

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL



**Análise da Eficiência dos Hospitais Públicos Portugueses com  
Recurso à Metodologia de *Data Envelopment Analysis***

Joana Isabel da Fonseca Canilho

**Mestrado em Matemática Aplicada à Economia e Gestão**

Trabalho de projeto orientado por:  
Professora Doutora Raquel João Fonseca  
Doutor Björn Vandewalle

2019



*Aos meus pais, Ana e Domingos.*



# Agradecimentos

Não apenas esta dissertação, mas a totalidade deste mestrado foi uma escolha que envolveu um esforço e trabalho árduo, exigente e moroso. Foi por vezes necessário sacrificar momentos em família ou amigos em prol desta caminhada e, nesse sentido, queria pedir desculpa aos meus por esses momentos de ausência. Não foram só momentos de glória estes dois anos, por vezes fraquejei e achei que não seria capaz, mas tive sempre pessoas ao meu lado que me fizeram acreditar que tudo ia dar certo, que me sossegaram o coração, me transmitiram confiança, força, carinho e deram-me alento nos momentos mais desmotivantes. E isso faz com que esta caminhada não tenha, nunca, sido feita sozinha. Devo-lhes parte do meu sucesso, capacidade de resiliência e inspiração, por isso queria agradecer,

Aos meus pais que são os meus amores e que serão sempre o meu lugar, serão sempre a minha casa e a quem devo quem sou. Por me terem dado asas para voar, por terem sempre confiado nas minhas escolhas e por festejarem comigo as minhas vitórias.

Ao meu João, que me desafiou a sair da minha zona de conforto, que me mostrou que não era tarde demais para recomeçar, que me mostrou que não temos de nos manter amarrados a uma profissão que não nos faz feliz, que não somos do tamanho da nossa altura, mas da dos nossos sonhos. A ele que sempre me ajudou e amparou com uma paciência, amor e carinho de louvar.

À minha turma de mestrado, pela franca capacidade de entre-ajuda, companheirismo e partilha de conhecimento que revelaram. Queria agradecer especialmente à Catarina Queiroz por todas as horas de estudo em conjunto, por toda a amizade e cumplicidade que criámos e por me incentivar a querer saber sempre mais. Queria agradecer também à Cátia Bastos que é uma pessoa incrível e que foi um grande suporte emocional. Ela é daquelas pessoas que nos prova que há destinos que não se cruzam ocasionalmente.

Aos professores de mestrado, em especial à minha orientadora, professora Raquel João Fonseca, por ser sempre tão disponível, dedicada e paciente. Por todo o apoio, conselhos, ideias e sugestões que permitem a valorização deste trabalho.

A toda a equipa Exigo, em destaque, ao meu orientador, Björn Vandewalle, pelo excelente suporte técnico durante a execução deste trabalho, pelo rigor e exigência, por ser alguém atento aos pormenores e cujo olho de falcão não deixa escapar nada. À Valeska Andreozzi, que me deu a oportunidade de provar que sou capaz de chegar ao cume da montanha, por me mostrar que a minha mudança de carreira valeu mais a pena do que eu alguma vez julguei, por toda a paciência com as minhas limitações e por todas as celebrações das pequenas conquistas. À Sofia Azevedo, que ouviu sempre as minhas inseguranças e que nunca duvidou do meu valor, que me abraçou sempre nas horas certas e com quem

sei que sempre poderei contar. À Susana Monteiro, pela sua energia e positividade, por fazer dos meus dias mais divertidos e pela amizade e companheirismo que desenvolvemos tão rapidamente. À Rita Alves, por profissionalmente ser um exemplo a seguir, por ter uma capacidade incrível de descomplicar a matemática e por ter sempre uma palavra amiga nos momentos em que o cansaço prevalece.

