1917, como iniciativa do *American College of Surgeons*, que estabeleceu regras mínimas para a assistência prestada a pacientes submetidos a intervenções cirúrgicas, difundindo-se pelos hospitais americanos e levando à criação, em 1951, da *Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations* (JCAHO), que mais tarde fundou a *Joint Commission International* (JCI), prestadora de serviços de consultoria a programas de acreditação em todo o mundo. Na atualidade, são vários os programas de acreditação desenvolvidos nacional e internacionalmente, sendo os mais difundidos no Brasil, além da JCI, o *Canadian Council on Health Services Accreditation* (CCHSA) do Canadá e o Consórcio Brasileiro de Acreditação (CBA).

Uma vez que um dos requisitos do método DEA, que precisa ser atendido com relação à amostra, é a similaridade relativamente à atividade praticada pelas distintas DMUs, com a finalidade de homogeneizar a amostra desta pesquisa no que se refere à complexidade da operação, foram selecionadas desta base nacional, que inclui hospitais de porte III e IV,

apenas as instituições de porte IV. A escolha das instituições de maior porte foi realizada considerando que a eficiência teria maior impacto para processos produtivos de maior complexidade.

A amostra foi homogeneizada em relação aos níveis de acreditação das instituições hospitalares, descartando-se as instituições que não possuíam ou estavam em processo de certificação, considerando que estes processos reflitam à implantação da gestão da qualidade nas instituições e que existe uma curva de aprendizado para qualquer nova tecnologia. O regime de propriedade não foi considerado na determinação da amostra.

Foram excluídas ainda as instituições que, de acordo com a descrição de distribuição de seus leitos, se mostravam especializadas, ou seja, destinadas a atender uma determinada especialidade médica, como obstetrícia ou pediatria, considerando que o perfil assistencial pode influenciar na homogeneidade operacional, comprometendo a avaliação comparativa da eficiência entre as instituições hospitalares.

Após esta seleção inicial, mostraram-se elegíveis para esta pesquisa sessenta e duas instituições hospitalares, que representavam quatorze unidades da federação (UF), com a seguinte distribuição: São Paulo com vinte hospitais (32,26%); Rio de Janeiro com nove hospitais (14,52%); Minas Gerais com seis hospitais (9,68%); Bahia, Distrito Federal, Pernambuco e Paraná com quatro hospitais (6,45%) cada; Espírito Santo e Rio Grande do Sul com três hospitais (4,84%) cada; Alagoas, Maranhão, Mato Grosso, Pará e Santa Catarina com um hospital (1,61%) cada.

Estas instituições passaram então a ser avaliadas em relação à disponibilidade de seus dados para o ano de 2018, para cada uma das variáveis a serem consideradas na análise da eficiência técnica e da qualidade assistencial.

Deste grupo de sessenta e duas instituições hospitalares, foram expurgadas as instituições em que o somatório de dados faltantes (*missing data*) ou anômalos para uma determinada variável representava mais do que 25% do total dos dados para o ano de 2018, ou seja, existiam dados faltantes ou anômalos para mais do que três meses do ano de 2018, para ao menos uma das variáveis em consideração. Foram considerados anômalos os dados nulos quando a variável não aceitava nulidade, os dados repetidos por meses consecutivos e os dados com representação não numeral.

A amostra final passou a ser constituída por dezenove instituições hospitalares, o que corresponde a um percentual de 30,65% da amostra elegível e de 16,67% da amostra inicial. Cabe aqui ressaltar a dificuldade encontrada, por pesquisadores da área da saúde, na obtenção de dados relevantes, confiáveis e publicamente disponíveis; e enfatizar o elevado percentual

de dados faltantes observados para esta amostra de hospitais privados, de elevada complexidade operacional e reconhecida excelência em assistência à saúde, fato este reconhecidamente crítico com relação ao setor público da saúde no Brasil. A Tabela 02 apresenta o percentual de aproveitamento das instituições por UF incluída na amostra inicial.

Tabela 02 – Percentual de aproveitamento das instituições por UF

	Amostra Inicial	Amostra Final	Percentual
Alagoas (AL)	1	0	0,00%
Bahia (BA)	4	0	0,00%
Distrito Federal (DF)	4	2	50,00%
Espírito Santo (ES)	3	2	66,67%
Maranhão (MA)	1	0	0,00%
Minas Gerais (MG)	6	3	50,00%
Mato Grosso (MT)	1	1	100,00%
Pará (PA)	1	0	0,00%
Pernambuco (PE)	4	0	0,00%
Paraná (PR)	4	1	25,00%
Rio de Janeiro (RJ)	9	0	0,00%
Rio Grande do Sul (RS)	3	0	0,00%
Santa Catarina (SC)	1	1	100,00%
São Paulo (SP)	20	9	45,00%
Total	62	19	30,65%

A indisponibilidade dos dados é um problema central em pesquisa empírica, sendo seu impacto prático a redução do tamanho da amostra para análise. Kim e Curry (1977) descreveram que se 10% dos dados são aleatoriamente perdidos em um conjunto de cinco variáveis, em média, cerca de 60% dos casos terá pelo menos um valor perdido. Assim, se dados completos são necessários para o estudo da amostra, a eliminação dos casos com dados

faltantes em uma ou mais variáveis da análise estatística reduzirá a amostra a 40% do tamanho original, acarretando perda de poder estatístico.

A gravidade deste problema depende em parte do percentual de dados faltantes, entretanto, existem várias diretrizes discordantes sobre valores de corte. Cohen e Cohen (1983) sugeriram que um percentual de 5% a 10% de dados faltantes para determinado caso ou variável poderia ser considerado pequeno, enquanto Raymond e Roberts (1987) propuseram que um percentual de 40% de dados indisponíveis deveria ser considerado um valor alto. Wirtz (2004) sugeriu 30% e Hair *et al.* (2010) propuseram um processo de quatro etapas para identificar dados perdidos e aplicar ações corretivas e sugeriram que níveis entre 20% e 30% poderiam ser remediados.

Existem três métodos para se tratar dados faltantes: excluí-los, ou substituí-los por valores estimados, ou modelar a distribuição dos mesmos e estimá-los com base em um certo parâmetro. Dentre os métodos de substituição, os métodos de imputação única consistem em substituir os dados faltantes por valores factíveis. Esta pesquisa utilizou o método de imputação única, substituindo os dados faltantes para uma determinada variável pela média de seus valores (FARHANGFAR *et al.*, 2008). Com a imputação da média, os valores extremos ficam sub representados e a variância das variáveis que apresentam dados faltantes pode ser subestimada, entretanto este efeito indesejável é reduzido em bases de dados com uma pequena porcentagem de dados faltantes e para variáveis normalmente distribuídas (MCKNIGHT *et al.*, 2007).

Em síntese, como critérios de inclusão para esta pesquisa foram considerados:

- i. tratar-se de instituição hospitalar classificada como de porte IV, em conformidade com portaria do Ministério da Saúde;
- ii. possuir acreditação nacional ou internacional como instituição de excelência em assistência à saúde;
- iii. se caracterizar como instituição não especializada em relação à assistência;
- iv. dispor de ao menos 75% dos dados válidos para cada uma das variáveis a serem consideradas em relação ao ano de 2018.

A Tabela 03 apresenta as características das instituições selecionadas com relação ao processo de acreditação hospitalar, o regime de propriedade, a UF de origem e ao número de leitos operacionais.

Tabela 03 – Características das instituições hospitalares

Instituição	Acreditações	Regime de Propriedade	UF
Hospital 01	ONA	com fins lucrativos	DF
Hospital 02	ACI	com fins lucrativos	SP
Hospital 03	JCI	com fins lucrativos	SP
Hospital 04	JCI	Filantrópico	SP
Hospital 05	ONA	Filantrópico	MG
Hospital 06	ONA, ACI	com fins lucrativos	ES
Hospital 07	ONA	com fins lucrativos	ES
Hospital 08	ONA, NIAHO	com fins lucrativos	MG
Hospital 09	ONA	Filantrópico	SP
Hospital 10	JCI	com fins lucrativos	SP
Hospital 11	ONA	com fins lucrativos	DF
Hospital 12	ONA, JCI	com fins lucrativos	SP
Hospital 13	ONA, ACI	com fins lucrativos	MT
Hospital 14	JCI, ACI	Filantrópico	SP
Hospital 15	ACI	com fins lucrativos	PR
Hospital 16	ONA, ACI	Filantrópico	MG
Hospital 17	ONA	Filantrópico	SC
Hospital 18	ONA	Filantrópico	SP
Hospital 19	ONA	com fins lucrativos	SP

ACI - Accreditation Canada International; JCI - Joint Commission International; NIAHO - National Integrated Accreditation for Healthcare Organizations; ONA - Organização Nacional de Acreditação.

3.3. VARIÁVEIS

Considerando o referencial teórico e em função dos dados disponíveis, foram utilizados como *inputs* o número total de leitos operacionais, o efetivo de auxiliares e técnicos e o efetivo de enfermeiros, e como *outputs* relacionados aos resultados operacionais foram incluídos o número de saídas hospitalares e o número total de procedimentos cirúrgicos. O efetivo de médicos não foi considerado como um dos *inputs* uma vez que, em instituições hospitalares privadas, estes profissionais podem realizar suas atividades assistenciais através de relações distintas, que incluem desde os vínculos empregatícios formais, regidos pelas CLT (Consolidação das Leis de Trabalho), até a colaboração como clientes externos, que utilizam as instalações hospitalares para prestar assistência aos seus pacientes; e o banco de dados em análise nesta pesquisa traz referência apenas aos profissionais vinculados às instituições por regime de contrato. Assim, poderiam existir profissionais médicos, externos às instituições em análise, que fossem responsáveis pela assistência aos pacientes e não estivessem incluídos nos dados disponíveis, levando a uma mensuração errônea deste *input* com conseqüente prejuízo à avaliação da eficiência técnica das instituições.

Doravante, estas variáveis serão denominadas “quantitativas” por estarem relacionadas a quantidades de recursos e produtos relacionados ao processo produtivo em análise. Os valores destas variáveis, para cada uma das instituições hospitalares incluídas na amostra utilizada por esta pesquisa, estão identificados no anexo F.

Considerando as definições e recomendações da OMS, da *World Alliance for Patient Safety*, do Ministério da Saúde e do PNSP e os dados disponíveis, foram utilizados como *outputs* relacionados a qualidade assistencial, além da razão de mortalidade observada sobre esperada, a taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa (%) e a taxa de incidência de infecção de corrente sanguínea associada à cateter venoso central para pacientes em terapia intensiva adulto ‰ (por mil pacientes-dia). Infecções relacionadas à assistência à saúde já haviam sido anteriormente utilizadas como variáveis de qualidade técnica, uma vez que são importantes causas de morbidade e mortalidade para pacientes hospitalizados (SOLÀ; PRIOR, 2001)

A razão de mortalidade observada sobre esperada ou taxa de mortalidade hospitalar padronizada (TMHP) é definida como a razão entre o número observado e o número esperado de óbitos na instituição hospitalar. A incorporação da metodologia de ajustamento de risco em

sua avaliação legítima a comparação de resultados entre diferentes instituições hospitalares. A ficha técnica deste indicador está descrita no anexo G.

A taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa é calculada por meio da divisão do número de infecções de sítio cirúrgico em cirurgias limpas, pelo número total de cirurgias limpas. A ficha técnica deste indicador está descrita no anexo H. A taxa de incidência de infecção de corrente sanguínea associada a cateter venoso central para pacientes em terapia intensiva é definida pelo número de casos novos de infecção primária de corrente sanguínea (IPCS), em pacientes em uso de cateter venoso central (CVC), internados em unidades de terapia intensiva (UTI). A ficha técnica deste indicador está descrita no anexo I.

Doravante, estas variáveis serão denominadas “qualitativas” por estarem relacionadas à qualidade dos resultados do processo produtivo em análise. Os valores destas variáveis, para cada uma das instituições hospitalares incluídas na amostra utilizada por esta pesquisa, estão identificados no anexo J. Essas variáveis representativas da dimensão do desempenho técnico da qualidade assistencial foram sintetizadas em um índice de qualidade assistencial por meio do método TOPSIS, conforme descrito anteriormente.

Vale ressaltar que, a recomendação da literatura, para o método DEA, que o tamanho da amostra deve ser pelo menos três vezes maior do que a soma da quantidade de variáveis (COOPER *et al.*, 2001), foi observada nesta pesquisa da seguinte forma: para o modelo sem inclusão da dimensão da qualidade assistencial foram utilizados três *inputs* e dois *outputs*, e para o modelo com inclusão da dimensão da qualidade assistencial foram empregados três *inputs* e três *outputs*, sendo o número de DMUs incluídas na amostra final de dezenove instituições hospitalares, conforme descrito anteriormente.

3.4. TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados referentes às variáveis em análise nesta pesquisa, para as instituições que compõem a amostra em estudo e para os doze meses do ano de 2018, foram selecionados a partir da base de dados nacional e transpostos para uma planilha eletrônica de dados (Microsoft Excel ®), onde foram tratados, para cada uma das instituições, de forma a se determinar: a média anual para as variáveis representativas dos recursos e para as variáveis de qualidade assistencial, que se expressam sob a forma de taxas; e o somatório anual para as variáveis representativas da produção.

Estes valores referentes ao ano de 2018 foram alocados em novas planilhas eletrônicas que foram utilizadas posteriormente como banco de dados pelos pacotes *Benchmarking* e

Topsis do *software* RStudio, versão 3.6.1, um ambiente para computação que utiliza a linguagem de programação R para cálculos estatísticos e gráficos, na mensuração da eficiência técnica e na determinação dos índices de qualidade assistencial e de desempenho hospitalar para as instituições hospitalares presentes na amostra em estudo.

Os valores anuais para as variáveis quantitativas, para cada uma das instituições hospitalares, estão descritos no anexo F e os valores anuais para as variáveis qualitativas, no anexo J, que também apresenta os índices de qualidade assistencial calculados pelo pacote *Topsis* do *software* RStudio a partir das variáveis qualitativas.

Em uma primeira etapa desta pesquisa, foi calculada a eficiência técnica das instituições, utilizando-se o pacote *Benchmarking* do *software* RStudio, considerando o modelo CRS, orientado para *output*, sem a inclusão do índice de qualidade assistencial (DEA sem Q). Foram identificados os estimadores, os *benchmarks*, as folgas existentes para *inputs* e *outputs* e traçada a fronteira de eficiência.

Uma vez que no pacote *Benchmarking* o cálculo da eficiência tem como *default* o conceito de eficiência de Farrell (FARRELL, 1957), para o qual as DMUs são comparadas de acordo com a razão entre a soma ponderada dos *outputs* e a soma ponderada dos *inputs*, e os valores resultantes se encontravam no intervalo $[1, +\infty [$, os mesmos foram invertidos para que se posicionassem no intervalo de $[0,1]$.

Em uma segunda etapa, foi calculado o índice de qualidade assistencial das instituições, utilizando-se o pacote *Topsis* do *software* RStudio, considerando os indicadores representativos da dimensão do desempenho técnico da qualidade assistencial como critérios negativos, por se tratar de desfechos indesejados, e utilizando pesos iguais e unitários para os todos os critérios, por evidenciarem por si o desfecho letal ou representarem grande risco para o mesmo. As rotinas do *software* RStudio utilizadas nesta etapa estão descritas no anexo N.

Em uma terceira etapa desta pesquisa, foi calculada a eficiência técnica das instituições, ainda se utilizando o pacote *Benchmarking* do *software* RStudio, considerando o modelo CRS, orientado para *output*, com a inclusão do índice de qualidade assistencial (DEA com Q). Da mesma forma, foram identificados os estimadores, os *benchmarks*, as folgas existentes para *inputs* e *outputs* e traçada a fronteira de eficiência. Como os valores resultantes se encontravam no intervalo $[1, +\infty [$, os mesmos foram invertidos para se posicionarem no intervalo de $[0,1]$.

Na primeira e na terceira etapa, a técnica de *bootstrap* foi empregada, utilizando-se 100.000 réplicas, de forma a determinar intervalos de confiança para as estimativas de

eficiência e obter estimadores mais precisos. Os valores encontrados para os escores de eficiência técnica das instituições hospitalares na primeira (DEA sem Q) e na terceira (DEA com Q) etapas estão descritos no anexo M. As rotinas do *software* RStudio, utilizadas nestas duas etapas, estão descritas nos anexos O e P, respectivamente.

Em uma quarta etapa, foi calculado o índice de desempenho das instituições, sem e com a inclusão do índice de qualidade assistencial, utilizando-se o pacote *Topsis* do *software* RStudio. A solução ideal expressaria os menores valores para os *inputs* e os maiores para os *outputs*.

As variáveis de *input* utilizadas no método DEA foram consideradas como critérios negativos e as variáveis de *output* como critérios positivos, e os pesos utilizados foram iguais e unitários para todos os critérios. Os valores estimados para os índices de desempenho das instituições hospitalares sem (TOPSIS sem Q) e com (TOPSIS com Q) a inclusão do índice de qualidade assistencial estão descritos no anexo M. As rotinas do *software* RStudio utilizadas nesta etapa estão descritas no anexo Q.

3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A estatística descritiva das variáveis utilizadas e dos resultados observados foi realizada no *software* Microsoft Excel ® e incluiu o cálculo das médias, desvios padrão, medianas, intervalos interquartis e coeficientes de variação (desvio padrão / média).

A estatística analítica dos resultados, em face das hipóteses de pesquisa, foi realizada empregando-se o pacote *Stats* do *software* RStudio versão 3.6.1 e incluiu a regressão linear simples, calculada pelo método dos mínimos quadrados (MMQ) ou *Ordinary Least Squares* (OLS), para verificar a relação entre os pares resultados em análise, e as correlação de postos de Spearman e de Kendall para verificar a relação entre os *rankings*.

Foi aplicado o teste *t* de Student entre os pares de resultados a serem comparados, de forma a avaliar a distribuição destes, sendo que apenas os resultados calculados pelo mesmo método apresentavam igual distribuição. Assim, os testes de correlação de Spearman e de Kendall foram os escolhidos para a análise comparativa dos *rankings* gerados por não assumirem hipótese alguma a respeito da distribuição dos dados.

Ambos os testes são análises bivariadas que medem a força de associação entre duas variáveis e a direção dessa relação. Seus resultados variam de -1 à +1 e quanto mais próximo da unidade maior o grau de associação entre as variáveis. O sinal da correlação indica a

direção da relação, sendo que o sinal “+” indica correlação positiva e o sinal “-” indica correlação negativa.

As correlações de Spearman (coeficiente rho de Spearman - Spearman Rho) e de Kendall (coeficiente tau de Kendall - Kendall Tau) entre duas variáveis serão altas quando as observações tiverem classificações semelhantes nas duas observações, o que significa dizer que haverá uma relação monótona entre elas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar a análise descritiva das variáveis utilizadas e dos resultados observados bem como discutir as hipóteses desta pesquisa de acordo com os achados para os diferentes métodos e modelos.

4.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS

As estatísticas descritivas para as variáveis quantitativas, considerando a totalidade das instituições hospitalares, estão sintetizadas na Tabela 04.

Tabela 04 – Estatística descritiva dos *inputs* e *outputs* quantitativos para a totalidade das DMUs

	Total
Total	19
Efetivo Auxiliares e Técnicos	
média (DP)	705,32 (620,92)
mediana (IIQ)	516,00 (327,00 – 792,00)
Efetivo Enfermeiros	
média (DP)	234,79 (299,05)
mediana (IIQ)	123,00 (86,00 – 267,00)
Leitos operacionais	
média (DP)	283,11 (154,60)
mediana (IIQ)	241,00 (162,50 – 339,50)
Saídas hospitalares	
média (DP)	19.540,84 (11.428,21)
mediana (IIQ)	15.684,00 (11.410,50 – 24.495,50)
Procedimentos cirúrgicos	
média (DP)	18.459,11 (12.287,42)
mediana (IIQ)	15.813,00 (11.133,50 – 20.537,00)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Observa-se que os resultados para o desvio padrão são altos, com coeficientes de variação de 88,03%, 127,37%, 54,61%, 58,48% e 66,57%, respectivamente, e que os intervalos interquartis são amplos, demonstrando que, apesar de ter sido realizada delimitação da amostra para hospitais de porte IV, com o objetivo de homogeneizar a mesma em termos

de complexidade operacional, a amostra é heterogênea em relação à escala da operação, ao quantitativo de recursos empregados na produção, em especial aos recursos humanos (Gráfico 02).

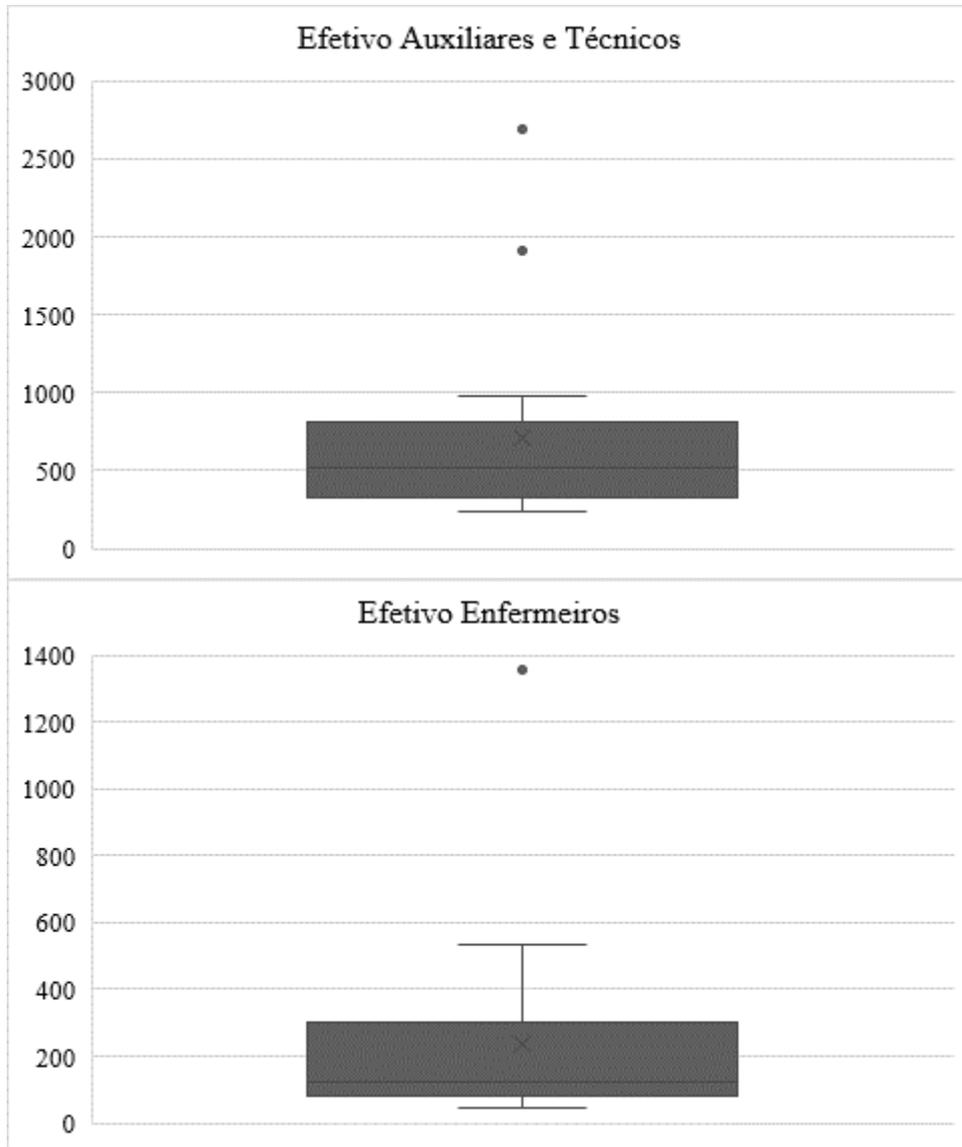


Gráfico 02 – Distribuição das variáveis de recursos humanos para a totalidade das DMUs

A Tabela 05 especifica as mesmas estatísticas descritivas para as variáveis quantitativas, porém agora considerando não mais as instituições hospitalares, mas sim as UFs incluídas na amostra.

Tabela 05 – Estatística descritiva dos *inputs* e *outputs* quantitativos para as UFs

	Total
Total	7
Efetivo Auxiliares e Técnicos	
média (DP)	467,61 (276,54)
mediana (IIQ)	321,00 (296,50 – 553,92)
Efetivo Enfermeiros	
média (DP)	131,63 (115,12)
mediana (IIQ)	81,00 (75,25 – 129,92)
Leitos operacionais	
média (DP)	213,90 (95,88)
mediana (IIQ)	173,00 (155,75 – 266,83)
Saídas hospitalares	
média (DP)	14.115,35 (7.025,50)
mediana (IIQ)	10.114,00 (9.365,50 – 18.074,92)
Procedimentos cirúrgicos	
média (DP)	14.095,42 (5.535,14)
mediana (IIQ)	13.888,00 (10.151,25 – 16.172,17)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Para essa análise, foram calculadas médias para cada uma das variáveis quando se considerou as UFs representadas por mais de uma instituição hospitalar como: Distrito Federal e Espírito Santo com duas instituições, Minas Gerais com três instituições e São Paulo com nove instituições. Para as UFs representadas por apenas uma instituição foram considerados os resultados destas. Estes dados estão descritos no anexo K.

Nesta análise entre as UFs, também se verifica dispersão dos dados para cada uma das variáveis, e em especial para aquelas representativas dos recursos humanos, mas com desvios padrão mais baixos, coeficientes de variação de 59,14%, 87,46%, 44,82%, 49,77% e 39,27%, respectivamente, e intervalos interquartis mais estreitos. Estes resultados já eram esperados, uma vez que esta análise utiliza um rearranjo da amostra que inclui a totalidade das instituições hospitalares, mas esta avaliação foi realizada para verificar a magnitude da dispersão dos dados entre e dentro das UFs.

No anexo K, estão detalhados a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação, a mediana e o intervalo interquartil para as quatro UFs representadas por mais de uma instituição na amostra. São Paulo é a UF que apresenta as maiores médias para todas as

variáveis em análise e que demonstra os mais altos desvios padrão e intervalos interquartis mais amplos.

Tal assimetria entre e dentro das UFs sinaliza que, considerando esta amostra como representativa de instituições privadas de alta complexidade e excelência em assistência à saúde, podem existir desigualdades no dimensionamento da prestação dos serviços neste setor da saúde, entre e dentro das UFs. Para se confirmar esta hipótese seria necessário verificar a área de abrangência destas instituições e a disponibilidade dos serviços por habitante, o que, entretanto, não está disponível para esta pesquisa. Este achado não foi considerado como impeditivo à análise proposta nesta pesquisa tendo em conta a realidade brasileira, marcada pela heterogeneidade entre regiões, estados e mesmo municípios, em termos sociais e econômicos.

As estatísticas descritivas das variáveis qualitativas, considerando a totalidade das instituições hospitalares, estão sintetizadas na Tabela 06.

Tabela 06 – Estatística descritiva dos *outputs* qualitativos para a totalidade das DMUs

	Total
Total	19
Razão de mortalidade observada sobre esperada	
média (DP)	0,64 (0,36)
mediana (IIQ)	0,50 (0,42 – 0,75)
Taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa	
média (DP)	0,006 (0,006)
mediana (IIQ)	0,004 (0,002 – 0,006)
Taxa de incidência de ICS/CVC - UTI Adulto	
média (DP)	2,645 (1,746)
mediana (IIQ)	2,243 (1,469 – 3,632)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Mais uma vez, observam-se desvios padrão altos, com coeficientes de variação de 56,16%, 100,00% e 66,01%, demonstrando que, apesar de ter sido realizada delimitação da amostra para instituições acreditadas como de excelência em assistência à saúde, o que pressupõe que estas respeitem um conjunto de normas, protocolos e diretrizes, referentes a aspectos da segurança e da qualidade assistencial, a amostra é heterogênea em relação à qualidade dos serviços prestados, em especial à taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa (Gráfico 03).

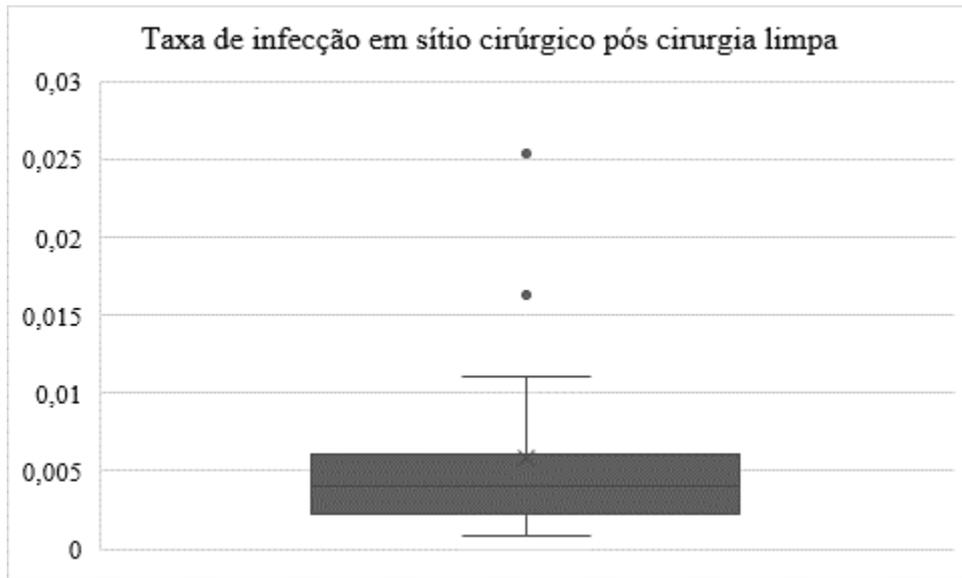


Gráfico 03 – Distribuição da variável taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa para a totalidade das DMUs

A Tabela 07 especifica as mesmas estatísticas descritivas para as variáveis qualitativas, porém agora considerando as UFs incluídas na amostra.

Tabela 07 – Estatística descritiva dos *outputs* qualitativos para as UFs

	Total
Total	7
Razão de mortalidade observada sobre esperada	
média (DP)	0,74 (0,31)
mediana (IIQ)	0,75 (0,47 – 0,94)
Taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa	
média (DP)	0,005 (0,003)
mediana (IIQ)	0,005 (0,003 – 0,006)
Taxa de incidência de ICS/CVC - UTI Adulto	
média (DP)	3,473 (1,305)
mediana (IIQ)	3,790 (2,819 – 4,219)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Novamente, foram calculadas médias para cada uma das variáveis quando se considerou as UFs representadas por mais de uma instituição hospitalar e para as UFs representadas por apenas uma instituição foram considerados os resultados destas. Estes dados estão descritos no anexo L.

Nesta análise entre as UFs, também se verifica dispersão dos dados para cada uma das variáveis, com desvios padrão são mais baixos, coeficientes de variação de 41,79%, 60,00% e 37,58% respectivamente, e intervalos interquartis mais estreitos. Estes resultados já eram esperados, uma vez que esta análise utiliza um rearranjo da amostra que inclui a totalidade das instituições hospitalares, mas esta avaliação foi realizada para verificar a magnitude da dispersão dos dados entre e dentro das UFs.

No anexo L, estão detalhados além da média, o desvio padrão, o coeficiente de variação, a mediana e o intervalo interquartil para as quatro UFs representadas por mais de uma instituição na amostra. São Paulo apresenta as menores médias para a razão de mortalidade observada sobre esperada e para a taxa de incidência de infecção de corrente sanguínea associada à cateter venoso central para pacientes em terapia intensiva adulto, mas não para a taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa; e demonstra os maiores coeficientes de variação para a taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa e para a taxa de incidência de infecção de corrente sanguínea associada à cateter venoso central para pacientes em terapia intensiva adulto, mas não para a razão de mortalidade observada sobre esperada, quando se analisam suas instituições hospitalares.

A assimetria entre e dentro das UFs sinaliza que, considerando esta amostra como representativa de instituições privadas de alta complexidade e excelência em assistência à saúde, apesar desta amostra ter sido considerada homogênea em relação à maturidade da gestão da qualidade, podem existir desigualdades na qualidade dos serviços neste setor da saúde entre e dentro das UFs. Para se confirmar esta hipótese seria necessário verificar se existe homogeneidade com relação à complexidade dos casos tratados pelas instituições em questão, o que poderia ser realizado pela ponderação dos resultados por um sistema de classificação de pacientes, seja o DRG ou o Índice de Case Mix. Entretanto, estes dados não estão disponíveis para esta pesquisa.

Este achado não foi considerado como impeditivo à análise proposta nesta pesquisa tendo em conta a realidade brasileira, marcada pela heterogeneidade entre regiões, estados e mesmo municípios, em termos sociais e econômicos.

4.2. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS RESULTADOS

As estatísticas descritivas para os índices de qualidade estimados pelo método TOPSIS, considerando a totalidade das instituições hospitalares, estão sintetizadas na Tabela 08.

Tabela 08 – Estatística descritiva dos índices de qualidade estimados pelo método TOPSIS para a totalidade das DMUs

	Total
Total	19
Índice de Qualidade	
média (DP)	0,734052 (0,153947)
mediana (IIQ)	0,738676 (0,599664 – 0,841903)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Observa-se que o resultado para o desvio padrão é baixo, com coeficiente de variação (desvio padrão / média) de 20,97%, e que o intervalo interquartil é estreito, sinalizando que a dispersão na amostra com relação aos índices de qualidade é pequena. O Gráfico 04 apresentam a distribuição destes índices, considerando a totalidade das instituições hospitalares.

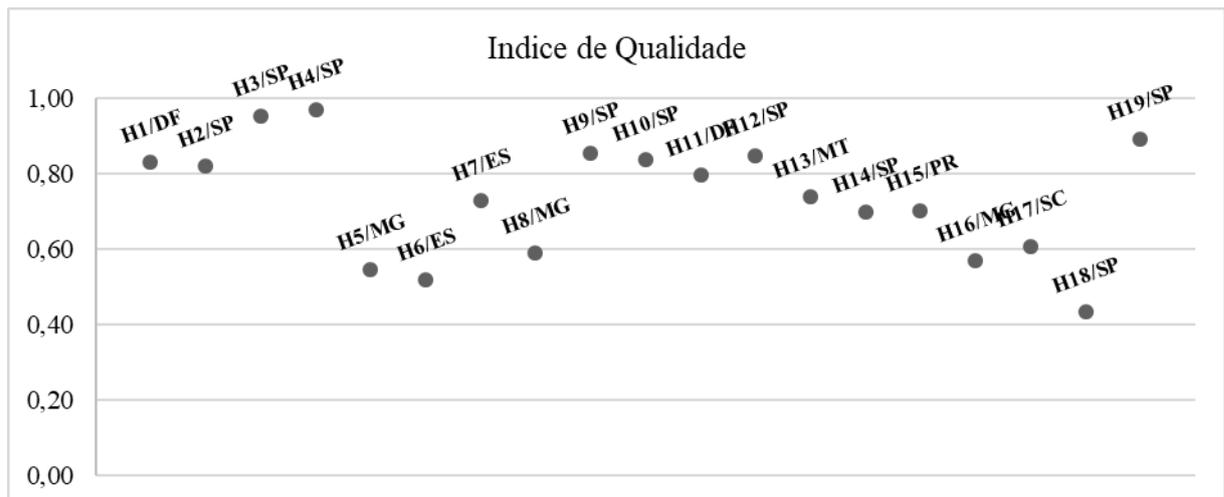


Gráfico 04 – Distribuição dos índices de qualidade estimados pelo método TOPSIS para a totalidade das DMUs

Assim, apesar da amostra ter se apresentado heterogênea em relação à qualidade dos serviços prestados, quando os três indicadores selecionados para representar a dimensão do

desempenho técnico da qualidade assistencial foram analisados separadamente (coeficientes de variação entre 56,16% e 100,00%), a dispersão se mostrou menor (coeficiente de variação de 20,97%) quando a qualidade dos serviços prestados foi analisada em função do índice de qualidade assistencial estimado pelo método TOPSIS, para a totalidade das DMUs.

A Tabela 09 especifica as mesmas estatísticas descritivas para os índices de qualidade estimados pelo método TOPSIS, porém agora considerando não mais as instituições hospitalares, mas sim as UFs incluídas na amostra.

Tabela 09 – Estatística descritiva dos índices de qualidade estimados pelo método TOPSIS para as UFs

	Total
Total	7
Índice de Qualidade	
média (DP)	0,695821 (0,098516)
mediana (IIQ)	0,703116 (0,616659 – 0,775539)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Para tal análise, novamente foram calculadas médias para os indicadores quando se considerou as UFs representadas por mais de uma instituição hospitalar e para as UFs representadas por apenas uma instituição foram considerados os resultados destes. Estes dados estão descritos no anexo R.

Nesta análise entre as UFs, também se verifica que o resultado para o desvio padrão é baixo, com coeficientes de variação de 14,16% e que o intervalo interquartil é estreito. Este resultado já era esperado, uma vez que esta análise utiliza um rearranjo da amostra que inclui a totalidade das instituições hospitalares, mas esta avaliação foi realizada para verificar a magnitude da dispersão dos dados entre e dentro das UFs.

No anexo R, estão detalhados além da média, o desvio padrão, o coeficiente de variação, a mediana e o intervalo interquartil para as quatro UFs representadas por mais de uma instituição na amostra. Percebe-se que os coeficientes de variação são baixos dentro das UFs, variando entre 3,11% e 24,02%. Os resultados das análises entre e dentro das UFs corroboram a percepção de que a dispersão na amostra é pequena e a mesma é homogênea com relação aos índices de qualidade estimados pelo método TOPSIS.

Essa divergência entre os resultados encontrados na análise da qualidade assistencial, avaliada em função dos indicadores separadamente ou em função de um índice representativo

do conjunto destes indicadores, reforça a hipótese de que possam existir desigualdades com relação a complexidade dos casos tratados pelas instituições em questão. Estas desigualdades se refletiriam na heterogeneidade dos resultados quando a qualidade é avaliada em função dos indicadores individualmente, mas poderiam ser mitigadas quando a dimensão é avaliada em função do índice de qualidade, determinando a homogeneidade desta amostra em relação à maturidade do processo de gestão da qualidade.

As estatísticas descritivas para os escores de eficiência calculados pelo método DEA, com os modelos sem (DEA sem Q) e com (DEA com Q) a inclusão do índice de qualidade assistencial como um dos *outputs* do sistema, considerando a totalidade das instituições hospitalares, estão sintetizadas na Tabela 10.

Tabela 10 – Estatística descritiva dos escores de eficiência calculados para os modelos DEA sem Q e DEA com Q para a totalidade das DMUs

	Total
Total	19
Escores Eficiência sem Q	
média (DP)	0,870653 (0,119112)
mediana (IIQ)	0,927389 (0,865748 – 0,941690)
Escores Eficiência com Q	
média (DP)	0,867557 (0,117577)
mediana (IIQ)	0,914502 (0,865403 – 0,936303)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Observa-se que os resultados para os desvios padrão são baixos, com coeficientes de variação de 13,68% e 13,55%, respectivamente, e que os intervalos interquartis são estreitos, sinalizando que a dispersão na amostra com relação aos escores de eficiência é pequena. Os Gráficos 05 e 06 apresentam a distribuição destes escores, para os modelos DEA sem Q e DEA com Q, respectivamente, considerando a totalidade das instituições hospitalares.

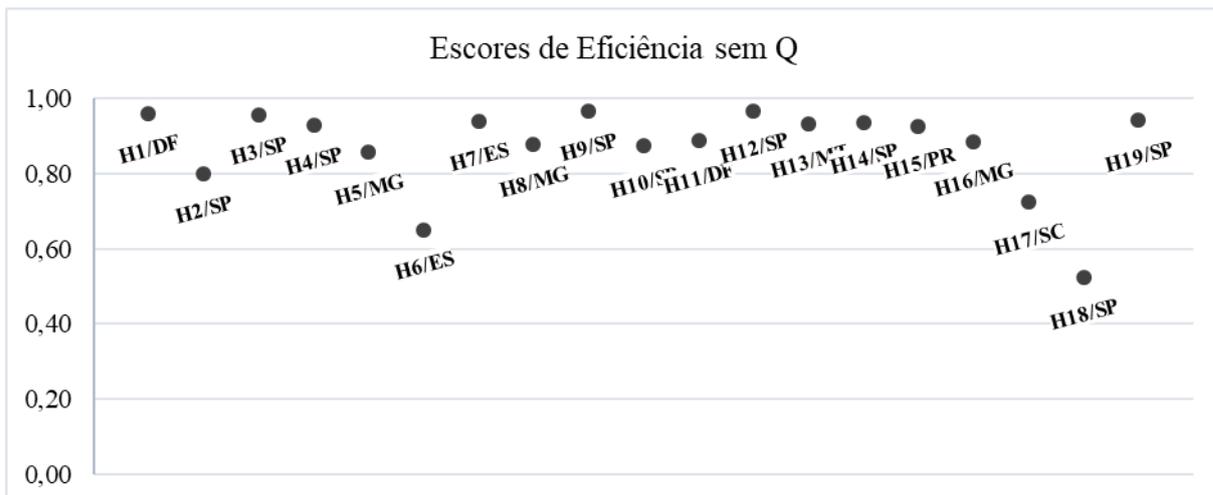


Gráfico 05 – Distribuição dos escores de eficiência calculados para o modelo DEA sem Q para a totalidade das DMUs

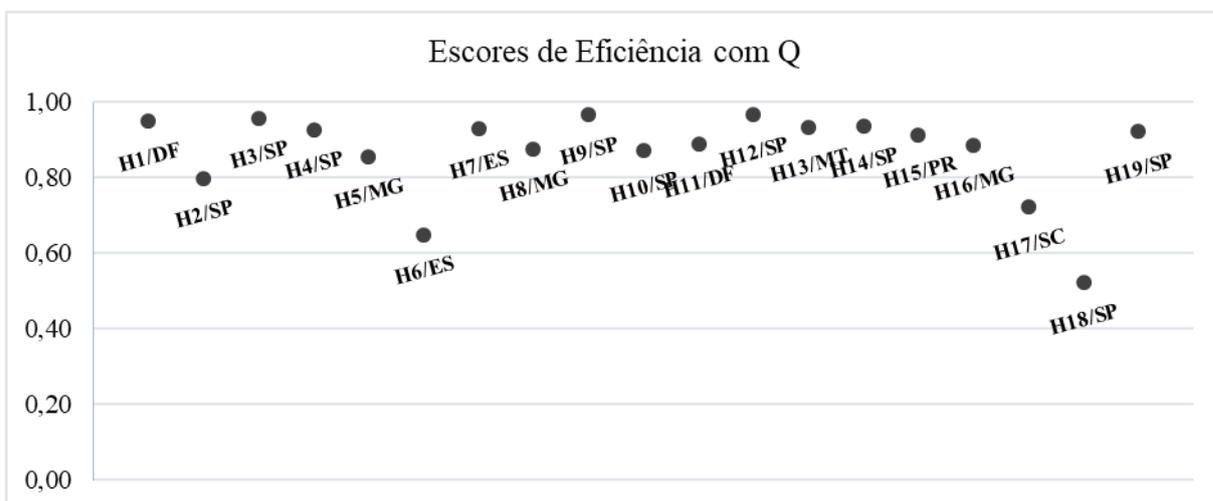


Gráfico 06 – Distribuição dos escores de eficiência calculados para o modelo DEA com Q para a totalidade das DMUs

A Tabela 11 especifica as mesmas estatísticas descritivas para os escores de eficiência calculados pelo método DEA, com os modelos sem (DEA sem Q) e com (DEA com Q) a inclusão do índice de qualidade assistencial como um dos *outputs* do sistema, porém agora considerando não mais as instituições hospitalares, mas sim as UFs incluídas na amostra.

Tabela 11 – Estatística descritiva dos escores de eficiência calculados para os modelos DEA sem Q e DEA com Q para as UFs

	Total
Total	7
Escores Eficiência sem Q	
média (DP)	0,865202 (0,078823)
mediana (IIQ)	0,877364 (0,834378 – 0,926050)
Escores Eficiência com Q	
média (DP)	0,861173 (0,077900)
mediana (IIQ)	0,874886 (0,831642 – 0,916888)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Para tal análise, novamente foram calculadas médias para os escores quando se considerou as UFs representadas por mais de uma instituição hospitalar e para as UFs representadas por apenas uma instituição foram considerados os resultados destes. Estes dados estão descritos no anexo S.

Nesta análise entre as UFs, também se verifica que os resultados para os desvios padrão são baixos, com coeficientes de variação de 9,11% e 9,05% respectivamente e que os intervalos interquartis são estreitos. O Gráfico 07 apresenta a distribuição destes escores, sem e com inclusão do índice de qualidade assistencial, considerando as UFs.

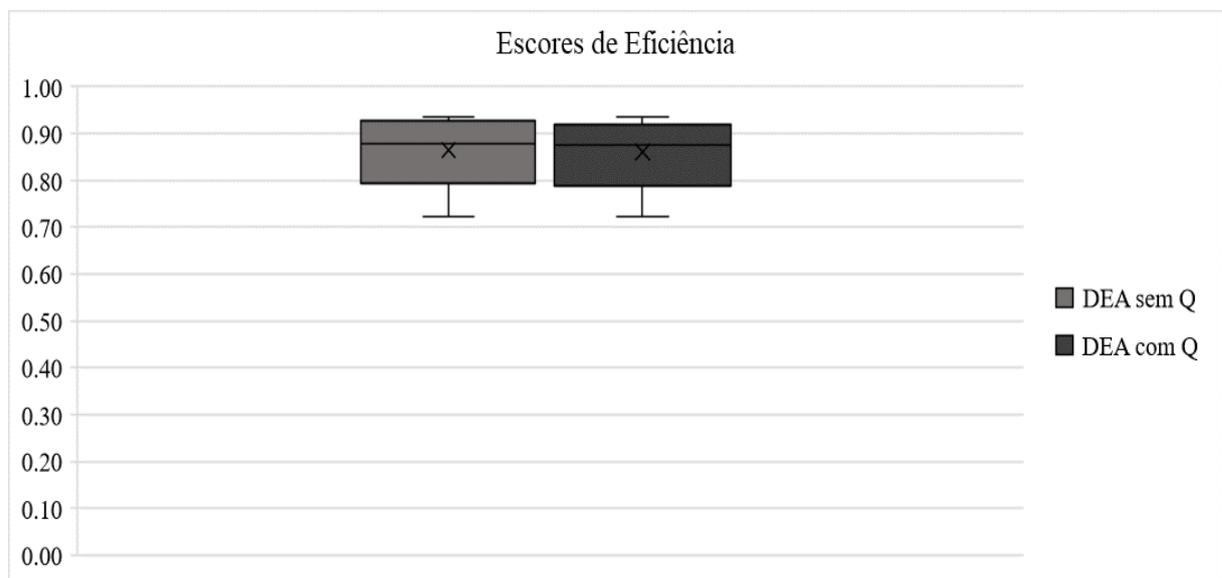


Gráfico 07 – Distribuição dos escores de eficiência calculados para os modelos DEA sem Q e DEA com Q para as UFs

No anexo S, também estão detalhados além da média, o desvio padrão, o coeficiente de variação, a mediana e o intervalo interquartil para os escores para as quatro UFs representadas por mais de uma instituição na amostra. Percebe-se que os coeficientes de variação são baixos dentro das UFs, variando entre 1,76% e 25,73% quando não se considerou o índice de qualidade assistencial e entre 1,75% e 25,01% quando se considerou o mesmo como um dos *outputs* do sistema.

Os resultados das análises entre e dentro das UFs corroboram a percepção de que a dispersão na amostra é pequena e a mesma é homogênea com relação aos escores de eficiência calculados pelo método DEA, sem e com a inclusão do índice de qualidade assistencial como um dos *outputs* do sistema.

As estatísticas descritivas para os índices de desempenho estimados pelo método TOPSIS, com os modelos sem (TOPSIS sem Q) e com (TOPSIS com Q) a inclusão do índice de qualidade assistencial como um dos critérios positivos, considerando a totalidade das instituições hospitalares, estão sintetizadas na Tabela 12.

Tabela 12 – Estatística descritiva dos índices de desempenho estimados para os modelos TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q para a totalidade das DMUs

	Total
Total	19
Índice de Desempenho sem Q	
média (DP)	0,592293 (0,060749)
mediana (IIQ)	0,609410 (0,596286 – 0,621803)
Índice de Desempenho com Q	
média (DP)	0,591715 (0,060383)
mediana (IIQ)	0,608424 (0,595234 – 0,622231)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Observa-se que os resultados para os desvios padrão são baixos, com coeficientes de variação de 10,26% e 10,20%, respectivamente, e que os intervalos interquartis são estreitos, sinalizando que a dispersão na amostra com relação aos índices de desempenho é pequena. Os Gráficos 08 e 09 apresentam a distribuição destes índices, para os modelos TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q, respectivamente, considerando a totalidade das instituições hospitalares.

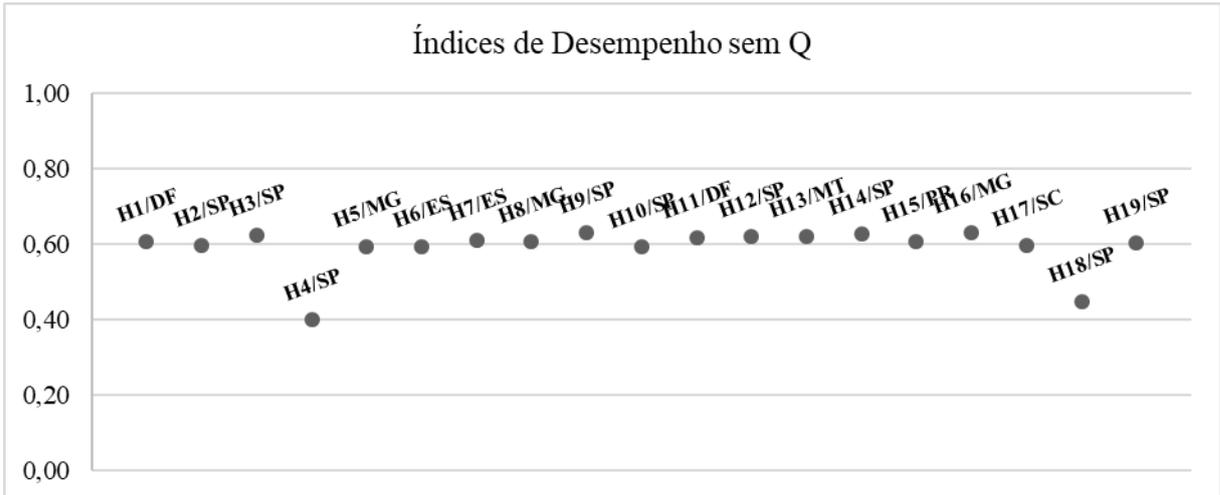


Gráfico 08 – Distribuição dos índices de desempenho estimados para o modelo TOPSIS sem Q para a totalidade das DMUs

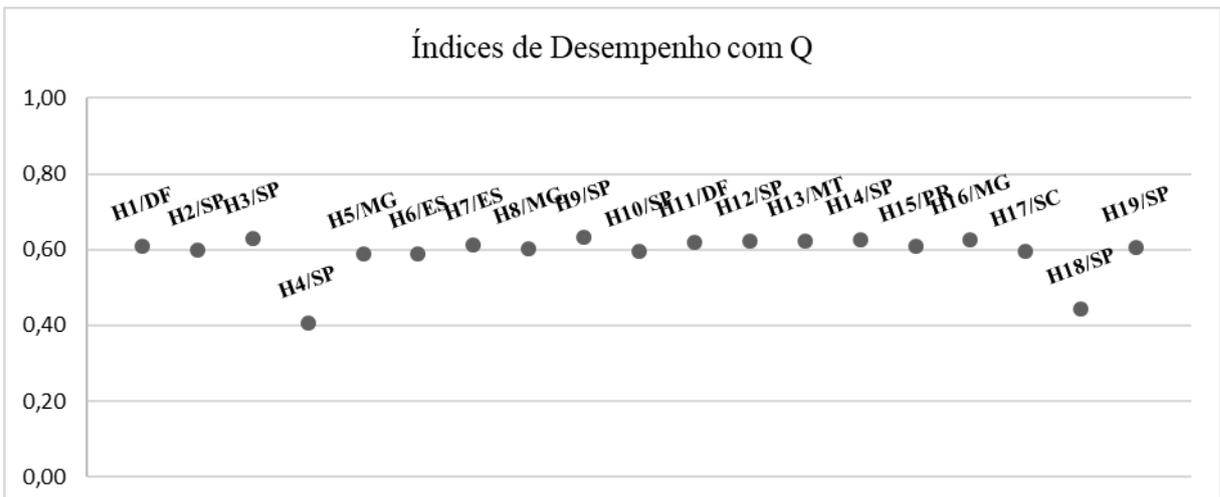


Gráfico 09 – Distribuição dos índices de desempenho estimados para o modelo TOPSIS com Q para a totalidade das DMUs

A Tabela 13 especifica as mesmas estatísticas descritivas para os índices de desempenho estimados pelo método TOPSIS, com os modelos sem (TOPSIS sem Q) e com (TOPSIS com Q) a inclusão do índice de qualidade assistencial como um dos critérios positivos de avaliação, porém agora considerando não mais as instituições hospitalares, mas sim as UFs incluídas na amostra.