Aos meus amigos, em especial à Andreia Pereira, que tem uma força arrebatadora, por todo o carinho, por tantas horas de gargalhada, por poucas mas algumas horas de partilha de momentos mais difíceis e por tudo aquilo que ainda vamos viver juntas. À Cláudia Ramos e ao Miguel Fernandes por todas as conversas durante os nossos convívios, por descomplicarem, por me desafiarem a arriscar e por me mostrarem sempre o lado bom de todas as coisas, são os maiores. À Maria Nabais e à Filipa Patuleia que são as amigas de sempre e para sempre, que acompanharam todas as fases da minha vida, que me mostraram que a distância e o tempo não abala o que construímos desde miúdas.

Por fim, ao João Narciso, que foi quem semeou em mim o fascínio pela matemática e que me incentivou a trazê-la comigo na caminhada da vida.

Setembro de 2019  
Joana Canilho

# Resumo

Nos últimos anos, tem-se vindo a registar um aumento dos gastos em saúde no setor público. Deve ainda ter-se em consideração que cerca de metade dos gastos em saúde são absorvidos pelos hospitais e, por esse motivo, estes são o alvo privilegiado à introdução de reformas que visam o aumento da eficiência dos serviços no setor. Nesse sentido, este trabalho pretende, como objetivo global, avaliar a eficiência dos hospitais públicos portugueses, com recurso à metodologia de *Data Envelopment Analysis* (DEA), uma técnica de *benchmarking* frequentemente usada para determinar a eficiência de sistemas produtivos. A técnica de DEA é um método de programação matemática que recorre ao ajustamento linear por pontos da superfície de dados para traçar uma fronteira de eficiência não-paramétrica, recorrendo a uma análise das combinações ótimas entre *inputs* e *outputs*. Por neste trabalho se ter assumido uma orientação à maximização de *outputs*, a eficiência foi calculada como o quociente entre a soma ponderada de *inputs* e a soma ponderada de *outputs*. Foram avaliadas, entre 2015 e 2018, um total de 39 entidades hospitalares pertencentes ao Serviço Nacional de Saúde localizadas em Portugal Continental. Foi estabelecido um modelo geral que incluiu 35 unidades e modelos com subgrupos da amostra total, cuja desagregação teve por base as várias regiões de Portugal Continental e o tipo de organização onde se enquadram. Os resultados revelaram que a eficiência média foi estável ao longo de todo o período estudado, assumindo um valor de 91%. Importa destacar seis unidades hospitalares que revelaram, durante todo o período, uma eficiência global: o Centro Hospitalar de Leiria, o Centro Hospitalar Universitário de São João (CHUSJ), o Centro Hospitalar Tâmega e Sousa (CHTS), o Centro Hospitalar Universitário do Porto, o Hospital Santa Maria Maior e a Unidade Local de Saúde Litoral Alentejano. A unidade que foi considerada de referência em termos de desempenho foi o CHTS e na segunda posição o CHUSJ. Por outro lado, as unidades que parecem ter um funcionamento mais ineficiente são a Unidade Local de Saúde de Castelo-Branco e a Unidade Local de Saúde da Guarda.

**Palavras-Chave:** Eficiência, *Data Envelopment Analysis*, *Benchmarking*, Hospitais Públicos.



# Abstract

The amount spent on public health had increased during the last years. Additionally, it should be considered that nearly half of health spending is absorbed by hospitals. Therefore, these are the priority units for the introduction of political and management reforms to increase the efficiency of services. In this context, this study has the aim to evaluate the portuguese hospitals efficiency, using Data Envelopment Analysis (DEA), a benchmarking method. DEA is a non-parametric technique commonly used to quantify efficiency of production services. The efficiency estimation is based on an efficient frontier which is built by the linear combination of the existing sample hospitals. The models were performed using an “output orientation”. According to this assumption, the score efficiency is defined as the ratio of the weighted sum of inputs to the weighted sum of outputs. The study examined the efficiency, over the four-year period (2015-2018), of a sample composed by 39 Portuguese National Health hospitals. An extended model was constructed including 35 hospitals. The sample subgroup models were based on country geographic regions and type of organization. The study found that mean efficiency was stable over the entire study period, assuming a value of 91%. During the analysed period, six hospital units have shown a global efficiency: Centro Hospitalar de Leiria, Centro Hospitalar Universitário de São João (CHUSJ), Centro Hospitalar Tâmega e Sousa (CHTS), Centro Hospitalar Universitário do Porto, Hospital Santa Maria Maior and Unidade Local de Saúde Litoral Alentejano. The most efficient unit was CHTS followed by CHUSJ. The less efficient units are Unidade Local de Saúde de Castelo-Branco and Unidade Local de Saúde da Guarda.