Tabela 13 – Estatística descritiva dos índices de desempenho estimados pelo modelo TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q para as UFs

	Total
Total	7
Índice de Desempenho sem Q	
média (DP)	0,604499 (0,016011)
mediana (IIQ)	0,609410 (0,600732 – 0,613128)
Índice de Desempenho com Q	
média (DP)	0,603152 (0,015541)
mediana (IIQ)	0,607003 (0,598112 – 0,611907)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

Para tal análise, novamente foram calculadas médias para os índices quando se considerou as UFs representadas por mais de uma instituição hospitalar e para as UFs representadas por apenas uma instituição foram considerados os resultados destes. Estes dados estão descritos no anexo T.

Nesta análise entre as UFs, também se verifica que os resultados para os desvios padrão são baixos, com coeficientes de variação de 2,65% e 2,58% respectivamente e que os intervalos interquartis são estreitos. O Gráfico 10 apresenta a distribuição destes índices, sem e com inclusão do índice de qualidade assistencial, considerando as UFs.



Gráfico 10 – Distribuição dos índices de desempenho estimados para os modelos TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q para as UFs

No anexo T, também estão detalhados além da média, o desvio padrão, o coeficiente de variação, a mediana e o intervalo interquartil para os índices para as quatro UFs representadas por mais de uma instituição na amostra. Percebe-se que os coeficientes de variação são baixos dentro das UFs, variando entre 1,12% e 14,93% quando não se considerou o índice de qualidade assistencial e entre 1,05% e 14,92% quando se considerou o mesmo como um dos critérios positivos de avaliação.

Os resultados das análises entre e dentro das UFs corroboram a percepção de que a dispersão na amostra é pequena e a mesma é homogênea com relação aos índices de desempenho calculados pelo método TOPSIS, sem e com a inclusão do índice de qualidade assistencial como um dos critérios positivos de avaliação.

4.3. RELAÇÃO ENTRE ESCORES DE EFICIÊNCIA TÉCNICA E ÍNDICES DE QUALIDADE ASSISTENCIAL - HIPÓTESE H1

Considerando a hipótese de que não existe trade-off entre eficiência técnica e qualidade assistencial, foi realizada uma análise comparativa entre os escores de eficiência, calculados pelo método DEA sem a inclusão do índice de qualidade assistencial (DEA sem Q), representativos da eficiência técnica, e os índices de qualidade assistencial, estimados pelo método TOPSIS (TOPSIS IQ), representativos da qualidade assistencial. Foi ajustada uma regressão linear simples (OLS - *Ordinary Least Squares*) para verificar a relação entre os resultados, e foram aplicadas as correlações de Spearman e de Kendall, para verificar a relação entre os *rankings* determinados pelos mesmos. Os resultados destas análises estão descritos na Tabela 14.

Tabela 14 – Resultados para escores DEA sem Q e para os índices TOPSIS IQ

	R²	Spearman Rho	Spearman p.value	Kendall Tau	Kendall p.value
DEA sem Q x TOPSIS IQ	0,482	0,700	< 0,005	0,509	< 0,005

O coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,482, indicando uma relação positiva entre os resultados dos dois métodos, porém a qualidade do ajustamento não é forte, o que se justifica pelo fato destes resultados não seguirem a mesma distribuição. O Gráfico 11

apresenta a dispersão em torno de uma linha de tendência linear para estes dois métodos. O anexo V apresenta a reta de regressão suavizada para esta relação.

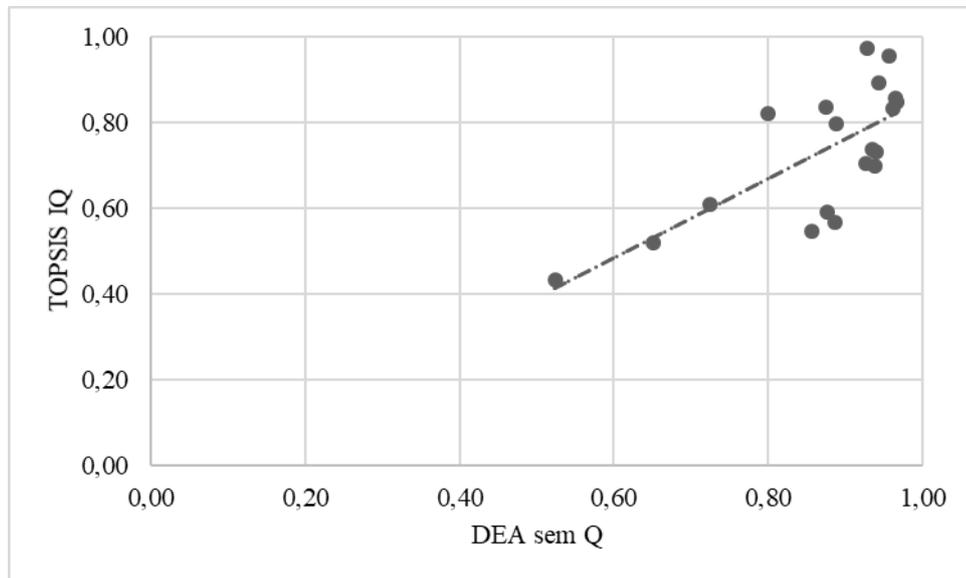


Gráfico 11 – Dispersão DEA sem Q vs TOPSIS IQ

Contudo, os dois testes de *ranking* obtiveram p-valores menores que 0,005, sob um nível de significância de 95%, com coeficientes de correlação altos, indicando que a relação entre os resultados dos dois métodos é monótona, ou seja, que eles determinam *rankings* similares para as instituições hospitalares incluídas nesta amostra. Assim, a hipótese H1 formulada nesta pesquisa não foi rejeitada. Para a amostra em estudo, não se verifica *trade-off* entre as dimensões da eficiência técnica e da qualidade assistencial, representada por sua componente de desempenho técnico.

Conforme descrito anteriormente, esta amostra apresenta dispersão pequena tanto em relação aos índices de qualidade estimados, quanto em relação aos escores de eficiência mensurados, com coeficientes de variação de 20,97% e 13,68%, respectivamente. Verifica-se ainda que os valores médios para o índice de qualidade e para o escore de eficiência são altos, 0,73 e 0,87 nesta ordem. Tais resultados demonstram que, além de homogênea, a amostra em estudo é constituída por instituições que apresentam alto desempenho para estas duas dimensões.

O fato destas instituições apresentarem alto desempenho em relação à dimensão da qualidade assistencial, reflete o grau de maturidade das mesmas em relação à gestão da qualidade. É possível que, para instituições que não possuam ou estejam em processo de implantação da gestão da qualidade, a avaliação do *trade-off* entre eficiência e qualidade apresente resultados divergentes dos encontrados nesta pesquisa. Para verificar se o grau de

maturidade das instituições, em relação à gestão da qualidade, tem algum efeito neste *trade-off*, seria necessário comparar instituições hospitalares com elevada eficiência, mas que se apresentassem em momentos distintos em relação à gestão da qualidade assistencial.

Da mesma forma, o alto desempenho apresentado por estas instituições, em relação à dimensão da eficiência técnica, reflete o grau de maturidade das mesmas em relação à gestão dos processos produtivos. É igualmente possível que, para instituições que não possuam este grau de eficiência produtiva, a avaliação do *trade-off* entre eficiência e qualidade apresente resultados divergentes dos encontrados nesta pesquisa. Para verificar se o grau de maturidade das instituições em relação à gestão dos processos produtivos tem algum efeito neste *trade-off*, seria necessário comparar instituição hospitalares com elevada qualidade, mas que se apresentassem em momentos distintos em relação à gestão dos processos produtivos.

Os estudos selecionados na revisão da literatura realizada para esta pesquisa incluem, em sua grande maioria, amostras heterogêneas de instituições hospitalares. Apesar de, em muitos deles ter sido realizada a ponderação dos resultados em relação a complexidade dos casos tratados, não foi observado nenhum cuidado em relação à homogeneização das amostras para o grau de maturidade das mesmas na gestão dos processos produtivos e da qualidade.

4.4. IMPACTO DA INCLUSÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE ASSISTENCIAL NA MENSURAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA - HIPÓTESE H2

Considerando a hipótese de que a inclusão do índice de qualidade assistencial na mensuração da eficiência técnica pelo método DEA não acarretaria impacto nos estimadores de eficiência, foi realizada uma análise comparativa entre os escores de eficiência calculados pelo DEA para os modelos sem (DEA sem Q) e com (DEA com Q) a inclusão do índice de qualidade assistencial. Foi ajustada uma regressão linear simples (OLS - *Ordinary Least Squares*), para verificar a relação entre os resultados, e foram aplicadas as correlações de Spearman e de Kendall, para verificar a relação entre os *rankings* determinados pelos mesmos. Os resultados destas análises estão descritos na Tabela 15.

Tabela 15 – Resultados para os escores de eficiência para os modelos DEA sem Q e com Q

	R ²	Spearman Rho	Spearman p.value	Kendall Tau	Kendall p.value
DEA sem Q vs DEA com Q	0,997	0,975	< 0,005	0,918	< 0,005

Como se verifica, o R^2 foi de 0,997, indicando uma forte relação positiva entre os escores resultantes dos modelos DEA sem Q e DEA com Q. O Gráfico 12 apresenta a dispersão em torno de uma linha de tendência linear para estes dois modelos. O anexo V apresenta a reta de regressão suavizada para esta relação.

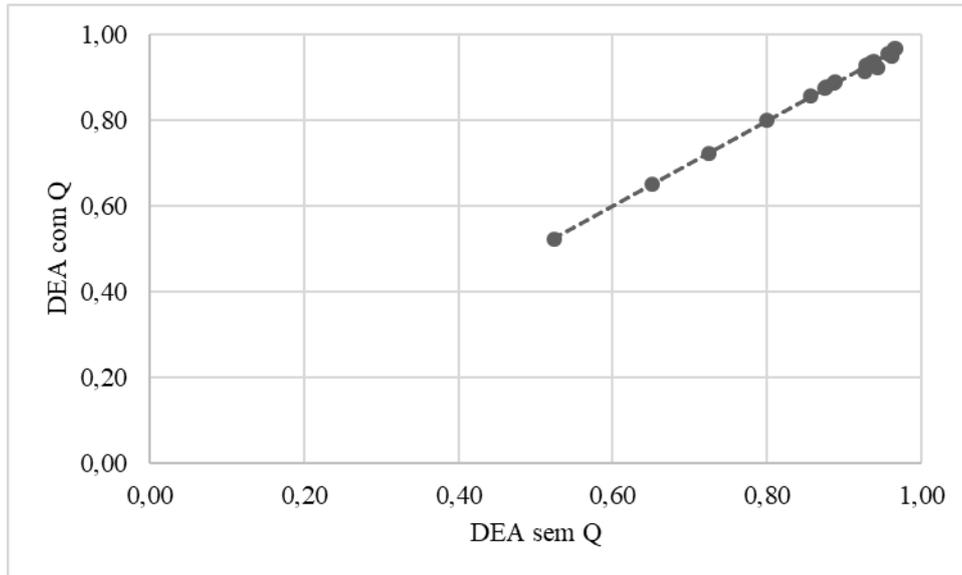


Gráfico 12 – Dispersão DEA sem Q vs DEA com Q

Observa-se ainda que, os dois testes de *ranking* obtiveram p-valores menores que 0,005, sob um nível de significância de 95%, indicando que a relação entre os resultados dos dois modelos é monótona, ou seja, que eles determinam *rankings* similares para as instituições hospitalares incluídas nesta amostra. Assim, a hipótese H2 formulada nesta pesquisa não foi rejeitada. Para a amostra em estudo, a inclusão do índice de qualidade assistencial, na mensuração da eficiência técnica pelo método DEA, não acarreta impacto nos estimadores de eficiência.

Este resultado está de acordo com o resultado da hipótese H1, que nega a existência de conflito entre estas duas dimensões, para a amostra em estudo. A variável de qualidade assistencial se comporta como mais uma variável inserida no modelo, que tem a mesma direção do resultado mensurado para a eficiência técnica, para cada uma das instituições pertencentes à amostra e, desta forma, sua inclusão não se traduz em mudança estatisticamente significativa nos escores de eficiência mensurados ou no *ranking* estabelecido.

O anexo U apresenta os resultados dos escores para os dois modelos, sem e com a inclusão da variável de qualidade, e os incrementos ou decrementos observados entre as duas

mensurações, sendo a variação positiva máxima encontrada de 0,000309 (0,03%) e a variação negativa máxima observada de -0,020747 (-2,20%).

Este resultado pode ser questionado, em função do fato de que a capacidade de discriminação do método DEA é impactada pelo número de variáveis adotadas. Entretanto, além de ter sido respeitado o limite recomendado pela literatura, de que o tamanho da amostra seja pelo menos três vezes maior do que a soma das variáveis, os resultados das análises realizadas para verificar a hipótese H4 corroboram os achados das análises realizadas para esta hipótese de pesquisa.

4.5. RELAÇÃO ENTRE ESCORES DE EFICIÊNCIA TÉCNICA E ÍNDICES DE DESEMPENHO - HIPÓTESE H3

Considerando a hipótese de que o método TOPSIS pode ser uma alternativa ao método DEA, para avaliação de desempenho e *benchmark* de instituições hospitalares, foi realizada uma análise comparativa entre os resultados dos dois métodos, para os modelos com e sem a inclusão do índice de qualidade assistencial. Foi ajustada uma regressão linear simples (OLS - *Ordinary Least Squares*), para verificar a relação entre os resultados, e foram aplicadas as correlações de Spearman e de Kendall, para verificar a relação entre os *rankings* determinados pelos mesmos. Os resultados destas análises estão descritos na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultados para escores de eficiência DEA e índices TOPSIS sem Q e com Q

	R ²	Spearman Rho	Spearman p.value	Kendall Tau	Kendall p.value
DEA sem Q vs TOPSIS sem Q	0,140	0,667	< 0,005	0,474	< 0,005
DEA com Q vs TOPSIS com Q	0,173	0,740	< 0,005	0,591	< 0,005

Os coeficientes de determinação foram de 0,140 e 0,173, respectivamente, para os modelos sem e com a inclusão do índice de qualidade assistencial, indicando uma relação positiva entre os resultados dos dois métodos, porém a qualidade do ajustamento não é forte, o que se justifica pelo fato destes resultados não seguirem a mesma distribuição. Os Gráficos 13 e 14 apresentam a dispersão em torno de uma linha de tendência linear para estes dois

métodos, sem e com a inclusão do índice de qualidade assistencial. O anexo V apresenta as retas de regressão suavizadas para estas relações.

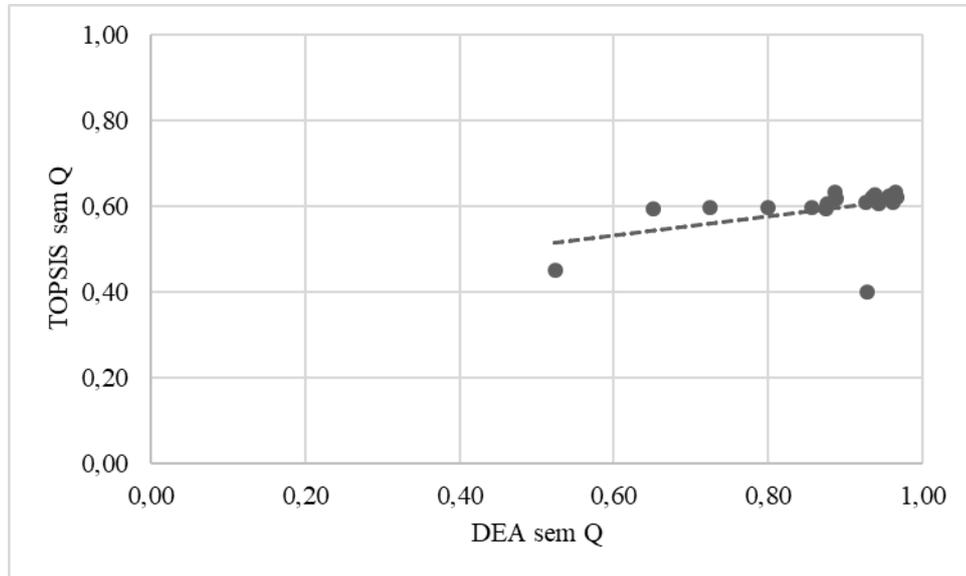


Gráfico 13 – Dispersão DEA sem Q vs TOPSIS sem Q

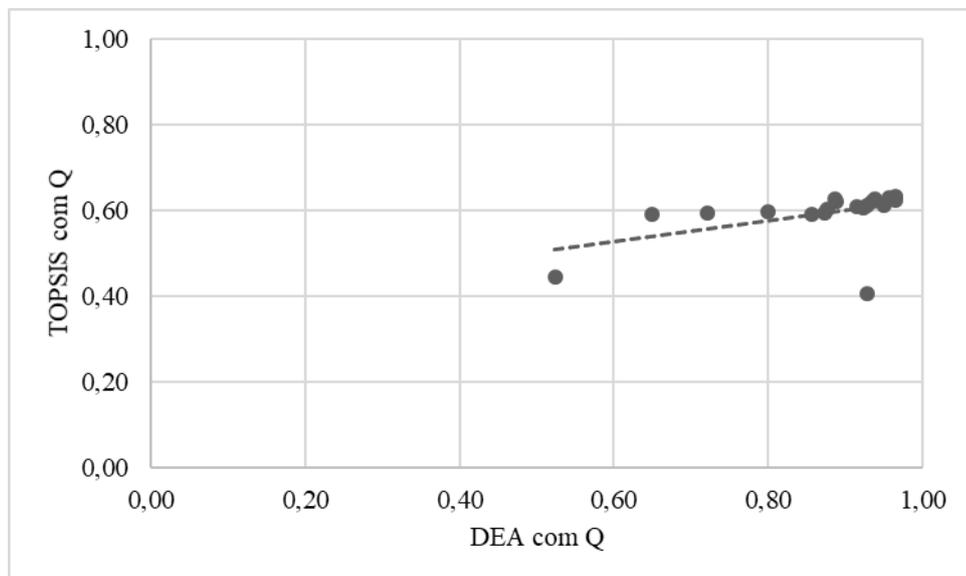


Gráfico 14 – Dispersão DEA com Q vs TOPSIS com Q

Contudo, os dois testes de *ranking* obtiveram p-valores menores que 0,005, sob um nível de significância de 95%, indicando que a relação entre os resultados dos dois métodos é monótona, ou seja, que eles determinam *rankings* similares para as instituições hospitalares incluídas nesta amostra. Assim, a hipótese H3 formulada nesta pesquisa não foi rejeitada. Para a amostra em estudo, o método TOPSIS pode ser uma alternativa ao método DEA, para a avaliação do desempenho e o *benchmark* de instituições hospitalares.

Sua simplicidade operacional e sua fácil aplicabilidade, associadas aos resultados verificados nesta pesquisa, quando avaliado comparativamente ao método DEA, tornam este método uma ferramenta alternativa atraente para pesquisas de desempenho e *benchmark*.

4.6. IMPACTO DA INCLUSÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE ASSISTENCIAL NA ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE DESEMPENHO HOSPITALAR - HIPÓTESE H4

Por fim, considerando a hipótese de que a inclusão do índice de qualidade assistencial na estimativa do desempenho hospitalar pelo método TOPSIS não acarretaria impacto nos índices de desempenho, foi realizada uma análise comparativa entre os índices de desempenho estimados pelo TOPSIS para os modelos sem (TOPSIS sem Q) e com (TOPSIS com Q) a inclusão do índice de qualidade assistencial. Foi ajustada uma regressão linear simples (OLS - *Ordinary Least Squares*) para verificar a relação entre os resultados destes dois modelos, e foram aplicadas as correlações de Spearman e de Kendall, para verificar a relação entre os *rankings* determinados pelos mesmos. Os resultados destas análises estão descritos na Tabela 17.

Tabela 17 – Resultados para os índices TOPSIS sem e com inclusão do índice de qualidade assistencial

	R²	Spearman Rho	Spearman p.value	Kendall Tau	Kendall p.value
TOPSIS sem Q x TOPSIS com Q	0,997	0,984	< 0,005	0,918	< 0,005

Como se verifica, o R² foi de 0,997, indicando uma forte relação positiva entre os índices resultantes dos modelos TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q. O Gráfico 15 apresenta a dispersão em torno de uma linha de tendência linear entre estes dois modelos. O anexo V apresenta a reta de regressão suavizada para esta relação.

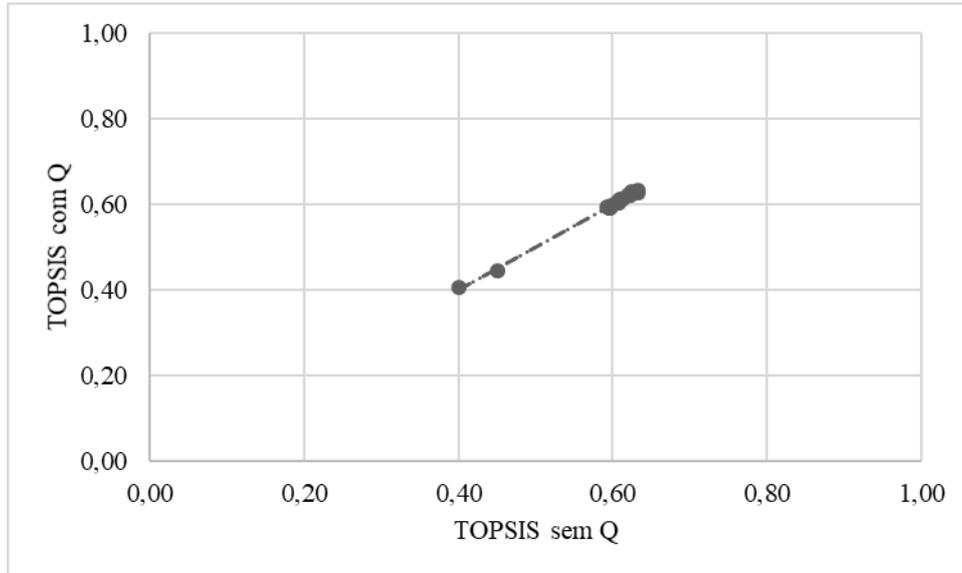


Gráfico 15 – Dispersão TOPSIS sem Q vs TOPSIS com Q

Observa-se ainda que, os dois testes de *ranking* obtiveram p-valores menores que 0,005, sob um nível de significância de 95%, indicando que a relação entre os resultados dos dois modelos é monótona, ou seja, que eles determinam *rankings* similares para as instituições hospitalares incluídas nesta amostra. Assim, a hipótese H4 formulada nesta pesquisa não foi rejeitada. Para a amostra em estudo, a inclusão do índice de qualidade assistencial, na estimativa do desempenho hospitalar pelo método TOPSIS, não acarreta impacto nos índices de desempenho.

Os resultados das análises realizadas para verificar esta hipótese de pesquisa corroboram os achados das análises realizadas para a hipótese H2.

5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa analisou a eficiência técnica e a qualidade assistencial, representada por sua componente de desempenho técnico, bem como as relações entre estas duas dimensões, para uma amostra de instituições hospitalares brasileiras privadas, homogeneizada para o processo produtivo (hospitais gerais de porte IV) e para a gestão da qualidade (hospitais acreditados por uma entidade nacional ou internacional).

Os escores de eficiência técnica foram mensurados empregando-se um modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA), orientado para expansão dos *outputs* e com retornos constantes de escala (CRS). Para variáveis relacionadas ao processo produtivo, foram selecionados como *inputs*: o número total de leitos operacionais, o efetivo de auxiliares e técnicos e o efetivo de enfermeiros; e como *outputs*: o número de saídas hospitalares e o número total de procedimentos cirúrgicos. A técnica de *bootstrap* foi utilizada de forma a determinar intervalos de confiança para as estimativas de eficiência e testar diferenças significativas nos níveis de eficiência, de forma a obter-se estimadores mais precisos.

O método TOPSIS foi empregado para estimar um índice de qualidade assistencial, a partir de variáveis relacionadas à dimensão do desempenho técnico da qualidade assistencial: a razão de mortalidade observada sobre esperada, a taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa e taxa de incidência de infecção de corrente sanguínea associada a cateter venoso central para pacientes em terapia intensiva.

Também foram analisadas as relações entre os escores de eficiência, mensurados pelo método DEA, e os índices de desempenho, estimados pelo método TOPSIS, buscando avaliar se estes métodos se correlacionam na avaliação do desempenho e no estabelecimento de *benchmark* de instituições hospitalares, em função do recente emprego do método TOPSIS em estudos sobre avaliação do desempenho de instituições hospitalares e por representar uma alternativa de maior simplicidade operacional e mais fácil aplicabilidade, em relação ao método DEA.

Como principais conclusões para as análises realizadas podemos citar que:

- i. A amostra selecionada apresenta-se assimétrica em relação às variáveis utilizadas para representar o processo produtivo, no entanto, se mostra homogênea, e com alto desempenho, em relação aos escores mensurados para a eficiência técnica. Tais achados podem ser explicados por estas instituições hospitalares apresentarem diferentes escalas de produção, mas níveis de maturidade semelhantes em relação à gestão dos processos produtivos;

- ii. A amostra selecionada apresenta-se assimétrica em relação às variáveis utilizadas para representar a dimensão de desempenho técnico da qualidade, no entanto, se mostra homogênea, e com alto desempenho, em relação aos índices estimados para a qualidade assistencial. Tais achados podem ser explicados por estas instituições hospitalares apresentarem diferentes complexidades em relação aos casos tratados, mas níveis de maturidade semelhantes em relação à gestão da qualidade assistencial;
- iii. Para a amostra em estudo, não se verifica *trade-off* entre as dimensões da eficiência técnica e da qualidade assistencial, representada por sua componente de desempenho técnico;
- iv. Para a amostra em estudo, não se verifica impacto com a inclusão da dimensão da qualidade assistencial, nem na mensuração dos estimadores de eficiência pelo método DEA, nem na estimativa dos índices de qualidade pelo método TOPSIS;
- v. O método TOPSIS pode ser uma alternativa ao método DEA para a análise do desempenho e para o estabelecimento de *benchmark* de instituições hospitalares.

Esta pesquisa encontra relevância por ser inédita, por apresentar como foco principal a discussão metodológica acerca da mensuração da eficiência técnica e da qualidade assistencial, bem como da avaliação das relações entre estas duas dimensões, e por buscar rigor científico nestas análises exploratórias. Suas hipóteses iniciais se confirmaram, mas seus resultados não são definitivos e se fazem necessários estudos complementares.

Os estudos, selecionados pela revisão de literatura realizada para esta pesquisa, demonstram resultados divergentes em relação ao *trade-off* entre eficiência e qualidade. Este achado pode refletir o fato de que estas pesquisas analisaram sistemas de saúde distintos e algumas vezes em transformação. Ressalta-se ainda que, as instituições hospitalares selecionadas apresentavam características operacionais heterogêneas, tanto na comparação entre os estudos, como, muitas vezes, na comparação entre as instituições incluídas em um único estudo. Não se verificou nestes estudos preocupação com a possibilidade de que as instituições apresentassem graus de maturidade desiguais, em relação à gestão da qualidade. Deve-se ressaltar, ainda, a variedade e a heterogeneidade das variáveis selecionadas e dos métodos empregados.

A amostra selecionada para esta pesquisa removeu, da análise das relações entre eficiência e qualidade, a influência das heterogeneidades, em relação às características operacionais e a maturidade do processo de gestão da qualidade, encontradas na literatura. Por outro lado, face aos resultados encontrados, a amostra se mostrou representativa de um grupo de instituições com alto desempenho, tanto para os resultados de eficiência produtiva, quanto

para os resultados de qualidade assistencial, fato este que limitou a análise do *trade-off* entre eficiência e qualidade para este perfil de instituições hospitalares.

Pesquisas futuras, comparando instituições com graus semelhantes de eficiência e diferentes níveis de maturidade da gestão da qualidade, e vice-versa, poderão avaliar se o *trade-off* entre eficiência e qualidade, descrito por alguns estudos, poderia estar refletindo diferentes estágios de evolução destas dimensões, nas instituições hospitalares avaliadas; considerando ser possível que, as relações conflitivas entre eficiência e qualidade sejam mitigadas, à medida que a gestão dos processos produtivos e a gestão da qualidade assistencial evoluem nestas instituições.

O método TOPSIS se mostrou uma alternativa ao método DEA para a avaliação do desempenho das instituições hospitalares, especialmente pela possibilidade de seu emprego por profissionais do setor saúde, que não estejam familiarizados com análises matemáticas como as utilizadas pelo método DEA, em função de sua intuitividade e simplicidade. Entretanto, esta pesquisa utilizou pesos iguais e unitários para todos os critérios em análise, por não haver evidência na literatura que aponte para ponderações distintas para tais variáveis. Pesquisas futuras, empregando pesos distintos, poderão verificar o impacto e a sensibilidade dos resultados face a importância relativa das variáveis e corroborar ou não estes achados.

A avaliação e o desenvolvimento contínuo da qualidade assistencial fazem parte da gestão do dia a dia das instituições hospitalares, na atualidade. Assistência sem qualidade também tem custos, tanto para as instituições hospitalares, como para o indivíduo e para a sociedade. Por outro lado, profissionais de saúde se deparam diariamente com situações que envolvem recursos escassos e, para as quais, as decisões podem determinar resultados indesejados, se os recursos disponíveis não forem utilizados de forma eficiente. Estes profissionais precisam estar envolvidos nos processos de gestão das instituições hospitalares e ter em mente que, os esforços para salvar uma vida não tem preço, mas têm custos.

REFERÊNCIAS

- ADALI, E. A.; TUS, A. Hospital site selection with distance-based multi-criteria decision-making methods. **International Journal of Healthcare Management**, Out. 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20479700.2019.1674005>.
- AFZALI, H. H. A.; MOSS, J. R.; MAHMOOD, M. A. A conceptual framework for selecting the most appropriate variables for measuring hospital efficiency with a focus on Iranian public hospitals. **Health Services Management Research**, v. 22, p. 81-91, 2009.
- AKCAN, S.; GULDES, M. Integrated Multicriteria Decision-Making Methods to Solve Supplier Selection Problem: A Case Study in a Hospital. **Journal of Healthcare Engineering**, Out. 2019. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jhe/2019/5614892>.
- ARAÚJO, C.; BARROS, C. P.; WANKE, P. Efficiency determinants and capacity issues in Brazilian for-profit hospitals. **Health Care Management Science**, v. 17, n. 2, p. 126-138, 2014.
- ARAÚJO, C.; WANKE, P.; SIQUEIRA, M. A performance analysis of Brazilian public health: TOPSIS and neural networks application. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 67, n. 9, p. 1526-1549, 2018.
- BALLI, S.; KORUKOĞLU, S. Operating system selection using fuzzy AHP and TOPSIS methods. **Mathematical and Computational Applications**, v. 14, n. 2, p. 119-130, 2009.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; 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.
- BARRIOS, M. A. O.; DE FELICE, F.; NEGRETE, K. P.; ROMERO, B. A. An AHP-TOPSIS Integrated Model for Selecting the Most Appropriate Tomography Equipment. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 15, n. 4, p. 861-885, 2016.
- BERNROIDER, E.W.N.; STIX, V. Profile distance method - a multi-attribute decision making approach for information system investments. **Decision Support Systems**. v. 42, p. 988-998, 2006.
- BOGETOFT, P.; OTTO, L. **Benchmarking with DEA, SFA and R**. New York: Springer Science & Business Media, 2011.
- BRASIL. Portaria GM/MS nº 2224, de 05 de dezembro de 2002. **Diário Oficial da União**. Brasil, Distrito Federal: Ministério da Saúde, 2002. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-2224-2002_182358.html.

BRASIL. Portaria GM/MS nº 529, de 01 de abril de 2013. **Diário Oficial da União**. Brasil, Distrito Federal: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt0529_01_04_2013.html.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. **A Data Envelopment Analysis approach to evaluation of the program follow through experiment in US Public School Education**. Pittsburgh, Pennsylvania: Carnegie-Mellon University, Management Sciences Research Group, 1978.

CHASSIN M. R.; GALVIN R. W. The urgent need to improve health care quality. Institute of Medicine. National Roundtable on Health Care Quality. **JAMA**, v. 280, n. 11, p. 1000-1005, 1998.

CHEN, S. N. Productivity changes in Taiwanese hospitals and the national health insurance. **The Service Industries Journal**, v. 26, n. 4, p. 459-477, 2006.

CHEN, C. T.; HUNG, W. Z. Evaluating the Service Quality of Hospital by Using TOPSIS with Interval Type-2 Fuzzy Sets. 2017. In: **2017 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications**, Taiwan.

CLEMENT, J. P.; VALDMANIS, V. G.; BAZZOLI, G. J.; ZHAO, M.; CHUKMAITOV, A. Is more better? An analysis of hospital outcomes and efficiency with a DEA model of output congestion. **Health Care Management Science**, v. 11, n. 1, p. 67-77, 2008.

COHEN, J.; COHEN, E. **Applied Multiple Regression/Correlational Analysis for the Behavioral Sciences**. 2.ed. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.

COOPER W. W.; LI, S.; SEIFORD, L. M.; TONE, K.; THRALL, R. M.; ZHU, J. Sensitivity and stability analysis in DEA: some recent developments. **Journal of Productivity Analysis**, v. 15, n. 3, p. 217-246, 2001.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA - Solver Software**. 2.ed. New York: Springer Science & Business Media, 2007.

CORRIGAN J. M.; KOHN L. T.; DONALDSON M. S.; MAGUIRE S. K.; PIKE K. C. **Crossing the quality chasm: a new health system for the 21st century**. Washington, DC: National Academy Press, 2001.

CROSBY, L. A. **Consumer Attitudes Toward Whole Life Insurance**. Atlanta: Life Office Management Association, 1984.

DARAIÓ, C.; SIMAR, L. **Advanced robust and nonparametric methods in efficiency analysis: methodology and applications**. 6.ed. New York: Springer Science & Business Media, 2007.

DEL NERO, C.R. O que é economia da saúde? In: **Economia da saúde. Conceito e contribuição para a gestão da saúde**. Rio de Janeiro: IPEA; 1995.

DEMING, W. E. **Out of the crisis: Quality**. Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, 1986.

DEMING, W. E. A System of Profound knowledge. In: **The New Philosophy for K-12 Education – A Deming Framework for Transforming America’s Schools**. Milwaukee, Wisconsin: ASQC Quality Press, 1990.

DONABEDIAN, A. The quality of medical care. **Science**, v. 200, p. 856-864, 1978

DONABEDIAN, A. The definition of quality: A conceptual exploration. In: **Explorations in Quality Assessment and Monitoring**. Ann Arbor, Michigan: Health Administration Press, 1980.

DONABEDIAN, A. The quality of care: How can it be assessed? **Journal of the American Medical Association**, v. 260, n. 12, p. 1743-1748, 1988.

DONABEDIAN, A. The Lichfield Lecture. Quality assurance in health care: consumers' role. **Quality in Health Care**, v. 1, n. 4, p. 247-51, 1992.

DU, J.; WANG, J.; CHEN, Y.; CHOU, S. Y.; ZHU, J. Incorporating health outcomes in Pennsylvania hospital efficiency: an additive super-efficiency DEA approach. **Annals of Operations Research**, v. 221, p. 161-172, 2014.

ESPIGARES, J. L. N.; TORRES, E. H. Efficiency and quality in health services: a crucial link. **The Service Industries Journal**, v. 31, n. 3, 385-403, 2011.

FARHANGFAR, A.; KURGAN, L.; DY, J. Impact of imputation of missing values on classification error for discrete data. **Pattern Recognition**, v. 41, n. 12, p. 3692-3705, 2008.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of Royal Statistical Society**, v. 120, n. 3, p. 253-281, 1957.

FERRIER, G.; TRIVITT, J. Incorporating quality into the measurement of hospital efficiency: a double DEA approach. **Journal of Productivity Analysis**, v. 40, n. 3, p. 337-355, 2013.

FLEMING, S. T. The relationship between the cost and quality of hospital care: A review of the literature. **Medical Care Research and Review**, v. 47, p. 487-502, 1990.

GAO, H.; CHEN, H.; FENG, J.; QIN, X.; WANG, X.; LIANG, S.; KHAO, J.; FENG, Q. Balanced scorecard-based performance evaluation of Chinese county hospitals in underdeveloped areas. **Journal of International Medical Research**, v. 46, n. 5, 1947-1962, 2018.

GLAIZE, A.; DUENAS, A.; DI MARTINELLI, C.; FAGNOT, I. Healthcare decision-making applications using multicriteria decision analysis: A scoping review. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 26, n. 1-2, p. 62-83, 2019.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. **Multivariate Data Analysis: A Global Perspective**. 7.ed. New Jersey, London: Pearson Education, 2010.

HOLLINGSWORTH, B. Nonparametric and parametric applications measuring efficiency in health care. **Health Care Management Science**, v. 6, p. 203-218, 2003.

HORN, S. D.; SCHUMACHER, D. N. An analysis of case mix complexity using information theory and diagnostic related grouping. **Medical Care**, v. 17, n. 4, p. 382-389, 1979.

HUSSEY, P. S.; DE VRIES, H.; ROMLEY, J.; WANG, M. C.; CHEN, S. S.; SHEKELLE, P. G.; MCGLYNN, E. A. A systematic review of health care efficiency measures. **Health Services Research**, v. 44, n. 3, p. 784-805, 2009.

HUSSEY, P. S.; WERTHEIMER, S.; MEHROTRA, A. The association between health care quality and cost: A systematic review. **Annals of Internal Medicine**, v. 158, p. 27-34, 2013.

HWANG, C. L.; YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making**. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 1981.

ISHIKAWA, K. **What Is Total Quality Control? The Japanese Way**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1985.

INEVELD, M.; OOSTRUM, J. M.; VERMEULEM, R.; STEENHOEK, A.; KLUNDERT, J. Productivity and quality of Dutch hospitals during system reform. **Health Care Management Science**, v. 19, n. 3, p. 279-290, 2016.

Institute of Medicine (IOM). **To Err is Human: Building a Safer Health System**. Washington, DC: National Academies Press, 2000.

JHA, A. K.; ORAV, E. J.; DOBSON, A.; BOOK, R. A.; EPSTEIN, A.M. Measuring Efficiency: The association of hospital costs and quality of care. **Health Affairs**, v. 28, n. 3, p. 897-906, 2009.

KARSAK, E. E.; KARADAYI, M. A. Imprecise DEA framework for evaluating healthcare performance of districts, **Kybernetes**, v. 46, n. 4, p. 706-727, 2017.

KIM, J. O., CURRY, J. The treatment of missing data in multivariate analysis. **Sociological Methods and Research**, v. 6, p. 215-241, 1977.

KUMAR, A.; OZDAMAR, L.; NG, C. P. Procurement performance measurement system in the health care industry. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 18, n. 2, p.152-166, 2005.

LEAPE, L. L.; BRENNAN, T. A.; LAIRD, N.; LAWTHERS, A. G.; LOCALIO, A. R.; BARNES, B. A.; HERBERT, L.; NEWHOUSE, J. P.; WEILER, P. C.; HIATT, H. The nature of adverse events in hospitalized patients - Results of the Harvard Medical Practice Study II. **The New England Journal of Medicine**, n. 324, p. 377-384, 1991.

LI, D.-P.; HE, J.-Q.; CHENG, P.-F.; WANG, J.-Q.; ZHANG, H.-Y. A Novel Selection Model of Surgical Treatments for Early Gastric Cancer Patients Based on Heterogeneous Multicriteria Group Decision-Making. **Symmetry**, v. 10, n. 6, p. 223-251, 2018.

LOVELL, C. A. Production frontiers and productive efficiency. In: **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

MANIADAKIS, N.; HOLLINGSWORTH, B.; THANASSOULIS, E. The impact of the internal market on hospital efficiency, productivity and service quality. **Health Care Management Science**, v. 2, n. 2, p. 75-85, 1999.

MARDANI, A.; HOOKER, R. E.; OZKUL, S.; YIFAN, S.; NILASHI, M.; SABZI, H. Z.; FEI, G. C. Application of decision making and fuzzy sets theory to evaluate the healthcare and medical problems: A review of three decades of research with recent developments. **Expert Systems with Applications**, v. 137, p. 202-231, 2019.

MCKNIGHT, P. E., MCKNIGHT, K. M.; SIDANI, S.; FIGUEREDO, A. J. **Missing data: A gentle introduction**. 1.ed. New York: The Guilford Press, 2007.

MENNICKEN, R.; KUNTZ, L.; SCHWIERZ, C. The trade-off between efficiency and quality in hospital departments. **Journal of Health Organization and Management**, v. 25, n. 5, p. 564-577, 2011.

MUTLU, M.; TUZKAYA, G.; SENNAROGLU, B. Multicriteria Decision Making Techniques for Healthcare Service Quality Evaluation: A Literature Review. **Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences**, v. 35, n. 3, p. 501-512, 2017.

NEDELEA, I. C.; FANNIN, J. M. Technical efficiency of Critical Access Hospitals: an application of the two-stage approach with double bootstrap. **Health Care Management Science**, v. 16, p. 27-36, 2013.

NEILL, L.; RAUNER, M.; HEIDENBERGER, K.; KRAUS, M. A cross-national comparison and taxonomy of DEA-based hospital efficiency studies. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 42, p. 158-189, 2008.

NORONHA, M. F.; VERAS, C. T.; LEITE, I. C.; MARTINS, M. S.; BRAGA, F.; SILVER, L. D. O desenvolvimento dos "Diagnosis Related Groups"- DRGs. Metodologia de classificação de pacientes hospitalares. **Revista de Saúde Pública**, v. 25, n. 3, p. 198-208, 1991.

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

RAYMOND, M. R.; ROBERTS, D. M. A comparison of methods for treating incomplete data in selection research. **Educational and Psychological Measurement**, v. 47, p.13-26, 1987.

SARKIS, J. A comparative analysis of DEA as a discrete alternative multiple criteria decision tool. **European Journal of Operation Research**. v. 123, p. 543-557, 2000.

SILVA, B. N.; COSTA, M. A. S.; ABBAS, K.; GALDAMEZ, E. V. C. Eficiência hospitalar das regiões brasileiras: Um estudo por meio da Análise Envoltória de Dados. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**, v. 6, n. 1, 2017.

SOLÀ, M.; PRIOR, D. Measuring productivity and quality changes using Data Envelopment Analysis: an application to Catalan hospitals. **Financial Accountability & Management**, v. 17, n. 3, p. 219-245, 2001.

SOUZA, P. C.; SCATENA, J. G.; KEHRIG, R. T. Aplicação da Análise Envoltória de Dados para avaliar a eficiência de hospitais do SUS em Mato Grosso. **Physis**, v. 26, n. 1, p. 289-308, 2016.

THANASSOULIS, E. **Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software**. New York: Springer Science & Business Media, 2001.

VALDMANIS, V. G.; ROSKO, M. D.; MUTTER, R. L. Hospital quality, efficiency, and input slack differentials. **Health Services Research**, v. 43, p. 1830-1848, 2008.

WIRTZ, M. On the problem of missing data: how to identify and reduce the impact of missing data on findings of data analysis. **Die Rehabilitation**, v.43, n. 2, p. 109-115, 2004.

World Health Assembly, 55. **Quality of care: patient safety**. Geneva, Switzerland: WHO, 2002. Disponível em: <http://www.who.int/iris/handle/10665/78535>.

World Health Organization (WHO). **Quality and accreditation in health care services: a global review**. Geneva, Switzerland: WHO, 2003. Disponível em: <http://www.who.int/iris/handle/10665/68410>.

World Health Organization (WHO). **World Alliance for Patient Safety: forward programme 2005**. Geneva, Switzerland: WHO, 2005. Disponível em: <http://who.int/iris/handle/10665/43072>.

World Health Organization (WHO). **World Alliance for Patient Safety: forward programme 2008-2009**. Geneva, Switzerland: WHO, 2008. Disponível em: <http://www.who.int/iris/handle/10665/70460>.

World Health Organization (WHO). **The Conceptual Framework for the International Classification for Patient Safety**. Geneva, Switzerland: WHO 2009. Disponível em: <http://www.who.int/patientsafety/taxonomy>.

World Health Organization (WHO). **The world health report: health systems financing: the path to universal coverage**. Geneva, Switzerland: WHO, 2010. Disponível em: <http://www.who.int/iris/handle/10665/44371>.

World Health Organization (WHO). **Global Health Observatory data repository: Current health expenditure as percentage of gross domestic product**. Geneva, Switzerland: WHO, 2017. Disponível em: <http://apps.who.int/gho/data/node.main.GHEDCHEGDPSHA2011>.

WU, C.-H.; CHANG, C.-C; CHEN, P.-C.; KUO, K.-N. Efficiency and productivity change in Taiwan's hospitals: a non-radial quality-adjusted measurement. **Central European Journal of Operations Research**, v. 21, p. 431-453, 2013.

ANEXOS

ANEXO A – Programação linear do modelo CRS - método DEA (THANASSOULIS, 2001)

Supondo a existência de N DMUs ($j= 1...N$), que em seus processos produtivos análogos utilizam m *inputs* para gerar s *outputs*, e considerando que x_{ij0} e y_{rj0} representam, respectivamente, o i -ésimo *input* e r -ésimo *output*, para a DMU j_0 , o modelo CRS orientado para *input* poderá ser descrito pela função objetivo:

$$\text{Mínimo } k_0 - \varepsilon [\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+]$$

e as restrições:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} = k_0 x_{ij0} - S_i^- \quad (i = 1 \dots m)$$

e

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} = S_r^+ + y_{rj0} \quad (r = 1 \dots s)$$

considerando:

$$\lambda_j \geq 0, j = 1...N, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \forall i \text{ e } r, k_0 \text{ livre};$$

enquanto o modelo CRS orientado para *output* poderá ser representado por meio da função objetivo:

$$\text{Máximo } h_{j_0} + \varepsilon [\sum_{i=1}^m I_i^- + \sum_{r=1}^s O_r^+]$$

e as restrições:

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j x_{ij} = x_{ij0} - I_i^- \quad (i = 1 \dots m),$$

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j y_{rj} = O_r^+ + h_{j_0} y_{rj0} \quad (r = 1 \dots s);$$

considerando:

$$\alpha_j \geq 0, j = 1...N, I_i^-, O_r^+ \geq 0 \forall i \text{ e } r, h_{j_0} \text{ livre.}$$

Onde:

ε = infinitesimal não arquimediano muito menor que 1 ($\varepsilon \ll 1$);

λ_j = conjunto viável, de produção da DMU j , no modelo orientado para *input*;

α_j = conjunto viável, de produção da DMU j , no modelo orientado para *output*;

k_0 = eficiência técnica da DMU j_0 , no modelo orientado para *input*;

h_{j_0} = eficiência técnica da DMU j_0 , no modelo orientado para *output*;

λ_j e k_0 = parâmetros a serem calculados no modelo orientado para *input*;

α_j e h_{j0} = parâmetros a serem calculados no modelo orientado para *output*;

S_i^- = folga dos *inputs* (*input slack*) no modelo orientado para *input*;

S_r^+ = folga dos *outputs* (*output slack*) no modelo orientado para *input*;

I_i^- = folga dos *inputs* (*input slack*) no modelo orientado para *output*;

O_r^+ = folga dos *outputs* (*output slack*) no modelo orientado para *output*.

O modelo CRS orientado para *input* prioriza a minimização do valor k_0 no nível de *inputs* da DMU j_0 , mantendo constante o nível de seus *outputs*; enquanto o modelo orientado para *output* prioriza a maximização do valor h_0 no nível de *outputs* da DMU j_0 , mantendo constante o nível de seus *inputs*.

Após os *inputs* terem sido contraídos até o valor ótimo de k_0 e os *outputs* terem sido expandidos até o valor ótimo de h_0 , se algum valor de folga (S_i^- , S_r^+ , I_i^- ou O_r^+) for positivo, o *input* ou *output* correspondente na DMU j_0 ainda poderá melhorar. Tais variáveis de folga, independente da orientação do modelo, representam quaisquer reduções de *inputs* ou aumentos de *outputs* possíveis nesse conjunto viável de produção.

Se a solução da equação, no modelo orientado para *input*, apresentar:

$$k_0 = 1, S_i^- = 0 \ (i = 1 \dots m), S_r^+ = 0 \ (r = 1 \dots s);$$

ou, no modelo orientado para *output*, apresentar:

$$h_0 = 1, I_i^- = 0 \ (i = 1 \dots m), O_r^+ = 0 \ (r = 1 \dots s);$$

a DMU j_0 em questão é uma unidade pareto eficiente, pois o modelo foi incapaz de identificar um ponto no conjunto de produção viável que possa melhorar o nível de algum *input* ou *output* sem prejudicar o nível de algum outro *input* ou *output* da unidade.