**Keywords:** Efficiency, Data Envelopment Analysis, Benchmarking, Public Hospitals.



# Índice

<b>Lista de Figuras</b>	<b>xiii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xv</b>
<b>Lista de Acrónimos</b>	<b>xvi</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 O Sistema Nacional de Saúde em Portugal</b>	<b>5</b>
2.1 Entidades Hospitalares Públicas Portuguesas . . . . .	6
2.2 Modelos de Gestão no SNS . . . . .	7
2.3 Tipo de Organização . . . . .	7
<b>3 Revisão da Literatura</b>	<b>9</b>
3.1 Definição de Eficiência . . . . .	9
3.2 Técnicas de Medição de Eficiência em Serviços de Saúde . . . . .	12
3.2.1 Comparação entre as técnicas de DEA e SFA . . . . .	14
3.3 Estudos de eficiência hospitalar baseados na metodologia de DEA . . . . .	16
3.3.1 Desempenho dos Hospitais no Mundo . . . . .	17
3.3.2 Desempenho dos Hospitais Públicos em Portugal . . . . .	20
3.4 TOP 5 - A Excelência dos Hospitais Portugueses . . . . .	23
<b>4 Metodologia</b>	<b>25</b>
4.1 O Método de DEA . . . . .	25
4.2 Retornos à Escala . . . . .	26
4.3 Orientação do Modelo . . . . .	27
4.3.1 O Modelo CCR . . . . .	28
4.3.2 O Modelo BCC . . . . .	33
4.3.3 Modelo CCR <i>versus</i> Modelo BCC . . . . .	36
4.4 Restrições aos Pesos . . . . .	36
4.5 Qualidade do Modelo . . . . .	37
4.5.1 Ajustar a Fatores Ambientais . . . . .	37
4.5.2 Comparabilidade entre as DMU consideradas . . . . .	38
4.5.3 Ruído Aleatório e Medidas de Erro . . . . .	38
4.5.4 Pequenas Amostras e Observações <i>Outlier</i> . . . . .	38
4.5.5 Inclusão / Exclusão de Variáveis . . . . .	38
4.5.6 Análise de Sensibilidade . . . . .	39

## ÍNDICE

<b>5</b>	<b>Caso de Estudo</b>	<b>41</b>
5.1	Fonte de Informação . . . . .	41
5.2	Definição da Amostra e Período de análise . . . . .	41
5.3	Definição das variáveis a incluir no Modelo . . . . .	43
5.3.1	Variáveis <i>Input</i> . . . . .	44
5.3.1.1	Número de Trabalhadores . . . . .	44
5.3.1.2	Número de Camas . . . . .	44
5.3.1.3	Financiamento . . . . .	45
5.3.2	Variáveis <i>Output</i> . . . . .	45
5.3.2.1	Consultas Externas . . . . .	47
5.3.2.2	Duração do Internamento . . . . .	47
5.3.2.3	Número de Cirurgias Realizadas . . . . .	47
5.3.2.4	Número de Episódios de Urgência . . . . .	48
5.3.2.5	Número de Doentes Saídos . . . . .	48
5.3.3	Outras considerações . . . . .	49
<b>6</b>	<b>Apresentação e Discussão de Resultados</b>	<b>51</b>
6.1	Estatística Descritiva das Variáveis . . . . .	51
6.1.1	Variáveis <i>Input</i> . . . . .	51
6.1.2	Variáveis <i>Output</i> . . . . .	54
6.2	Construção do Modelo I . . . . .	57
6.3	Resultados do Modelo I . . . . .	61
6.4	Análise de Sensibilidade ao Modelo I . . . . .	66
6.5	Análise de Resultados dos Subgrupos Regionais . . . . .	68
6.5.1	Modelo R1 - Região do Norte . . . . .	69
6.5.2	Modelo R2 - Região do Centro . . . . .	70
6.5.3	Modelo R3 - Região de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo . . . . .	71
6.5.4	Regiões do Alentejo e Algarve . . . . .	72
6.6	Análise de Resultados dos Subgrupos de Tipo de Organização . . . . .	72
6.6.1	Modelo T1 - Centros Hospitalares . . . . .	72
6.6.2	Modelo T2 - Centros Hospitalares Universitários . . . . .	73
6.6.3	Modelo T3 - Hospitais Singulares . . . . .	74
6.6.4	Modelo T4 - Unidades Locais de Saúde . . . . .	75
<b>7</b>	<b>Conclusão</b>	<b>77</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>81</b>
	<b>Apêndices</b>	<b>89</b>
	Apêndice A. . . . .	91
	Apêndice B. . . . .	93
	Apêndice C. . . . .	97
	Apêndice D. . . . .	107