ANEXO B – Programação linear do modelo VRS - método DEA (THANASSOULIS, 2001)

Supondo a existência de N DMUs ($j= 1...N$), que em seus processos produtivos análogos utilizam m *inputs* para gerar s *outputs*, e considerando que x_{ij0} e y_{rj0} representam, respectivamente, o i -ésimo *input* e r -ésimo *output*, para a DMU j_0 , o modelo VRS orientado para *input* poderá ser descrito pela função objetivo:

$$\text{Mínimo } h_0 - \varepsilon [\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+]$$

e as restrições:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} = h_0 x_{ij0} - S_i^- \quad (i = 1 \dots m),$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} = S_r^+ + y_{rj0} \quad (r = 1 \dots s),$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1;$$

considerando:

$$\lambda_j \geq 0, j = 1...N, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \forall i \text{ e } r, h_0 \text{ livre};$$

enquanto o modelo VRS orientado para *output* poderá ser representado por meio da função objetivo:

$$\text{Máximo } z + \varepsilon [\sum_{i=1}^m I_i^- + \sum_{r=1}^s O_r^+]$$

e as restrições:

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j x_{ij} = x_{ij0} - I_i^- \quad (i = 1 \dots m),$$

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j y_{rj} = O_r^+ + z_{j0} y_{rj0} \quad (r = 1 \dots s),$$

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j = 1;$$

considerando:

$$\alpha_j \geq 0, j = 1...N, I_i^-, O_r^+ \geq 0 \forall i \text{ e } r, z \text{ livre}.$$

Onde:

ε = infinitesimal não arquimediano muito menor que 1 ($\varepsilon \ll 1$);

λ_j = conjunto viável, de produção da DMU j , no modelo orientado para *input*;

α_j = conjunto viável, de produção da DMU j , no modelo orientado para *output*;

h_0 = eficiência técnica pura da DMU j_0 , no modelo orientado para *input*;

z = eficiência técnica pura da DMU j_0 , no modelo orientado para *output*;

λ_j e h_0 = parâmetros a serem calculados no modelo orientado para *input*;

α_j e z = parâmetros a serem calculados no modelo orientado para *output*;

S_i^- = folga dos *inputs* (*input slack*) no modelo orientado para *input*;

S_r^+ = folga dos *outputs* (*output slack*) no modelo orientado para *input*;

I_i^- = folga dos *inputs* (*input slack*) no modelo orientado para *output*;

O_r^+ = folga dos *outputs* (*output slack*) no modelo orientado para *output*.

O modelo VRS orientado para *input* prioriza a minimização de h_0 , identificando os pontos dentro do conjunto viável de produção que oferecem a máxima contração radial no nível de *inputs* da DMU j_0 , sem prejuízo dos *outputs*; enquanto o modelo VRS orientado para *output* prioriza a maximização de z , identificando os pontos dentro do conjunto viável de produção que oferecem a máxima expansão radial no nível de *outputs* da DMU j_0 sem incorrer em aumentos no nível de nenhum dos *inputs*.

Após os *inputs* terem sido contraídos até o valor ótimo de h_0 , e os *outputs* expandidos até o valor ótimo de z , se algum valor de folga (S_i^- , S_r^+ , I_i^- ou O_r^+) for positivo, o *input* ou *output* correspondente na DMU j_0 ainda poderá melhorar.

Se a solução da equação, no modelo orientado para *input*, apresentar:

$$h_0 = 1, S_i^- = 0 \ (i = 1 \dots m), S_r^+ = 0 \ (r = 1 \dots s);$$

ou no modelo orientado para *output*, apresentar:

$$z = 1, I_i^- = 0 \ (i = 1 \dots m), O_r^+ = 0 \ (r = 1 \dots s);$$

a DMU j_0 em questão é uma unidade pareto eficiente, pois o modelo foi incapaz de identificar um ponto no conjunto de produção viável que possa melhorar o nível de algum *input* ou *output* sem prejudicar o nível de algum outro *input* ou *output* da unidade.

O modelo VRS difere do modelo CRS pela adição da restrição de convexidade ($\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$ e $\sum_{j=1}^N \alpha_j = 1$). Com isso, a eficiência técnica no modelo VRS, também chamada de eficiência técnica pura, é livre de quaisquer efeitos de escala

ANEXO D – Características dos artigos internacionais

Título / Autor(es) Periódico / Ano	Amostra	Objetivos	Método / Variáveis de Qualidade	Resultados
<p><i>“The impact of the internal market on hospital efficiency, productivity and service quality”</i> Maniadakis; Hollingsworth; Thanassoulis <i>Health Care Management Science</i>, 1999</p>	<p>75 hospitais com serviços de emergência na Escócia. Amostra ajustada pelo Case Mix.</p>	<p>Analisar o desempenho de hospitais escoceses, entre 1991 e 1996, após as reformas do Sistema Nacional de Saúde do Reino Unido, utilizando o Índice de Produtividade de Malmquist, decomposto em qualidade, eficiência técnica e mudança tecnológica.</p>	<p>DEA com Índice de Produtividade de Malmquist</p> <p>Sobrevivência padronizada para: acidente vascular cerebral (AVC); fratura de colo de fêmur; infarto agudo do miocárdio (IAM)</p>	<p>Produtividade, eficiência e qualidade seguiram tendências diferentes. A produtividade dos hospitais escoceses aumentou após as reformas, mas quando a qualidade foi incluída na avaliação, os incrementos foram menores do que quando a avaliação foi feita sem a inclusão desta variável.</p>
<p><i>“Measuring productivity and quality changes using data envelopment analysis: an application to Catalan hospitals”</i> Solà; Prior <i>Financial Accountability & Management</i>, 2001</p>	<p>20 hospitais gerais, públicos e privados, na Espanha. Número de leitos entre 90 e 900.</p>	<p>Avaliar a efetividade, eficiência e qualidade em uma amostra de hospitais espanhóis, entre 1990 e 1993, utilizando o Índice de Produtividade de Malmquist. Considerando que os níveis de eficiência e qualidade estabeleceriam o nível de efetividade obtido. Custos com materiais foram incluídos como <i>inputs</i>.</p>	<p>DEA com Índice de Produtividade de Malmquist</p> <p>Qualidade técnica representada por resultados indesejados: percentual de infecções hospitalares</p>	<p>Houve queda nos níveis de produtividade. Para prover o mesmo nível de serviços as instituições utilizaram mais recursos, mas houve redução das taxas de infecções hospitalares.</p>

<p>“<i>Productivity Changes in Taiwanese Hospitals and the National Health Insurance</i>” Chen <i>The Service Industries Journal</i>, 2006</p>	<p>40 hospitais; centros médicos e hospitais regionais, públicos e privados; em Taiwan.</p>	<p>Analisar o impacto da reforma financeira na produtividade dos hospitais de Taiwan, entre 1994 e 1998, utilizando o Índice de Produtividade de Malmquist decomposto em qualidade, eficiência e mudança tecnológica.</p>	<p>DEA com Índice de Produtividade de Malmquist Média do número de médicos e enfermeiros por departamento hospitalar</p>	<p>A maioria dos hospitais registou redução na qualidade, mas houve significativa melhoria da eficiência técnica. A variável representativa da qualidade utilizada pode não ser adequada. Taxa de Mortalidade ajustada ao Case Mix poderia ser um melhor indicador.</p>
<p>“<i>Is more better? An analysis of hospital outcomes and efficiency with a DEA model of output congestion</i>” Clement <i>et al.</i> <i>Health Care Management Science</i>, 2008</p>	<p>667 hospitais, públicos e privados, nos EUA. Amostra ajustada pelo Case Mix</p>	<p>Avaliar a eficiência e a qualidade de hospitais americanos, no ano de 2000, aplicar um modelo DEA, com análise de congestão, e incluindo múltiplas variáveis de qualidade como <i>outputs</i>.</p>	<p>DEA com modelo de congestão Mortalidade ajustada para risco para: IAM; insuficiência cardíaca congestiva (ICC); AVC; hemorragia digestiva; pneumonia</p>	<p>Cuidado mais caro não necessariamente é cuidado melhor. A ineficiência técnica está associada a pior qualidade de resultados assistenciais. A maioria dos hospitais poderia melhorar a eficiência técnica e a qualidade da assistência.</p>
<p>“<i>Hospital Quality, Efficiency, and Input Slack Differentials</i>” Valdmanis, Rosko e Mutter <i>Health Services Research</i>, 2008</p>	<p>1377 hospitais comunitários urbanos nos EUA. Amostra ajustada pelo Case Mix.</p>	<p>Analisar a existência de <i>trade-off</i> entre qualidade e eficiência em hospitais americanos, no ano de 2004, utilizando um modelo DEA, com análise de congestão. O modelo ajustado para resultados indesejáveis será comparado ao modelo básico. Custos foram incluídos como fatores ambientais.</p>	<p>DEA com modelo de congestão Insucesso no resgate à parada cardíaca; infecção devido à assistência à saúde; insuficiência respiratória no pós-operatório; sepse no pós-operatória</p>	<p>Não precisa haver <i>trade-off</i> entre custos e qualidade. Cerca de 3% da ineficiência total pode ser atribuída à congestão associada à qualidade. Hospitais caracterizados como de alta qualidade tendem a ter maior eficiência global.</p>

<p>“<i>Measuring Efficiency: The Association Of Hospital Costs And Quality Of Care. Are the goals of quality improvement and cost reduction complementary to or in competition with one another?</i>” Jha et al. <i>Health Affairs</i>, 2009</p>	<p>3794 hospitais nos EUA. Amostra ajustada para o risco.</p>	<p>Identificar hospitais americanos com baixos custos, ajustados ao risco, no ano de 2002; determinar suas características estruturais; verificar se eles apresentam melhor desempenho, utilizando coeficientes de correlação.</p>	<p>Indicadores de Desempenho e Correlação Mortalidade ajustada para risco para: IAM; ICC; pneumonia</p>	<p>Resultados não apoiam a hipótese que melhor gestão conduz a menores custos e maior qualidade. Hospitais com custos mais baixos tinham menor qualidade assistencial, mas a força da associação era pequena.</p>
<p>“<i>A conceptual framework for selecting the most appropriate variables for measuring hospital efficiency with a focus on Iranian public hospitals</i>” Afzali, Moss e Mahmood <i>Health Services Management Research</i>, 2009</p>		<p>Propor um quadro conceitual para medir a eficiência hospitalar no Irã, considerando a importância da escolha das variáveis em estudos de eficiência hospitalar e a ausência de um padrão na literatura relacionada aos países em desenvolvimento.</p>		<p>Um conjunto mais amplo de variáveis pode aumentar a validade dos estudos por capturar uma maior gama de funções hospitalares e da qualidade da assistência.</p>
<p>“<i>Efficiency and quality in health services: a crucial link</i>” Espigares e Torres <i>The Service Industries Journal</i>, 2011</p>	<p>27 hospitais gerais na Espanha. Amostra ajustada pelo Case Mix.</p>	<p>Avaliar a evolução da eficiência e qualidade em hospitais da Andaluzia, entre 1997 e 2004; utilizando modelos DEA que incorporam ou não variáveis de qualidade (1 modelo básico, 10 modelos de qualidade técnica, 2 modelos de qualidade percebida), através do Índice de Produtividade de Malmquist.</p>	<p>DEA com Índice de Produtividade de Malmquist Tempo de permanência; índice de case mix; % intervenções cirúrgicas programadas; turnover cirúrgico; satisfação percebida; recomendação</p>	<p>Resultados negam a existência de <i>trade-off</i> entre eficiência e qualidade, mas a associação entre estas variáveis é fraca, apontando para a independência entre estas variáveis. A avaliação do desempenho deve incluir variáveis que representem tanto a atividade desenvolvida como a qualidade dos serviços.</p>

<p>“<i>The trade-off between efficiency and quality in hospital departments</i>” Mennicken, Kuntz e Schwierz <i>Journal of Health Organization and Management</i>, 2011</p>	<p>64 departamentos, clínicos e cirúrgicos, em 33 hospitais na Alemanha. Amostra ajustada para o risco.</p>	<p>Estimar as taxas de ocupação diária através do método dos mínimos quadrados, a partir de dados do ano de 2004, e, em seguida, utilizar estas taxas de ocupação previstas para explicar a taxa de mortalidade intra-hospitalar, pela regressão de Poisson.</p>	<p>Indicadores de Desempenho e Regressão Mortalidade intra-hospitalar ajustada para o risco</p>	<p>Os resultados indicam a existência de <i>trade-off</i> entre eficiência e qualidade. O aumento nas taxas de ocupação afetou negativamente a qualidade, não apenas devido ao aumento na carga de trabalho, mas também por outros limites de capacidade desconhecidos.</p>
<p>“<i>Efficiency and productivity change in Taiwan’s hospitals: a non-radial quality-adjusted measurement</i>” Wu <i>et al.</i> <i>Central European Journal of Operations Research</i>, 2013</p>	<p>286 hospitais; centros médicos, hospitais regionais e hospitais distritais; em Taiwan. Amostra ajustada pelo Case Mix.</p>	<p>Analisar a eficiência ajustada para a qualidade de instituições hospitalares de Taiwan, entre 2002 e 2004, utilizando um modelo DEA especificado como uma função de distância direcional, que considerou a falta de qualidade como um <i>output</i> indesejado.</p>	<p>DEA com funções distância direcionais Readmissões não programadas ajustadas pelo Case Mix</p>	<p>Os escores de ineficiência eram estatisticamente maiores para o modelo sem a inserção da qualidade. Não houve evidência para apoiar a ideia de que a qualidade seria prejudicada pelos esforços para redução de custos, após a implantação de um sistema de orçamento global. Há necessidade de incorporar a dimensão qualidade na mensuração da eficiência.</p>

<p>“<i>Incorporating quality into the measurement of hospital efficiency: a double DEA approach</i>” Ferrier e Trivitt <i>Journal of Productivity Analysis</i>, 2013</p>	<p>1074 hospitais; de ensino ou não, privados ou públicos; nos EUA. Número de leitos entre 11 e 1758.</p>	<p>Avaliar a eficiência de hospitais americanos, entre junho de 2004 e maio de 2005, através de um modelo DEA em dois estágios. Calcular três índices de qualidade a partir de uma variedade de indicadores de processo e de resultado e incorporar os mesmos como pesos para ajuste de <i>inputs</i> e <i>outputs</i> em várias análises distintas.</p>	<p>DEA em dois estágios</p> <p>Mortalidade para: IAM em 30 dias, ICC em 180 dias, pneumonia em 30 dias; taxa de complicação pós colecistectomia; taxa de pacientes com IAM que receberam: aspirina em 24hs, aspirina na alta, beta bloqueador na alta, beta bloqueador em 24hs; percentual de pacientes com ICC e disfunção de VE: com prescrição de ECA na alta, com função VE documentada; percentual de pacientes com pneumonia com: cultura antes da realização dos antibióticos, antibióticos até 4hs</p>	<p>O ajuste pela qualidade muda os escores de eficiência e a magnitude da mudança depende do índice de qualidade empregado. Assim como a escolha de <i>inputs</i> e <i>outputs</i> afeta a mensuração da eficiência, o controle pela qualidade também afeta a mesma, em maior ou menor grau de acordo com a definição de qualidade empregada. Se basear apenas na eficiência para tomada de decisão com relação a cortes de custos pode levar a perda de qualidade.</p>
<p>“<i>Technical efficiency of Critical Access Hospitals: an application of the two-stage approach with double bootstrap</i>” Nedelea e Fannin <i>Health Care Management Science</i>, 2013</p>	<p>186 hospitais rurais em 2005 e 229 hospitais rurais em 2006; nos EUA. Amostra ajustada pelo Case Mix.</p>	<p>Analisar se o sistema de pagamento baseado em custos criaria um desincentivo para a eficiência, para pequenos hospitais rurais americanos, entre 2005 e 2006; através de um modelo DEA em dois estágios, associado à técnica de <i>bootstrap</i>.</p>	<p>DEA em dois estágios com <i>bootstrap</i></p> <p>Percentual de pacientes com pneumonia que receberam a vacina pneumocócica e administração de antibiótico em até 4hs</p>	<p>A eficiência técnica aumentou quando <i>outputs</i> de qualidade foram incluídos no modelo. O reembolso baseado no custo não criou desincentivo para a eficiência.</p>

<p>“<i>Incorporating health outcomes in Pennsylvania hospital efficiency: an additive super-efficiency DEA approach</i>” Du et al. <i>Annals of Operations Research</i>, 2014</p>	<p>119 hospitais gerais, com serviços de emergência, nos EUA.</p>	<p>Avaliar a eficiência de uma amostra de hospitais da Pensilvânia, no ano de 2006, aplicando um modelo DEA de super eficiência, incorporando indicadores de qualidade assistencial como <i>outputs</i>.</p>	<p>DEA com modelo de super eficiência Taxa de sobrevivência ponderada para 16 condições mais comuns</p>	<p>Os hospitais analisados poderiam melhorar a eficiências sem que houvesse deterioração da qualidade assistencial. Os autores consideram que seja importante ajustar a amostra pelo Case Mix para controlar os resultados em relação à severidade dos pacientes tratados.</p>
<p>“<i>Productivity and quality of Dutch hospitals during system reform</i>” Ineveld et al. <i>Health Care Management Science</i>, 2016</p>	<p>65 hospitais.</p>	<p>Estudar a evolução do desempenho de hospitais holandeses, entre 2005 e 2010, após a reforma da saúde, que objetivava um sistema de melhor qualidade e menores custos, através do Índice de Produtividade de Malmquist. Desempenho seria representado pela combinação de eficiência e qualidade.</p>	<p>DEA com Índice de Produtividade de Malmquist Prevalência de úlceras de decúbito</p>	<p>A inclusão de uma única variável de qualidade teve um impacto marginal nos resultados. Os autores analisaram como limitação o uso de uma única variável, bem como a força da mesma na representação da qualidade. Questionaram ainda a necessidade do emprego do Case Mix para homogeneização da amostra.</p>
<p>“<i>Imprecise DEA framework for evaluating healthcare performance of districts</i>” Karsak e Karadayi <i>Kybernetes</i>, 2017</p>	<p>Hospitais de 26 distritos de Istambul</p>	<p>Propor um modelo impreciso de DEA para avaliar o desempenho dos hospitais em Istambul, uma vez que o modelo tradicional requer entradas e saídas nítidas, sendo inadequado para lidar com a imperfeição da informação.</p>	<p>DEA com modelo impreciso Tangibilidade (características físicas dos serviços de saúde) e responsividade (responsividade às necessidades dos pacientes)</p>	<p>Instituições de 14 distritos eram eficientes, com a abordagem otimista e apenas de 10 com a abordagem pessimista. A flexibilidade de pesos na análise convencional poderia resultar na atribuição de estimadores extremamente pequenos, de forma a excluir as variáveis.</p>

ANEXO E – Características dos artigos nacionais

Título / Autor(es) Periódico / Ano	Amostra	Objetivos	Método / Variáveis de qualidade	Resultados
“ <i>Efficiency determinants and capacity issues in Brazilian for-profit hospitals</i> ” Araújo, Barros e Wanke <i>Health Care Management Science</i> , 2014	20 hospitais privados com fins lucrativos	Avaliar a eficiência de vinte hospitais, utilizando um modelo de Análise Envoltória de Dados orientado ao <i>output</i> e técnicas de <i>bootstrap</i> para suplantiar os erros de medição dos estimadores e a metodologia de Análise de Componentes Principais para reduzir o número de variáveis em fatores.	DEA com <i>bootstrap</i>	Oportunidades para responder a demandas futuras são escassas e fortemente dependentes de condições relacionadas à processos de acreditação e ao grau de especialização. Há evidências de déficit de capacidade também no segmento privado do setor de saúde brasileiro.
“Aplicação da Análise Envoltória de Dados para avaliar a eficiência de hospitais do SUS em Mato Grosso” Souza, Scatena e Kehrig <i>Physis</i> , 2016	10 hospitais ligados ao SUS; de pequeno, médio e grande porte; lucrativos ou não lucrativos, públicos ou privados	Avaliar a eficiência de dez hospitais do estado de Mato Grosso, para o ano de 2012, e avaliar comparativamente a eficiência dos mesmos, utilizando a Análise Envoltória de Dados, orientada para <i>output</i> .	DEA Indicador de qualidade construído a partir da aplicação de dados do Programa Nacional de Avaliação de Serviços de Saúde (PNASS), incorporado o inverso da taxa de mortalidade.	Hospitais privados eram mais eficientes. Avaliações de eficiência dependem do modelo adotado, variáveis utilizadas e contexto das unidades, destacando-se: porte, complexidade, demanda, financiamento, qualidade e vínculo funcional.
“Eficiência hospitalar das regiões brasileiras: Um estudo por meio da Análise Envoltória de Dados” Silva <i>et al.</i> <i>Revista de Gestão em Sistemas de Saúde</i> , 2017	6.784 hospitais associados à Federação Brasileira de Hospitais, que atendem pelo SUS	Estudar a eficiência produtiva de hospitais das várias regiões do Brasil, para os anos de 2014 e 2015, por meio de um modelo DEA com retornos constantes de escala e orientado para <i>output</i> ; e avaliar a relação entre esta e os custos da assistência, por meio de uma correlação.	DEA Número de óbitos hospitalares	Os melhores escores de eficiência foram observados para a região Sul em primeiro lugar e a região Sudeste em segundo lugar. Com relação a correlação, concluíram não haver uma relação estatisticamente significativa entre custos e eficiência produtiva hospitalar.

ANEXO F – Valores anuais para os *inputs* e os *outputs* quantitativos para as DMUs

	Efetivo auxiliares e técnicos (Média Mensal)	Efetivo enfermeiros (Média Mensal)	Leitos operacionais (Média Mensal)	Saídas hospitalares (Somatório Anual)	Procedimentos cirúrgicos (Somatório Anual)
H 01 – DF	383	108	148	12.707	11.273
H 02 – SP	770	231	350	26.874	13.893
H 03 – SP	943	326	375	36.528	23.721
H 04 – SP	2.693	1.358	608	51.085	61.267
H 05 – MG	984	232	473	34.508	17.292
H 06 – ES	333	91	185	8.418	9.184
H 07 – ES	251	60	134	7.621	12.431
H 08 – MG	388	73	241	13.163	10.994
H 09 – SP	516	170	271	19.686	19.766
H 10 – SP	814	307	288	25.391	16.424
H 11- DF	528	133	224	15.684	16.503
H 12 – SP	415	123	195	14.302	15.813
H 13 – MT	301	81	173	10.114	15.813
H 14 – SP	717	302	328	21.564	27.954
H 15 – PR	242	47	124	9.249	9.495
H 16 – MG	585	113	329	18.192	21.308
H 17 – SC	321	75	152	9.482	7.846
H 18 – SP	1.906	536	646	23.600	31.843
H 19 – SP	311	95	135	13.108	7.903

ANEXO G – Taxa de mortalidade hospitalar padronizada

Fonte:

Safety Improvement for Patients in Europe (SIMPATIE); Australian Commission on Safety and Quality in Health Care; Canadian Institute for Health Information; National Institute for Public Health and the Environments.

Definição:

Razão entre o número observado e o número esperado de óbitos no hospital.

Numerador:

Número de óbitos observados no hospital.

Exclusões:

Transferências; Internações com sexo, idade ignorados.

Denominador:

Número de óbitos esperados no hospital.

Exclusões:

Transferências; Internações com sexo, idade ignorados.

Definição de Termos:**Número observado de óbitos:**

Soma do número de óbitos ocorridos no hospital.

Número esperado de óbitos:

Soma das probabilidades de óbito no hospital. São utilizados coeficientes derivados de modelos de regressão logística para calcular a probabilidade de morte no hospital. Para cada um dos grupos de diagnóstico relacionados incluído, é desenvolvido um modelo de regressão logística com as seguintes variáveis independentes: idade, sexo, duração da internação, tipo de admissão, comorbidades e transferências.

Racionalidade:

A taxa de Mortalidade Hospitalar Padronizada (TMHP) foi desenvolvida no Reino Unido na década de 90 e vem sendo usada por vários países para monitorar a qualidade assistencial oferecido. A utilização dos óbitos como uma medida de resultado tem muitas vantagens. A morte é um evento único e definitivo, e como o seu registro é obrigatório, aumentam as chances de existirem dados para a construção do indicador.

A TMHP compara o número observado de mortes em um hospital com o número que teria sido esperado, com base nos tipos de pacientes no hospital. A taxa é ajustada para vários fatores que podem influenciar a mortalidade hospitalar, tais como, dados demográficos dos pacientes, diagnósticos, condições em que o paciente chegou ao hospital. Este método de ajuste de risco é usado para contabilizar o impacto dos riscos individuais, que podem colocar alguns pacientes em maior risco de morte do que outros.

Para calcular a taxa de mortalidade esperada ponderada pelo risco (taxa de mortalidade que seria esperada levando em conta os fatores de risco dos pacientes internados), é utilizado um grande grupo de pacientes com diagnósticos e fatores de risco semelhantes para calcular qual seria a taxa de mortalidade esperada, para esse grupo de pacientes.

A padronização de indicadores de saúde permite comparar os coeficientes regionais sendo realizado em igualdade de condições.

Ajuste de Risco:

Idade (intervalos de 10 anos); sexo; comorbidades; tipo de admissão (eletiva/ urgência); tempo total de hospitalização.

Interpretação:

Uma TMHP igual a 1 sugere que não há nenhuma diferença entre a taxa de mortalidade do hospital e uma taxa global média para pacientes com características semelhantes; maior do que 1 sugere que a taxa de mortalidade do hospital é maior que a média geral; e menor que 1 sugere que a taxa de mortalidade do hospital é menor do que a média geral.

O indicador destina-se a sinalizar a existência de um problema e a necessidade de uma investigação mais detalhada. Quando monitorada ao longo do tempo, a TMHP indica o sucesso dos hospitais em reduzir os óbitos e melhorar a assistência à saúde.

Bibliografia:

1. Jarman B, Gault S, Alves B. Explaining differences in English hospital death rates using routinely collected data. *British Medical Journal* 1999 May 6; 318:1515-1520.
2. Kristensen S, Mainz J, Bartels P. Catalogue of Patient Safety Indicators. Safety Improvement for Patients in Europe. SImPatIE - 2007. Disponível em:<http://www.hope.be/03activities/docsactivities/SIMPATIE_Patient_safety_indicators_Professionals.pdf>.

ANEXO H – Taxa de infecção de sítio cirúrgico em cirurgias limpas

Fonte:

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD); Safety Improvement for Patients in Europe (SIMPATIE); ANVISA.

Definição:

Número de infecções de sítio cirúrgico em cirurgias limpas dividido pelo número total de cirurgias limpas, vezes 100.

Numerador:

Número de infecções de sítio cirúrgico, em cirurgias limpas, no período de estudo.

Denominador:

Número total de cirurgias limpas, no período de estudo.

Classificação das cirurgias por potencial de contaminação da incisão cirúrgica:

Devem ser analisadas conforme o potencial de contaminação da ferida cirúrgica, sendo a classificação feita no final do ato cirúrgico, pelo cirurgião, de acordo com as indicações:

Limpas - realizadas em tecidos estéreis ou passíveis de descontaminação, na ausência de processo infeccioso e inflamatório local ou falhas técnicas grosseiras no transoperatório;

Potencialmente Contaminadas - realizadas em tecidos colonizados por flora microbiana pouco numerosa ou em tecidos de difícil descontaminação, na ausência de processo infeccioso e inflamatório e com falhas técnicas discretas no transoperatório;

Contaminadas - realizadas em tecidos recentemente traumatizados e abertos, colonizados por flora bacteriana abundante, cuja descontaminação seja difícil ou impossível, na ausência de processo infeccioso e com falhas técnicas grosseiras no transoperatório;

Infectadas - realizadas em qualquer tecido ou órgão, em presença de processo infeccioso e/ou tecido necrótico.

Bibliografia:

1. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.616/98, disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt2616_12_05_1998.html
2. Kristensen S, Mainz J, Bartels P. Catalogue of Patient Safety Indicators. Safety Improvement for Patients in Europe. SIMPatIE - 2007. Disponível em: http://www.hope.be/03activities/docsactivities/SIMPATIE_Patient_safety_indicators_Professionals.pdf.

ANEXO I – Densidade de incidência de IPCS em pacientes em uso de CVC internados em UTI

Fonte:

Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ); Safety Improvement for Patients in Europe (SIMPATIE); ANVISA

Definição:

Número de casos novos de infecção primária de corrente sanguínea (IPCS), em pacientes em uso de cateter venoso central (CVC), internados em unidades terapias intensivas (UTI), pediátricas/neonatais, vezes 1000.

Numerador:

Subdivisão do numerador em dois:

1. Número de casos novos de infecção de corrente sanguínea laboratorial (com confirmação microbiológica) - IPCSL, no período.
2. Número de casos novos de infecção de corrente sanguínea clínica - IPCSC (sem confirmação laboratorial), no período.

Denominador:

Cateter venoso central-dia no período

Definição de Termos:

Unidades de Terapia Intensiva (UTI):

Áreas críticas destinada à internação de pacientes graves, que requerem atenção profissional especializada de forma contínua, materiais específicos e tecnologias necessárias ao diagnóstico, monitorização e terapia.

Cateter Venoso Central (CVC):

Cateter vascular inserido no coração ou próximo dele ou em grandes vasos para infusão de medicamentos ou nutrição, coleta de sangue ou monitorização hemodinâmica.

Paciente-dia:

Unidade de medida que representa a assistência prestada a um paciente internado durante um dia hospitalar. O número de pacientes-dia de um serviço, em um determinado período de tempo, é definido pela soma do total de pacientes a cada dia de permanência, em determinada unidade. Pode ser entendido como o somatório mensal do senso diário de pacientes de uma unidade.

Paciente com Cateter Venoso Central-Dia:

Unidade de medida que representa a intensidade da exposição dos pacientes aos cateteres centrais. Este número é obtido por meio da soma de pacientes em uso de cateteres centrais, a cada dia, em um determinado período de tempo. Quando o paciente tiver mais que um cateter central, estes deverão ser contados apenas uma vez, por dia de permanência na unidade.

Bibliografia:

1. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.616/98, disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt2616_12_05_1998.html
2. Kristensen S, Mainz J, Bartels P. Catalogue of Patient Safety Indicators. Safety Improvement for Patients in Europe. SIMPatIE - 2007. Disponível em: http://www.hope.be/03activities/docsactivities/SIMPATIE_Patient_safety_indicators_Professionals.pdf

ANEXO J – Valores anuais para os *outputs* qualitativos para as DMUs

	Razão de mortalidade observada sobre esperada (Média Mensal)	Taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa (Média Mensal)	Taxa de incidência de ICS/CVC - UTI Adulto (Média Mensal)	Índice de Qualidade Assistencial
H 01 – DF	0,59	0,002	2,243	0,832103
H 02 – SP	0,34	0,006	1,615	0,819963
H 03 – SP	0,42	0,001	0,407	0,955267
H 04 – SP	0,29	0,001	0,734	0,971678
H 05 – MG	1,69	0,006	3,231	0,547653
H 06 – ES	0,74	0,016	2,570	0,518665
H 07 – ES	0,80	0,002	3,474	0,730859
H 08 – MG	1,20	0,003	5,251	0,590772
H 09 – SP	0,32	0,004	1,865	0,855576
H 10 – SP	0,42	0,006	1,055	0,836826
H 11- DF	0,42	0,003	2,989	0,796290
H 12 – SP	0,48	0,004	1,761	0,846980
H 13 – MT	0,42	0,001	4,335	0,738676
H 14 – SP	0,50	0,011	1,322	0,699380
H 15 – PR	0,75	0,004	3,790	0,703116
H 16 – MG	0,46	0,006	7,155	0,568690
H 17 – SC	1,16	0,005	4,102	0,608556
H 18 – SP	0,58	0,025	1,635	0,433637
H 19 – SP	0,59	0,002	0,721	0,892303

ANEXO K – Estatística descritiva dos *inputs* e *outputs* quantitativos para as UFs

	DF	ES	MG	MT	PR	SC	SP
Total	2	2	3	1	1	1	9
Efetivo Enfermeiros							
Média	120,50	75,50	139,33	81,00	47,00	75,00	383,11
(DP)	(17,68)	(21,92)	(82,71)	-	-	-	(388,69)
CV	22,51%	19,86%	46,55%	-	-	-	106,64%
Mediana	120,50	75,50	113,00	-	-	-	302,00
(IIQ)	(114,25 - 126,75)	(67,75 - 83,25)	(93,00 - 172,50)	-	-	-	(170,00 - 326,00)
Efetivo Auxiliares e Técnicos							
Média	455,50	292,00	652,33	301,00	242,00	321,00	1.009,44
(DP)	(102,53)	(57,98)	(303,65)	-	-	-	(783,29)
CV	14,67%	29,03%	59,63%	-	-	-	92,59%
Mediana	455,50	292,00	585,00	-	-	-	770,00
(IIQ)	(419,25 - 491,75)	(271,50 - 312,50)	(486,50 - 784,50)	-	-	-	(516,00 - 943,00)
Leitos operacionais							
Média	186,00	159,50	347,67	173,00	124,00	152,00	355,11
(DP)	(53,74)	(36,06)	(117,12)	-	-	-	(171,53)
CV	28,89%	22,61%	33,69%	-	-	-	87,86%
Mediana	186,00	159,50	329,00	-	-	-	328,00
(IIQ)	(167,00 - 205,00)	(146,75 - 172,25)	(285,00 - 401,00)	-	-	-	(271,00 - 375,00)
Saídas hospitalares							
Média	14.195,50	8.019,50	21.954,33	10.114,00	9.249,00	9.482,00	25.793,11
(DP)	(2.105,06)	(563,56)	(11.158,79)	-	-	-	(11.774,96)
CV	14,83%	7,03%	50,83%	-	-	-	93,75%
Mediana	14.195,50	8.019,50	18.192,00	-	-	-	23.600,00
(IIQ)	(13451,25 - 14939,75)	(7.820,25 - 8.218,75)	(15677,50 - 26350,00)	-	-	-	(19686,00 - 26874,00)
Procedimentos cirúrgicos							
Média	13.888,00	10.807,50	16.531,33	15.813,00	9.495,00	7.846,00	24.287,11
(DP)	(3.698,17)	(2.295,98)	(5.198,90)	-	-	-	(15.688,08)
CV	26,63%	21,24%	31,45%	-	-	-	49,62%
Mediana	13.888,00	10.807,50	17.292,00	-	-	-	19766,00
(IIQ)	(12580,50 - 15195,50)	(9.995,75 - 11.619,25)	(14143,00 - 19300,00)	-	-	-	(15813,00 - 27954,00)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

ANEXO L – Estatística descritiva dos *outputs* qualitativos para as UFs

	DF	ES	MG	MT	PR	SC	SP
Total	2	2	3	1	1	1	9
Razão de mortalidade observada sobre esperada							
Média	0,505	0,770	1,117	0,420	0,750	1,160	0,438
(DP)	(0,120)	(0,042)	(0,619)	-	-	-	(0,109)
CV	23,80%	5,51%	55,45%	-	-	-	24,89%
Mediana	0,505	0,770	1,200	-	-	-	0,420
(IIQ)	(0,462 - 0,548)	(0,755 - 0,785)	(0,830 - 1,445)	-	-	-	(0,340 - 0,500)
Taxa de infecção em sítio cirúrgico pós cirurgia limpa							
Média	0,003	0,009	0,005	0,001	0,004	0,005	0,007
(DP)	(0,001)	(0,010)	(0,002)	-	-	-	(0,008)
CV	37,64%	107,77%	34,91%	-	-	-	110,28%
Mediana	0,003	0,009	0,006	-	-	-	0,004
(IIQ)	(0,002 - 0,003)	(0,006 - 0,013)	(0,004 - 0,006)	-	-	-	(0,002 - 0,006)
Taxa de incidência de ICS/CVC - UTI Adulto							
Média	2,616	3,022	5,213	4,335	3,790	4,102	1,235
(DP)	(0,527)	(0,639)	(1,962)	-	-	-	(0,526)
CV	20,16%	21,15%	37,64%	-	-	-	42,63%
Mediana	2,616	3,022	5,251	-	-	-	1,322
(IIQ)	(2,429 - 2,802)	(2,796 - 3,248)	(4,241 - 6,203)	-	-	-	(0,734 - 1,635)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

ANEXO M – Resultados para escores de eficiência e índices de desempenho para as DMUs

	DEA sem Q	DEA com Q	TOPSIS sem Q	TOPSIS com Q
H 01 – DF	0,961192	0,950230	0,609667	0,610844
H 02 – SP	0,799423	0,799304	0,596789	0,598182
H 03 – SP	0,956214	0,956189	0,624700	0,628656
H 04 – SP	0,928434	0,928320	0,400998	0,407268
H 05 – MG	0,856768	0,856998	0,595782	0,590265
H 06 – ES	0,650503	0,649930	0,595023	0,590431
H 07 – ES	0,939794	0,929191	0,611922	0,611379
H 08 – MG	0,877280	0,877089	0,607035	0,603609
H 09 – SP	0,965728	0,965804	0,632579	0,634190
H 10 – SP	0,874727	0,873808	0,593273	0,595147
H 11- DF	0,888231	0,888317	0,619367	0,619939
H 12 – SP	0,966354	0,965855	0,621821	0,623218
H 13 – MT	0,934301	0,934276	0,621785	0,621245
H 14 – SP	0,938265	0,938330	0,628233	0,626268
H 15 – PR	0,927389	0,914502	0,609410	0,608423
H 16 – MG	0,886777	0,887086	0,632398	0,627135
H 17 – SC	0,723890	0,721987	0,597991	0,595320
H 18 – SP	0,523549	0,523527	0,449640	0,443903
H 19 – SP	0,943585	0,922838	0,605157	0,607158

ANEXO N – Rotinas do *software* RStudio utilizadas para o cálculo dos índices de qualidade pelo pacote *Topsis* (TOPSIS IQ)

```
R version 3.6.1 (2019-07-05) -- "Action of the Toes"
Copyright (C) 2019 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

> library("topsis")
> setwd("C://ana//Doutorado//Projeto de Tese")
> baseQ<-read.csv("Variáveis topsis SIMR.csv",header = T,sep = ";")
> baseQ<-as.matrix(baseQ[,c(2:4)])

> resultado<-topsis(baseQ,c(1,1,1),c("-", "-", "-"))
> resultado$score
 [1] 0.8321034 0.8199633 0.9552671 0.9716780 0.5476533 0.5186650 0.7308594
 [8] 0.5907718 0.8555760 0.8368262 0.7962903 0.8469802 0.7386761 0.6993802
[15] 0.7031160 0.5686897 0.6085560 0.4336374 0.8923028

> resultado$rank
 [1] 7 8 2 1 17 18 11 15 4 6 9 5 10 13 12 16 14 19 3

> resultado
  alt.row      score rank
1         1 0.8321034    7
2         2 0.8199633    8
3         3 0.9552671    2
4         4 0.9716780    1
5         5 0.5476533   17
6         6 0.5186650   18
7         7 0.7308594   11
8         8 0.5907718   15
9         9 0.8555760    4
10        10 0.8368262    6
11        11 0.7962903    9
12        12 0.8469802    5
13        13 0.7386761   10
14        14 0.6993802   13
15        15 0.7031160   12
16        16 0.5686897   16
17        17 0.6085560   14
18        18 0.4336374   19
19        19 0.8923028    3
```

ANEXO O – Rotinas do *software* RStudio utilizadas para o cálculo dos estimadores de eficiência pelo pacote *Benchmarking* sem inclusão do índice de qualidade assistencial (DEA sem Q)

```
R version 3.6.1 (2019-07-05) -- "Action of the Toes"
Copyright (C) 2019 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

> library(Benchmarking)
> setwd("C://ana//Doutorado//Projeto de Tese")
> base<-read.csv(file="Variáveis DEA SIMR.csv",header=TRUE,sep=";",dec=".")
> input<-base[,c(2:4)]
> output<-base[,c(5:6)]

> resultados_crs<-dea(input,output,RTS="crs",ORIENTATION="out")
> resultados_crs$eff
[1] 1.000000 1.202100 1.000000 1.000000 1.128291 1.487353 1.000000 1.091352
[9] 1.006770 1.104860 1.091857 1.006068 1.000000 1.033121 1.000000 1.080325
[17] 1.322804 1.846575 1.000000

> Rankcrs<-1/resultados_crs$eff
> Rankcrs
[1] 1.0000000 0.8318772 1.0000000 1.0000000 0.8862960 0.6723352 1.0000000
[8] 0.9162945 0.9932759 0.9050919 0.9158708 0.9939685 1.0000000 0.9679405
[15] 1.0000000 0.9256475 0.7559697 0.5415431 1.0000000

> summary(resultados_crs)
Summary of efficiencies
CRS technology and output orientated efficiency
Number of firms with efficiency==1 are 7 out of 19
Mean efficiency: 1.13

  Eff range      #      %
    F ==1        7 36.8
  1< F =<1.1    6 31.6
  1.1< F =<1.2  2 10.5
  1.2< F =<1.3  1  5.3
  1.3< F =<1.4  1  5.3
  1.4< F =<1.5  1  5.3
  1.5< F =<1.6  0  0.0
  1.6< F =<1.7  0  0.0
  1.7< F =<1.8  0  0.0
  1.8< F =<1.9  1  5.3
  Min. 1st Qu. Median      Mean 3rd Qu.      Max.
  1.000  1.000  1.033  1.126  1.117  1.847

> peers(resultados_crs)
  peer1 peer2 peer3
[1,]    1    NA    NA
[2,]   15   19    NA
[3,]    3    NA    NA
[4,]    4    NA    NA
[5,]   15   19    NA
[6,]   13   15    NA
[7,]    7    NA    NA
[8,]   15    NA    NA
[9,]   15   19    NA
[10,]   3    NA    NA
[11,]   1    7   15
[12,]   1    3   13
[13,]   13   NA    NA
[14,]   1    4   13
[15,]   15   NA    NA
[16,]   7   15    NA
[17,]   15   19    NA
```

```
[18,] 1 4 7
[19,] 19 NA NA
```

```
> lambda(resultados_crs)
```

```
      L1      L3      L4      L7      L13      L15      L19
[1,] 1.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[2,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 0.000000 0.1563358 2.35423385
[3,] 0.000000 1.000000 0.0000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[4,] 0.000000 0.000000 1.0000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[5,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 0.000000 2.5050598 1.20275989
[6,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 0.1484897 1.1913413 0.000000
[7,] 0.000000 0.000000 0.0000000 1.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[8,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 0.000000 1.5531915 0.000000
[9,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 0.000000 2.0288870 0.08041588
[10,] 0.000000 0.7680000 0.0000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[11,] 0.8516456 0.000000 0.0000000 0.4227750 0.000000 0.3331017 0.000000
[12,] 0.3628165 0.1039092 0.0000000 0.000000 0.5915446 0.000000 0.000000
[13,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 1.000000 0.000000 0.000000
[14,] 0.5982082 0.000000 0.04357063 0.000000 1.2310650 0.000000 0.000000
[15,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 0.000000 1.000000 0.000000
[16,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.6171867 0.000000 1.6163573 0.000000
[17,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 0.000000 0.7939282 0.39668813
[18,] 0.8447868 0.000000 0.19478701 3.0040377 0.000000 0.000000 0.000000
[19,] 0.000000 0.000000 0.0000000 0.000000 0.000000 0.000000 1.000000
```

```
> e_crs<-dea(input,output,RTS="crs",ORIENTATION="out",SLACK=TRUE)
```

```
> e_crs$eff
```

```
[1] 1.000000 1.202100 1.000000 1.000000 1.128291 1.487353 1.000000 1.091352
[9] 1.006770 1.104860 1.091857 1.006068 1.000000 1.033121 1.000000 1.080325
[17] 1.322804 1.846575 1.000000
```

```
> e_crs$slack
```

```
[1] FALSE TRUE FALSE FALSE TRUE TRUE FALSE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE FALSE
[14] TRUE FALSE TRUE TRUE TRUE FALSE
```

```
> e_crs$sx
```

```
      sx1      sx2      sx3
[1,] 0.000000 0.000000 0.000000
[2,] 0.000000 0.000000 12.792786
[3,] 0.000000 0.000000 0.000000
[4,] 0.000000 0.000000 0.000000
[5,] 3.717203 0.000000 0.000000
[6,] 0.000000 22.979292 11.584958
[7,] 0.000000 0.000000 0.000000
[8,] 12.127660 0.000000 48.404255
[9,] 0.000000 67.002801 8.561864
[10,] 89.776000 56.632000 0.000000
[11,] 15.092619 0.000000 0.000000
[12,] 0.000000 2.026313 0.000000
[13,] 0.000000 0.000000 0.000000
[14,] 0.000000 78.508339 0.000000
[15,] 0.000000 0.000000 0.000000
[16,] 38.927649 0.000000 45.868665
[17,] 5.499356 0.000000 0.000000
[18,] 303.871769 0.000000 0.000000
[19,] 0.000000 0.000000 0.000000
```

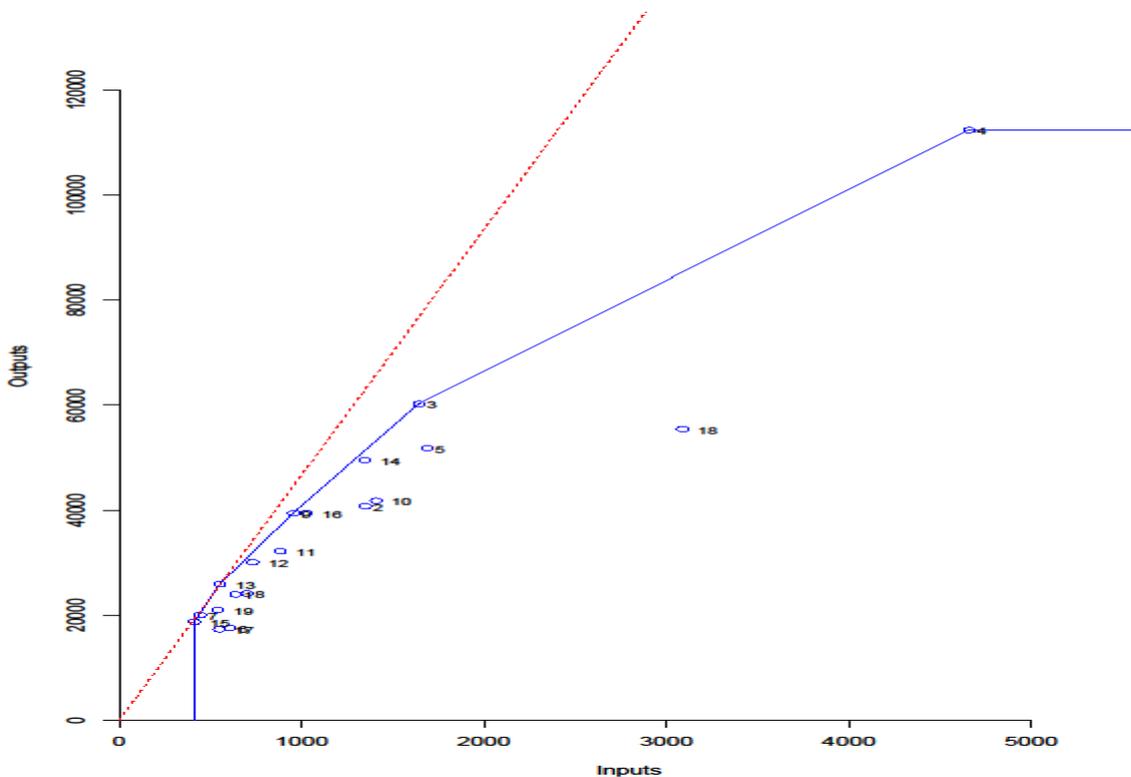
```
> e_crs$sy
```

```
      sy1      sy2
[1,] 0 0.00000
[2,] 0 3389.13737
[3,] 0 0.00000
[4,] 0 0.00000
[5,] 0 13780.54177
[6,] 0 0.00000
[7,] 0 0.00000
[8,] 0 2749.22788
[9,] 0 0.00000
[10,] 0 71.50494
[11,] 0 0.00000
[12,] 0 0.00000
[13,] 0 0.00000
```

```
[14,] 0      0.00000
[15,] 0      0.00000
[16,] 0      0.00000
[17,] 0      294.65245
[18,] 0      0.00000
[19,] 0      0.00000
```

```
> resultados_vrs<-dea(input,output,RTS="vrs",ORIENTATION="out")
> resultados_drs<-dea(input,output,RTS="drs",ORIENTATION="out")
> resultados_crs<-dea(input,output,RTS="crs",ORIENTATION="out")
> escala<-eff(resultados_crs)/eff(resultados_vrs)
> escala
[1] 1.000000 1.110700 1.000000 1.000000 1.128291 1.003456 1.000000 1.091352
[9] 1.006770 1.002133 1.043613 1.001812 1.000000 1.033121 1.000000 1.080325
[17] 1.029914 1.664046 1.000000
```

```
>
> dea.plot.frontier(input,output,RTS="vrs",txt=rownames(input),fex=0.75,xlab=
"Inputs",ylab="Outputs",col="blue")
> dea.plot.frontier(input,output,RTS="crs",add=TRUE,lty="dashed",col="red")
```



```
> e<-dea(input,output,RTS="crs",ORIENTATION="out")
> e$eff
[1] 1.000000 1.202100 1.000000 1.000000 1.128291 1.487353 1.000000 1.091352
[9] 1.006770 1.104860 1.091857 1.006068 1.000000 1.033121 1.000000 1.080325
[17] 1.322804 1.846575 1.000000
```

```
> dea.plot.frontier(input,output,xlab="Inputs",ylab="Outputs",col="blue")
```

```

> nrep<-2000
> b<-dea.boot(input,output,NREP=nrep,RTS="crs",ORIENTATION="out")

> b$eff.bc
[1] 1.040476 1.250928 1.046608 1.079213 1.166420 1.536725 1.064109 1.139915
[9] 1.034958 1.143526 1.125514 1.034510 1.070092 1.064881 1.077028 1.127306
[17] 1.380993 1.909001 1.060396

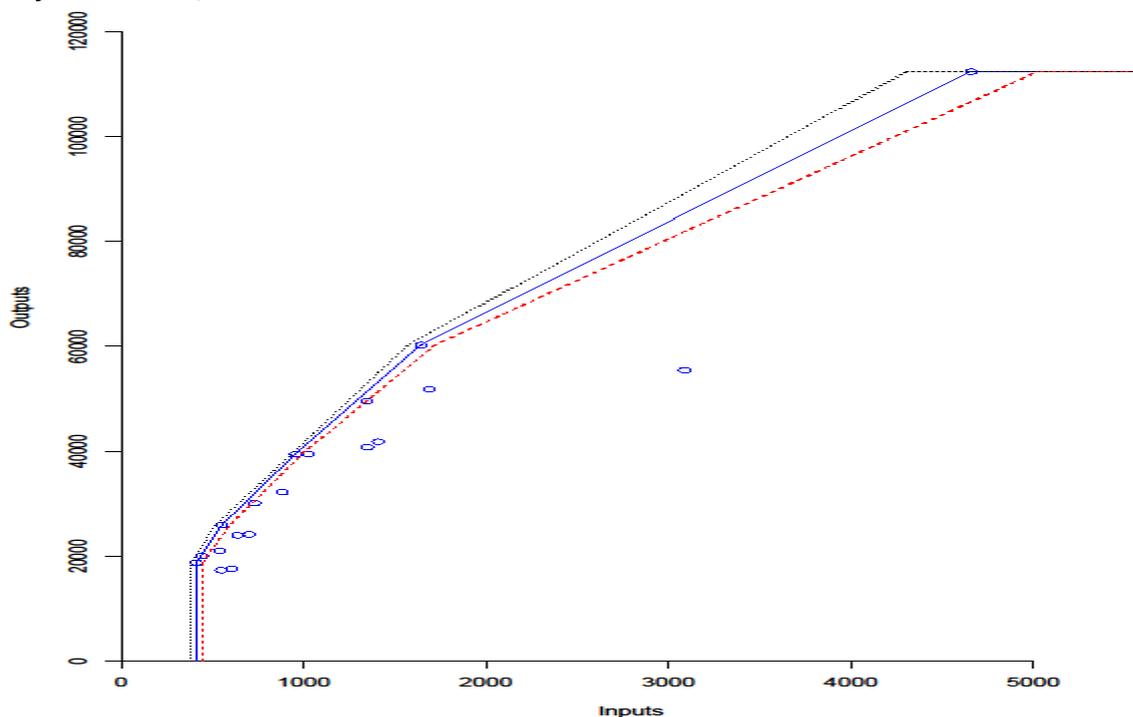
> b$bias
[1] -0.04047613 -0.04882723 -0.04660803 -0.07921264 -0.03812877 -0.04937150
[7] -0.06410900 -0.04856266 -0.02818831 -0.03866630 -0.03365742 -0.02844213
[13] -0.07009200 -0.03175995 -0.07702842 -0.04698104 -0.05818853 -0.06242571
[19] -0.06039586

> b$var
[1] 0.0004031090 0.0015635440 0.0008834413 0.0034476105 0.0006920727 0.0009621426
[7] 0.0024482861 0.0019751030 0.0003381638 0.0009207564 0.0003227563 0.0002335928
[13] 0.0030787596 0.0004387600 0.0036708196 0.0015817546 0.0017714116 0.0015836969
[19] 0.0014695181

> b$conf.int
      2.5%      97.5%
[1,] 1.002496 1.078083
[2,] 1.204333 1.341399
[3,] 1.002973 1.114214
[4,] 1.002969 1.186610
[5,] 1.131243 1.232275
[6,] 1.490959 1.607688
[7,] 1.002404 1.207014
[8,] 1.093026 1.260042
[9,] 1.008986 1.078875
[10,] 1.106524 1.222411
[11,] 1.095038 1.166174
[12,] 1.008404 1.069336
[13,] 1.002618 1.224842
[14,] 1.035165 1.115530
[15,] 1.002530 1.207583
[16,] 1.083616 1.232814
[17,] 1.325677 1.487490
[18,] 1.850769 2.003098
[19,] 1.002628 1.138536

> dea.plot.frontier(b$eff.bc*input, output, add=TRUE,
lty="dashed",col="red")
> dea.plot.frontier((b$conf.int[,1]+b$bias)*input, output, add=TRUE,
lty="dotted")

```



```

> nrep<-10000
> b<-dea.boot(input,output,NREP=nrep,RTS="crs",ORIENTATION="out")

> b$eff.bc
[1] 1.040164 1.250942 1.045997 1.077153 1.167401 1.537462 1.065005 1.139548
[9] 1.035256 1.143402 1.125895 1.034852 1.071318 1.065929 1.078878 1.128202
[17] 1.381911 1.910651 1.059807

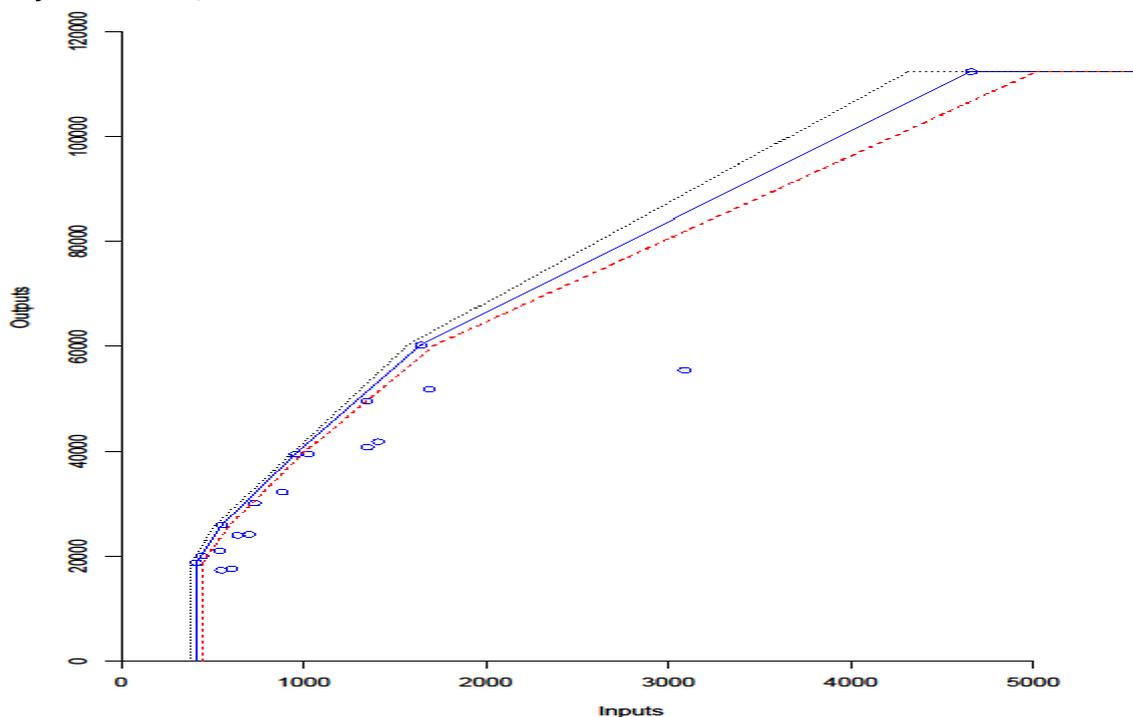
> b$bias
[1] -0.04016429 -0.04884168 -0.04599739 -0.07715292 -0.03910929 -0.05010820
[7] -0.06500536 -0.04819565 -0.02848615 -0.03854142 -0.03403759 -0.02878409
[13] -0.07131801 -0.03280731 -0.07887817 -0.04787759 -0.05910716 -0.06407612
[19] -0.05980681

> b$var
[1] 0.0003967335 0.0014777263 0.0008766820 0.0034203521 0.0007460070 0.0009862937
[7] 0.0023784821 0.0019435293 0.0003488228 0.0009255419 0.0003258165 0.0002383977
[13] 0.0030855087 0.0004499720 0.0037559074 0.0015672199 0.0018026086 0.0016182870
[19] 0.0013971076

> b$conf.int
      2.5%      97.5%
[1,] 1.002434 1.078310
[2,] 1.204571 1.337336
[3,] 1.002690 1.114092
[4,] 1.002852 1.187139
[5,] 1.131537 1.235169
[6,] 1.490616 1.608841
[7,] 1.002810 1.204389
[8,] 1.092982 1.260120
[9,] 1.008802 1.079274
[10,] 1.106383 1.222322
[11,] 1.094827 1.165763
[12,] 1.008782 1.069819
[13,] 1.002410 1.224247
[14,] 1.035773 1.119101
[15,] 1.002780 1.205785
[16,] 1.083488 1.230450
[17,] 1.326047 1.486927
[18,] 1.851352 2.007721
[19,] 1.002762 1.135294

> dea.plot.frontier(b$eff.bc*input, output, add=TRUE,
  lty="dashed",col="red")
> dea.plot.frontier((b$conf.int[,1]+b$bias)*input, output, add=TRUE,
  lty="dotted")

```



```

> nrep<-100000
> b<-dea.boot(input,output,NREP=nrep,RTS="crs",ORIENTATION="out")

> b$eff.bc
[1] 1.040310 1.250560 1.045652 1.077660 1.167235 1.537285 1.064221 1.139759
[9] 1.035446 1.143039 1.125770 1.034741 1.070541 1.065660 1.078272 1.127669
[17] 1.381479 1.910054 1.059467

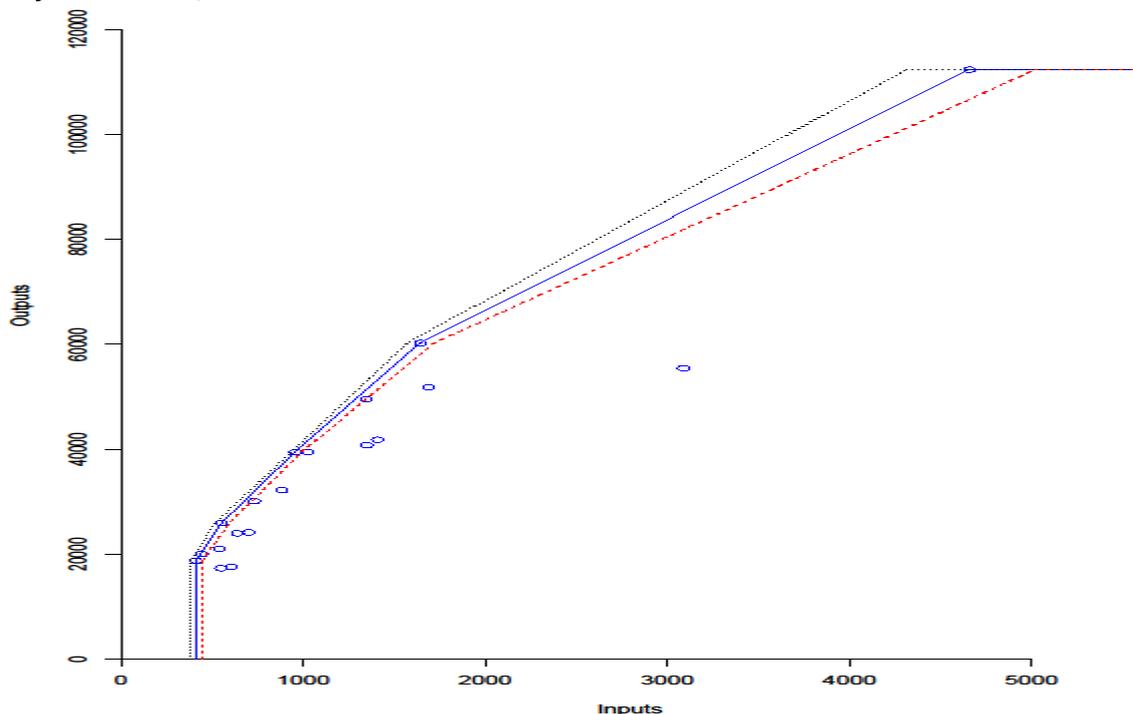
> b$bias
[1] -0.04030975 -0.04845921 -0.04565190 -0.07766012 -0.03894403 -0.04993147
[7] -0.06422050 -0.04840711 -0.02867639 -0.03817898 -0.03391280 -0.02867252
[13] -0.07054150 -0.03253892 -0.07827160 -0.04734373 -0.05867443 -0.06347928
[19] -0.05946672

> b$var
[1] 0.0003978429 0.0014449566 0.0008636256 0.0034383080 0.0007495520 0.0009935696
[7] 0.0023455143 0.0019867514 0.0003538474 0.0008952239 0.0003244913 0.0002369913
[13] 0.0030138891 0.0004313396 0.0037223330 0.0015535887 0.0017791390 0.0015736550
[19] 0.0013863836

> b$conf.int
      2.5%      97.5%
[1,] 1.002698 1.078691
[2,] 1.204462 1.337714
[3,] 1.002630 1.113022
[4,] 1.002677 1.186789
[5,] 1.131208 1.236060
[6,] 1.490955 1.610164
[7,] 1.002717 1.204562
[8,] 1.092847 1.260032
[9,] 1.008942 1.080500
[10,] 1.106328 1.218277
[11,] 1.094754 1.165374
[12,] 1.008723 1.069743
[13,] 1.002671 1.226105
[14,] 1.035927 1.117188
[15,] 1.002668 1.205041
[16,] 1.083120 1.229939
[17,] 1.326281 1.486100
[18,] 1.851380 2.004888
[19,] 1.002628 1.135173

> dea.plot.frontier(b$eff.bc*input, output, add=TRUE,
  lty="dashed",col="red")
> dea.plot.frontier((b$conf.int[,1]+b$bias)*input, output, add=TRUE,
  lty="dotted")

```



```
> Rankcrs<-1/b$eff.bc
> Rankcrs
[1] 0.9611919 0.7994225 0.9562136 0.9284336 0.8567678 0.6505025 0.9397940
[8] 0.8772799 0.9657280 0.8747272 0.8882314 0.9663539 0.9343009 0.9382649
[15] 0.9273892 0.8867770 0.7238903 0.5235492 0.9435851
```

ANEXO P – Rotinas do *software* RStudio utilizadas para o cálculo dos estimadores de eficiência pelo pacote *Benchmarking* com inclusão do índice de qualidade assistencial (DEA com Q)

```
R version 3.6.1 (2019-07-05) -- "Action of the Toes"
Copyright (C) 2019 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

> library(Benchmarking)
> setwd("C://ana//Doutorado//Projeto de Tese")
> baseQ<-read.csv(file="Variáveis DEAQ
SIMR.csv",header=TRUE,sep=";",dec=".")
> inputQ<-baseQ[,c(2:4)]
> outputQ<-baseQ[,c(5:7)]

> resultadosQ_crs<-dea(inputQ,outputQ,RTS="crs",ORIENTATION="out")
> resultadosQ_crs$eff
[1] 1.000000 1.202100 1.000000 1.000000 1.128291 1.487353 1.000000 1.091352
[9] 1.006770 1.102660 1.091857 1.005926 1.000000 1.033121 1.000000 1.080325
[17] 1.322804 1.846575 1.000000

> RankQcrs<-1/resultadosQ_crs$eff
> RankQcrs
[1] 1.0000000 0.8318772 1.0000000 1.0000000 0.8862960 0.6723352 1.0000000
[8] 0.9162945 0.9932759 0.9068976 0.9158708 0.9941086 1.0000000 0.9679405
[15] 1.0000000 0.9256475 0.7559697 0.5415431 1.0000000

> summary(resultadosQ_crs)
Summary of efficiencies
CRS technology and output orientated efficiency
Number of firms with efficiency==1 are 7 out of 19
Mean efficiency: 1.13

  Eff range      #      %
    F ==1         7 36.8
  1< F =<1.1     6 31.6
  1.1< F =<1.2   2 10.5
  1.2< F =<1.3   1  5.3
  1.3< F =<1.4   1  5.3
  1.4< F =<1.5   1  5.3
  1.5< F =<1.6   0  0.0
  1.6< F =<1.7   0  0.0
  1.7< F =<1.8   0  0.0
  1.8< F =<1.9   1  5.3
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  1.000  1.000   1.033   1.126  1.115   1.847

> peers(resultadosQ_crs)
  peer1 peer2 peer3 peer4
[1,]    1   NA   NA   NA
[2,]   15   19   NA   NA
[3,]    3   NA   NA   NA
[4,]    4   NA   NA   NA
[5,]   15   19   NA   NA
[6,]   13   15   NA   NA
[7,]    7   NA   NA   NA
[8,]   15   NA   NA   NA
[9,]   15   19   NA   NA
[10,]   3    4   19   NA
[11,]   1    7   15   NA
[12,]   1    3   13   19
[13,]   13   NA   NA   NA
[14,]   1    4   13   NA
[15,]   15   NA   NA   NA
[16,]   7    15   NA   NA
```

```
[17,] 15 19 NA NA
[18,] 1 4 7 NA
[19,] 19 NA NA NA
```

```
> lambda(resultadosQ_crs)
```

```
      L1      L3      L4      L7      L13      L15      L19
[1,] 1.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[2,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.1563358 2.35423385
[3,] 0.000000 1.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[4,] 0.000000 0.000000 1.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[5,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 2.5050598 1.20275989
[6,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.1484897 1.1913413 0.000000
[7,] 0.000000 0.000000 0.000000 1.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[8,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 1.5531915 0.000000
[9,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 2.0288870 0.08041588
[10,] 0.000000 0.63376644 0.005052533 0.000000 0.000000 0.000000 0.35011588
[11,] 0.8516456 0.000000 0.000000 0.4227750 0.000000 0.3331017 0.000000
[12,] 0.3743379 0.09441923 0.000000 0.000000 0.5888148 0.000000 0.01722831
[13,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 1.000000 0.000000 0.000000
[14,] 0.5982082 0.000000 0.043570628 0.000000 1.2310650 0.000000 0.000000
[15,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 1.000000 0.000000
[16,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.6171867 0.000000 1.6163573 0.000000
[17,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.7939282 0.39668813
[18,] 0.8447868 0.000000 0.194787014 3.0040377 0.000000 0.000000 0.000000
[19,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 1.000000
```

```
> e_crsQ<-dea(inputQ,outputQ,RTS="crs",ORIENTATION="out",SLACK=TRUE)
```

```
> e_crsQ$eff
```

```
[1] 1.000000 1.202100 1.000000 1.000000 1.128291 1.487353 1.000000 1.091352
[9] 1.006770 1.102660 1.091857 1.005926 1.000000 1.033121 1.000000 1.080325
[17] 1.322804 1.846575 1.000000
```

```
> e_crsQ$slack
```

```
[1] FALSE TRUE FALSE FALSE TRUE TRUE FALSE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE FALSE
[14] TRUE FALSE TRUE TRUE TRUE FALSE
```

```
> e_crsQ$sx
```

```
      sx1      sx2      sx3
[1,] 0.000000 0.000000 0.000000
[2,] 0.000000 0.000000 12.792786
[3,] 0.000000 0.000000 0.000000
[4,] 0.000000 0.000000 0.000000
[5,] 3.717203 0.000000 0.000000
[6,] 0.000000 22.979292 11.584958
[7,] 0.000000 0.000000 0.000000
[8,] 12.127660 0.000000 48.404255
[9,] 0.000000 67.002801 8.561864
[10,] 93.865734 60.269791 0.000000
[11,] 15.092619 0.000000 0.000000
[12,] 0.000000 2.460152 0.000000
[13,] 0.000000 0.000000 0.000000
[14,] 0.000000 78.508339 0.000000
[15,] 0.000000 0.000000 0.000000
[16,] 38.927649 0.000000 45.868665
[17,] 5.499356 0.000000 0.000000
[18,] 303.871769 0.000000 0.000000
[19,] 0.000000 0.000000 0.000000
```

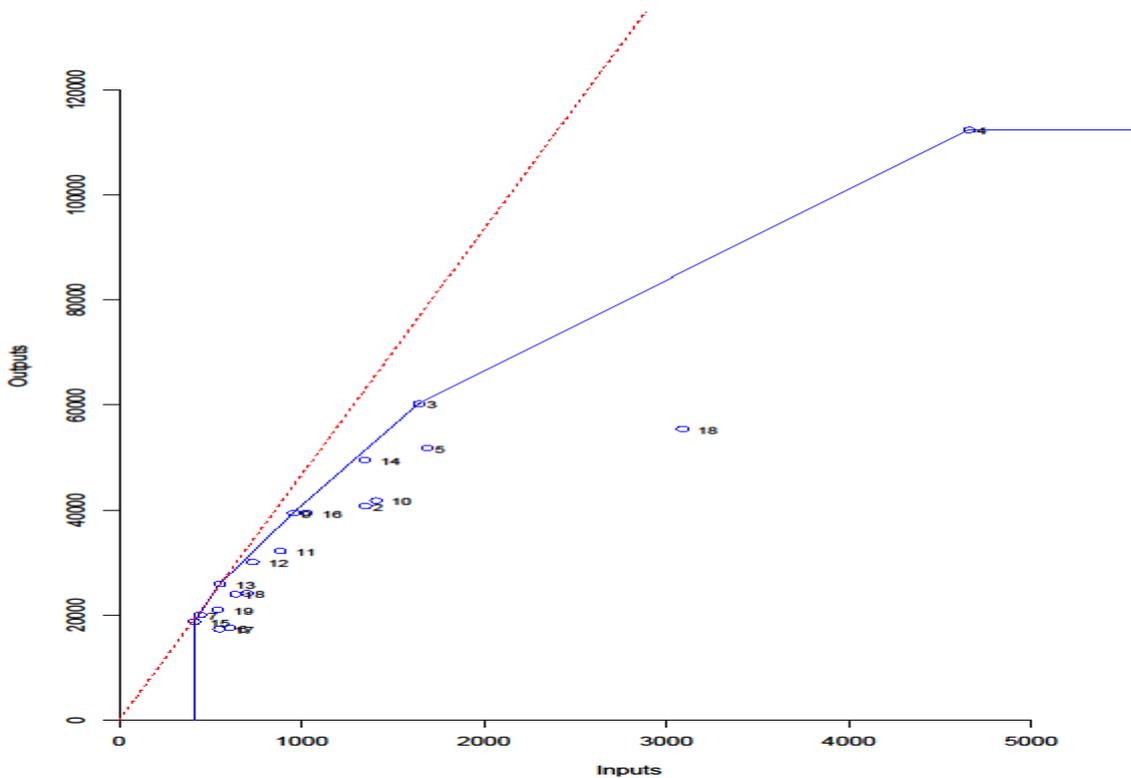
```
> e_crsQ$sy
```

```
      sy1      sy2      sy3
[1,] 0 0.0000 0.000000
[2,] 0 3389.1374 1.2249334
[3,] 0 0.0000 0.000000
[4,] 0 0.0000 0.000000
[5,] 0 13780.5418 2.2166612
[6,] 0 0.0000 0.1758988
[7,] 0 0.0000 0.000000
[8,] 0 2749.2279 0.4473337
[9,] 0 0.0000 0.6369303
[10,] 0 0.0000 0.000000
[11,] 0 0.0000 0.3824202
[12,] 0 0.0000 0.000000
```

```
[13,] 0      0.0000 0.0000000
[14,] 0      0.0000 0.7269214
[15,] 0      0.0000 0.0000000
[16,] 0      0.0000 0.9731938
[17,] 0     294.6525 0.1071891
[18,] 0      0.0000 2.2870054
[19,] 0      0.0000 0.0000000
```

```
> resultadosQ_vrs<-dea(inputQ,outputQ,RTS="vrs",ORIENTATION="out")
> resultadosQ_drs<-dea(inputQ,outputQ,RTS="drs",ORIENTATION="out")
> resultadosQ_crs<-dea(inputQ,outputQ,RTS="crs",ORIENTATION="out")
> escalaQ<-eff(resultadosQ_crs)/eff(resultadosQ_vrs)
> escalaQ
[1] 1.000000 1.144257 1.000000 1.000000 1.128291 1.005669 1.000000 1.091352
[9] 1.006770 1.000138 1.062158 1.005926 1.000000 1.033121 1.000000 1.080325
[17] 1.048684 1.664046 1.000000

>
dea.plot.frontier(inputQ,outputQ,RTS="vrs",txt=rownames(input),fex=0.75,xlab="Inputs",ylab="Outputs",col="blue")
>
dea.plot.frontier(inputQ,outputQ,RTS="crs",add=TRUE,lty="dashed",col="red")
```



```
> eq<-dea(inputQ,outputQ,RTS="crs",ORIENTATION="out")
> eq$eff
[1] 1.000000 1.202100 1.000000 1.000000 1.128291 1.487353 1.000000 1.091352
[9] 1.006770 1.102660 1.091857 1.005926 1.000000 1.033121 1.000000 1.080325
[17] 1.322804 1.846575 1.000000

> dea.plot.frontier(inputQ,outputQ,xlab="Inputs",ylab="Outputs",col="blue")
```

```

> nrep<-2000
> bq<-dea.boot(inputQ,outputQ,NREP=nrep,RTS="crs",ORIENTATION="out")

> bq$eff.bc
[1] 1.052184 1.249957 1.045647 1.080054 1.167072 1.538515 1.075437 1.140200
[9] 1.034991 1.144712 1.126024 1.035251 1.070131 1.066019 1.092258 1.127743
[17] 1.384737 1.910127 1.082174

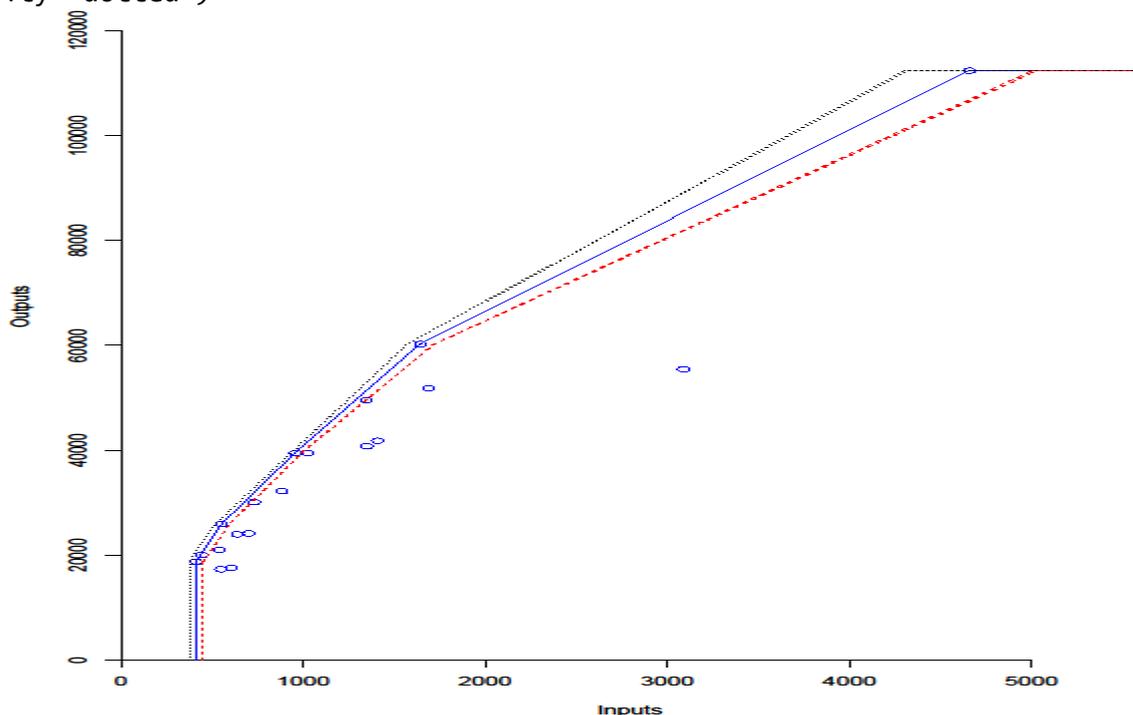
> bq$bias
[1] -0.05218389 -0.04785685 -0.04564682 -0.08005382 -0.03878030 -0.05116180
[7] -0.07543671 -0.04884800 -0.02822090 -0.04205157 -0.03416671 -0.02932480
[13] -0.07013111 -0.03289737 -0.09225835 -0.04741803 -0.06193302 -0.06355177
[19] -0.08217442

> bq$var
[1] 0.0009539803 0.0014862563 0.0008507979 0.0033811539 0.0007568051 0.0010635221
[7] 0.0034694082 0.0021472073 0.0003434285 0.0008661034 0.0003137598 0.0002615095
[13] 0.0030809996 NA 0.0080204911 0.0016139441 0.0022459687 0.0015542220
[19] 0.0046304866

> bq$conf.int
      2.5% 97.5%
[1,] 1.003336 1.117174
[2,] 1.204217 1.338212
[3,] 1.002772 1.113079
[4,] 1.003260 1.184656
[5,] 1.131212 1.236063
[6,] 1.491281 1.616017
[7,] 1.002904 1.219916
[8,] 1.092744 1.267358
[9,] 1.008384 1.079418
[10,] 1.105521 1.218857
[11,] 1.094837 1.165255
[12,] 1.008540 1.073448
[13,] 1.002727 1.229483
[14,] 1.036586 1.122661
[15,] 1.002353 1.306709
[16,] 1.083296 1.232703
[17,] 1.326068 1.504614
[18,] 1.850401 2.002997
[19,] 1.002623 1.226340

> dea.plot.frontier(bq$eff.bc*inputQ, outputQ, add=TRUE,
  lty="dashed",col="red")
> dea.plot.frontier((bq$conf.int[,1]+bq$bias)*inputQ, outputQ, add=TRUE,
  lty="dotted")

```



```

> nrep<-10000
> bq<-dea.boot(inputQ,outputQ,NREP=nrep,RTS="crs",ORIENTATION="out")

> bq$eff.bc
[1] 1.052884 1.250747 1.046124 1.076686 1.167371 1.538157 1.075778 1.140007
[9] 1.035317 1.144405 1.125965 1.035384 1.069813 1.065731 1.094261 1.127736
[17] 1.385454 1.910448 1.083241

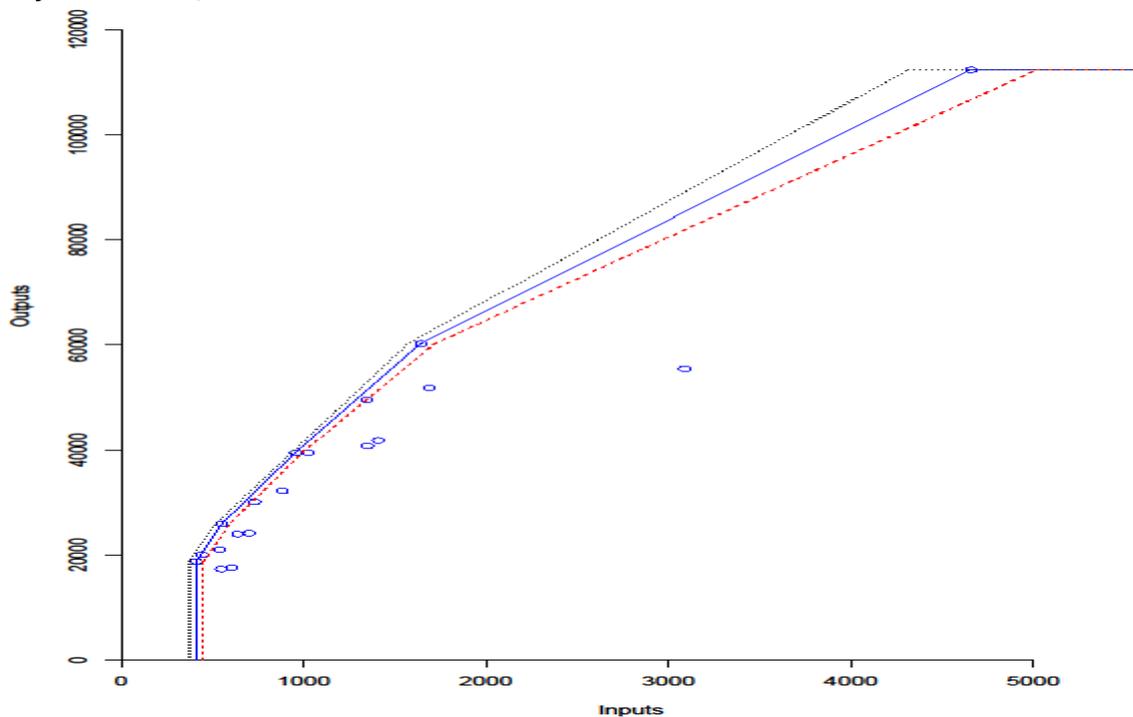
> bq$bias
[1] -0.05288377 -0.04864695 -0.04612405 -0.07668623 -0.03908016 -0.05080399
[7] -0.07577782 -0.04865527 -0.02854707 -0.04174507 -0.03410824 -0.02945787
[13] -0.06981322 -0.03260937 -0.09426088 -0.04741081 -0.06264924 -0.06387261
[19] -0.08324053

> bq$var
[1] 0.0009970624 0.0015124541 0.0008815914 0.0034164846 0.0007430168 0.0011036632
[7] 0.0035925901 0.0021220212 0.0003498797 0.0008807854 0.0003296720 0.0002591220
[13] 0.0029501304 0.0004420298 0.0081213407 0.0015824242 0.0024186401 0.0015886486
[19] 0.0049192250

> bq$conf.int
      2.5%      97.5%
[1,] 1.002656 1.117678
[2,] 1.204590 1.342342
[3,] 1.003104 1.114371
[4,] 1.002674 1.187123
[5,] 1.131164 1.234737
[6,] 1.490554 1.616388
[7,] 1.002732 1.222130
[8,] 1.092905 1.270570
[9,] 1.008807 1.079442
[10,] 1.105630 1.218902
[11,] 1.094891 1.165900
[12,] 1.008537 1.072507
[13,] 1.002482 1.221018
[14,] 1.035812 1.118251
[15,] 1.002703 1.308928
[16,] 1.083084 1.230931
[17,] 1.326289 1.516116
[18,] 1.851909 2.005910
[19,] 1.002710 1.230755

> dea.plot.frontier(bq$eff.bc*inputQ, outputQ, add=TRUE,
  lty="dashed",col="red")
> dea.plot.frontier((bq$conf.int[,1]+bq$bias)*inputQ, outputQ, add=TRUE,
  lty="dotted")

```



```

> nrep<-100000
> bq<-dea.boot(inputQ,outputQ,NREP=nrep,RTS="crs",ORIENTATION="out")

> bq$eff.bc
[1] 1.052377 1.251088 1.045819 1.077215 1.166864 1.538628 1.076205 1.140135
[9] 1.035407 1.144416 1.125725 1.035352 1.070347 1.065723 1.093492 1.127287
[17] 1.385068 1.910121 1.083614

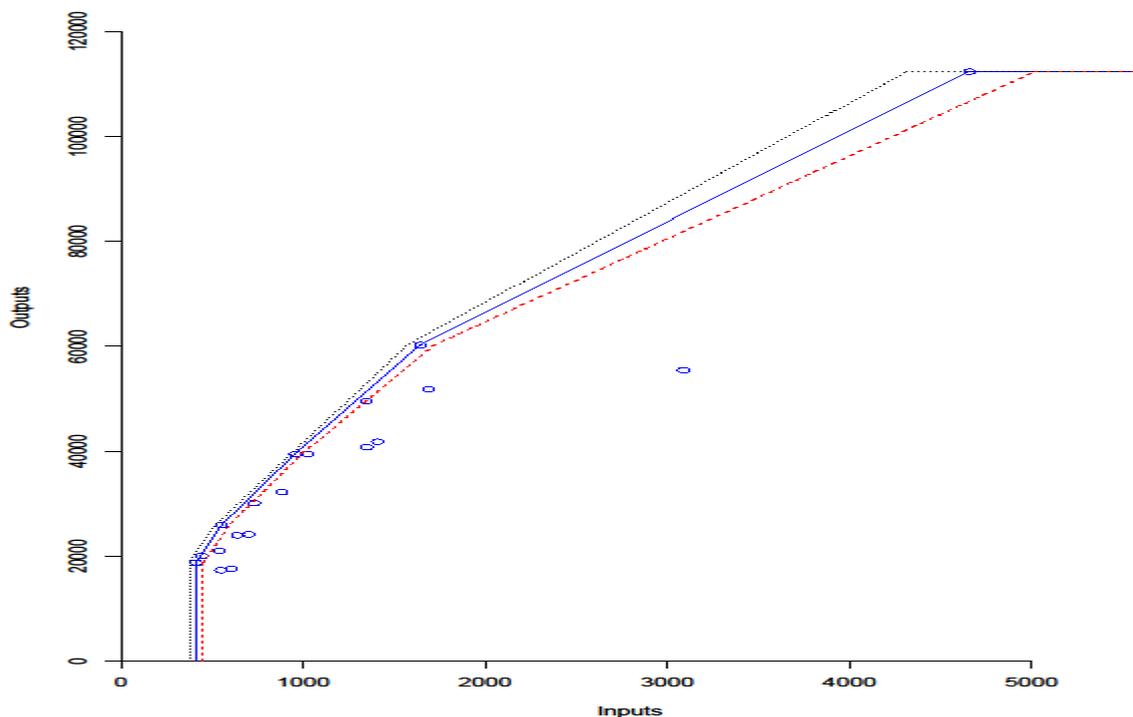
> bq$bias
[1] -0.05237658 -0.04898769 -0.04581870 -0.07721494 -0.03857324 -0.05127421
[7] -0.07620511 -0.04878297 -0.02863721 -0.04175538 -0.03386778 -0.02942595
[13] -0.07034750 -0.03260204 -0.09349179 -0.04696193 -0.06226322 -0.06354569
[19] -0.08361364

> bq$var
[1] 0.0009600311 0.0014980073 0.0008806116 0.0034056981 0.0007310715 0.0010965885
[7] 0.0036385189 0.0021458189 0.0003509261 0.0008789939 0.0003219244 0.0002585716
[13] 0.0030007024 0.0004327638 0.0081024484 0.0015057901 0.0023764280 0.0015626823
[19] 0.0048308868

> bq$conf.int
      2.5%      97.5%
[1,] 1.002692 1.115191
[2,] 1.204543 1.340238
[3,] 1.002652 1.113670
[4,] 1.002655 1.186547
[5,] 1.131145 1.235039
[6,] 1.491009 1.615145
[7,] 1.002733 1.224271
[8,] 1.092807 1.269755
[9,] 1.008863 1.079695
[10,] 1.105486 1.218706
[11,] 1.094774 1.165028
[12,] 1.008604 1.072191
[13,] 1.002639 1.224599
[14,] 1.035843 1.117792
[15,] 1.002557 1.308555
[16,] 1.083167 1.227605
[17,] 1.326148 1.515648
[18,] 1.851211 2.004706
[19,] 1.002732 1.228769

> dea.plot.frontier(bq$eff.bc*inputQ, outputQ, add=TRUE,
  lty="dashed",col="red")
> dea.plot.frontier((bq$conf.int[,1]+bq$bias)*inputQ, outputQ, add=TRUE,
  lty="dotted")

```



```
> RankQcrs<-1/bQ$eff.bc
> RankQcrs
[1] 0.9502302 0.7993042 0.9561887 0.9283198 0.8569975 0.6499299 0.9291909
[8] 0.8770890 0.9658039 0.8738084 0.8883166 0.9658548 0.9342760 0.9383298
[15] 0.9145016 0.8870857 0.7219865 0.5235271 0.9228381
```

ANEXO Q – Rotinas do *software* RStudio utilizadas para o cálculo do desempenho pelo pacote *Topsis* (TOPSIS sem Q e TOPSIS com Q)

```
R version 3.6.1 (2019-07-05) -- "Action of the Toes"
Copyright (C) 2019 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

> library("topsis")
> setwd("C:\\ana\\Doutorado\\Projeto de Tese")

> baseE<-read.csv(file="Variáveis DEA SIMR.csv",header=TRUE,sep
=";",dec=".")
> baseE<-as.matrix(baseE[,c(2:6)])

> resultado<-topsis(baseE,c(1,1,1,1,1),c("-", "-", "-", "+", "+"))
> resultado$score
[1] 0.6096672 0.5967893 0.6247002 0.4009984 0.5957821 0.5950234 0.6119220
[8] 0.6070349 0.6325785 0.5932727 0.6193664 0.6218214 0.6217847 0.6282330
[15] 0.6094103 0.6323979 0.5979910 0.4496400 0.6051566

> resultado$rank
[1] 9 14 4 19 15 16 8 11 1 17 7 5 6 3 10 2 13 18 12

> resultado
  alt.row  score rank
1      1 0.6096672   9
2      2 0.5967893  14
3      3 0.6247002   4
4      4 0.4009984  19
5      5 0.5957821  15
6      6 0.5950234  16
7      7 0.6119220   8
8      8 0.6070349  11
9      9 0.6325785   1
10     10 0.5932727  17
11     11 0.6193664   7
12     12 0.6218214
5
13     13 0.6217847   6
14     14 0.6282330   3
15     15 0.6094103  10
16     16 0.6323979   2
17     17 0.5979910  13
18     18 0.4496400  18
19     19 0.6051566  12
```

```

> baseEQ<-read.csv(file="Variáveis DEAQ SIMR.csv",header=TRUE,sep
=";",dec=".")
> baseEQ<-as.matrix(baseEQ[,c(2:7)])

> resultado<-topsis(baseEQ,c(1,1,1,1,1,1),c("-", "-", "-", "+", "+", "+"))
> resultado$score
[1] 0.6108440 0.5981815 0.6286561 0.4072676 0.5902649 0.5904308 0.6113789
[8] 0.6036086 0.6341895 0.5951473 0.6199387 0.6232179 0.6212446 0.6262677
[15] 0.6084236 0.6271352 0.5953197 0.4439029 0.6071578

> resultado$rank
[1] 9 13 2 19 17 16 8 12 1 15 7 5 6 4 10 3 14 18 11

> resultado
  alt.row  score rank
1         1 0.6108440 9
2         2 0.5981815 13
3         3 0.6286561 2
4         4 0.4072676 19
5         5 0.5902649 17
6         6 0.5904308 16
7         7 0.6113789 8
8         8 0.6036086 12
9         9 0.6341895 1
10        10 0.5951473 15
11        11 0.6199387 7
12        12 0.6232179 5
13        13 0.6212446 6
14        14 0.6262677 4
15        15 0.6084236 10
16        16 0.6271352 3
17        17 0.5953197 14
18        18 0.4439029 18
19        19 0.6071578 11

```

ANEXO R – Estatística descritiva dos índices de qualidade para as UFs

	DF	ES	MG	MT	PR	SC	SP
Total	2	2	3	1	1	1	9
Índices de Qualidade							
Média	0,814197	0,624762	0,569038	0,738676	0,703116	0,608556	0,812401
(DP)	0,025324	0,150044	0,021561	-	-	-	0,162832
CV	3,11%	24,02%	3,79%	-	-	-	20,04%
Mediana	0,814197	0,624762	0,568690	-	-	-	0,846980
(IIQ)	(0,805244 - 0,823150)	(0,571714 - 0,677811)	(0,558172 - 0,579731)	-	-	-	(0,819963 - 0,892303)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

ANEXO S – Estatística descritiva dos escores de eficiência para as UFs - sem e com inclusão do índice de qualidade assistencial

	DF	ES	MG	MT	PR	SC	SP
Total	2	2	3	1	1	1	9
Eficiência sem Qualidade							
Média	0,924712	0,795148	0,873608	0,934301	0,927389	0,723890	0,877364
(DP)	0,051591	0,204560	0,015338	-	-	-	0,143141
CV	5,58%	25,73%	1,76%	-	-	-	16,31%
Mediana	0,924712	0,795148	0,877280	-	-	-	0,938265
(IIQ)	(0,906472 - 0,942952)	(0,722825 - 0,867471)	(0,867024 - 0,882028)	-	-	-	(0,874727 - 0,956214)
Eficiência com Qualidade							
Média	0,919273	0,789560	0,873724	0,934276	0,914502	0,721987	0,874886
(DP)	0,043780	0,197467	0,015324	-	-	-	0,142082
CV	4,76%	25,01%	1,75%	-	-	-	16,24%
Mediana	0,919273	0,789560	0,877089	-	-	-	0,928320
(IIQ)	(0,903795 - 0,934752)	(0,719745 - 0,859376)	(0,867043 - 0,882087)	-	-	-	(0,873808 - 0,956189)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

ANEXO T – Estatística descritiva dos índices de desempenho para as UFs - sem e com inclusão do índice de qualidade assistencial

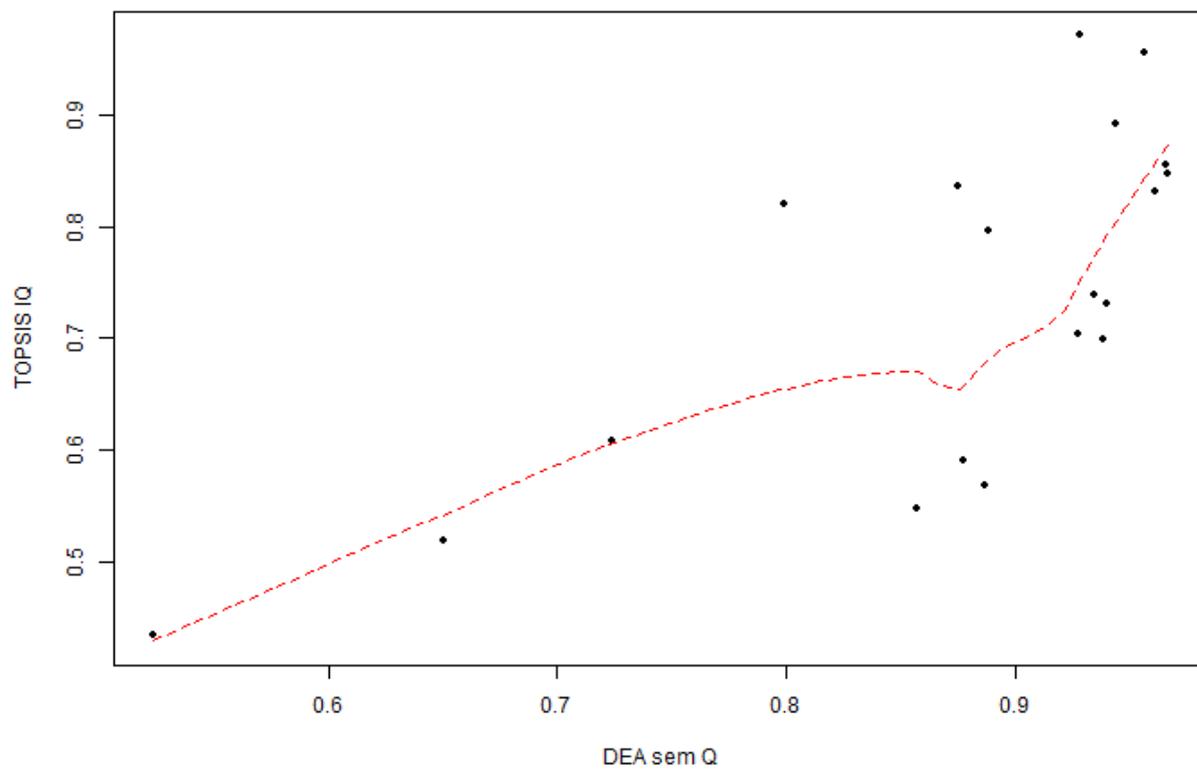
	DF	ES	MG	MT	PR	SC	SP
Total	2	2	3	1	1	1	9
Eficiência sem Qualidade							
Média	0,614517	0,603473	0,611738	0,621785	0,609410	0,597991	0,572577
(DP)	0,006858	0,011949	0,018756	-	-	-	0,085490
CV	1,12%	1,98%	3,07%	-	-	-	14,93%
Mediana	0,614517	0,603473	0,607035	-	-	-	0,605157
(IIQ)	(0,612092 - 0,616942)	(0,599248 - 0,607697)	(0,601409 - 0,619716)	-	-	-	(0,593273 - 0,624700)
Eficiência com Qualidade							
Média	0,615391	0,600905	0,607003	0,621245	0,608422	0,595320	0,573776
(DP)	0,006431	0,014813	0,018668	-	-	-	0,085601
CV	1,05%	2,47%	3,08%	-	-	-	14,92%
Mediana	0,615391	0,600905	0,603609	-	-	-	0,607158
(IIQ)	(0,613118 - 0,617665)	(0,595668 - 0,606142)	(0,596937 - 0,615372)	-	-	-	(0,595147 - 0,626268)

DP - desvio padrão; IIQ - intervalo interquartil

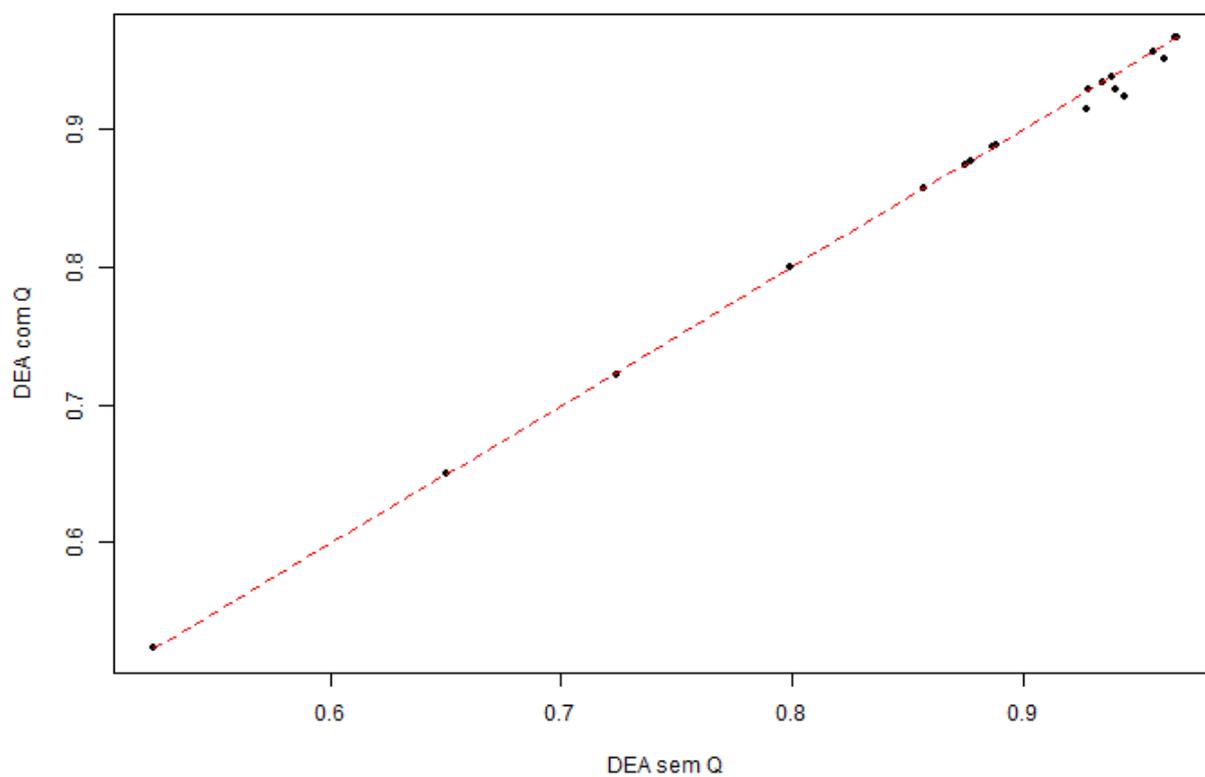
ANEXO U – Resultados para escores de eficiência para as DMUs - sem e com a inclusão da variável de qualidade assistencial - e a variação entre os mesmos - bruta e percentual

	DEA sem Q	DEA com Q	Variação	% Variação
H 01 – DF	0,961192	0,950230	-0,010962	-1,14
H 02 – SP	0,799423	0,799304	-0,000119	-0,01
H 03 – SP	0,956214	0,956189	-0,000025	0,00
H 04 – SP	0,928434	0,928320	-0,000114	-0,01
H 05 – MG	0,856768	0,856998	0,000230	0,03
H 06 – ES	0,650503	0,649930	-0,000573	-0,09
H 07 – ES	0,939794	0,929191	-0,010603	-1,13
H 08 – MG	0,877280	0,877089	-0,000191	-0,02
H 09 – SP	0,965728	0,965804	0,000076	0,01
H 10 – SP	0,874727	0,873808	-0,000919	-0,11
H 11- DF	0,888231	0,888317	0,000086	0,01
H 12 – SP	0,966354	0,965855	-0,000499	-0,05
H 13 – MT	0,934301	0,934276	-0,000025	0,00
H 14 – SP	0,938265	0,938330	0,000065	0,01
H 15 – PR	0,927389	0,914502	-0,012887	-1,39
H 16 – MG	0,886777	0,887086	0,000309	0,03
H 17 – SC	0,723890	0,721987	-0,001903	-0,26
H 18 – SP	0,523549	0,523527	-0,000022	0,00
H 19 – SP	0,943585	0,922838	-0,020747	-2,20

ANEXO V – Retas de Regressão Suavizadas



DEA sem Q vs Topsis IQ



DEA sem Q vs DEA com Q