# Lista de Figuras

3.1	As várias componentes da eficiência . . . . .	10
3.2	Grupos de hospitais definidos em função do financiamento e instituições que os compõem (fonte: ACSS (2018)) . . . . .	23
4.1	Representação da fronteira de eficiência de retornos constantes à escala . . . . .	29
4.2	Representação das fronteiras de eficiência de retornos constantes e variáveis à escala . . . . .	35
6.1	Número médio de profissionais de saúde por entidade hospitalar nos anos em análise . . . . .	53
6.2	Financiamento total concedido às unidades hospitalares em análise por via de Contratos-Programa no período em estudo . . . . .	54
6.3	Evolução da eficiência BCC no modelo I . . . . .	62
6.4	Evolução da eficiência BCC no modelo R1 . . . . .	69
6.5	Evolução da eficiência BCC no modelo R2 . . . . .	70
6.6	Evolução da eficiência BCC no modelo R3 . . . . .	71
6.7	Evolução da eficiência BCC no modelo T1 . . . . .	73
6.8	Evolução da eficiência BCC no modelo T2 . . . . .	74
6.9	Evolução da eficiência BCC no modelo T3 . . . . .	74
6.10	Evolução da eficiência BCC no modelo T4 . . . . .	76



# Lista de Tabelas

4.1	Exemplo explicativo dos vários tipos de retornos de escala . . . . .	34
5.1	Amostra usada em análise . . . . .	43
5.2	Variáveis usadas na análise . . . . .	49
6.1	Estatística descritiva das variáveis <i>input</i> . . . . .	52
6.2	Estatística descritiva das variáveis <i>output</i> . . . . .	55
6.3	Dados para construção da região de confiança do lado dos <i>inputs</i> cuja variável de referência é o salário/número de médicos . . . . .	60
6.4	Dados para construção da região de confiança do lado dos <i>outputs</i> cuja variável de referência é o número de doentes saídos . . . . .	60
6.5	Restrições aos pesos aplicadas no modelo I . . . . .	61
6.6	Variáveis usadas no modelo I . . . . .	61
6.7	As melhores 10 unidades do modelo I . . . . .	63
6.8	Valores $\lambda$ da unidade Centro Hospitalar Barreiro Montijo (CHBM) no ano de 2015 e número de consultas externas associados a essa unidade e aos seus <i>peers</i> . . . . .	65
6.9	Melhoria potencial das unidades ineficientes segundo o modelo I . . . . .	65
6.10	Média da eficiência BCC, desvio padrão e eficiência BCC mínima nos 4 anos de análise, por região de saúde . . . . .	68
6.11	Média da eficiência BCC, desvio padrão e eficiência BCC mínima nos 4 anos de análise, por tipo de organização . . . . .	72
1	Entidades hospitalares públicas portuguesas, hospitais que as compõem e respetivo modelo de gestão . . . . .	91
2	Resultados de eficiência do primeiro modelo DEA . . . . .	93
3	Resultados de eficiência do segundo modelo DEA . . . . .	94
4	Resultados de eficiência do terceiro modelo DEA . . . . .	95
5	Resultados de eficiência do quarto modelo DEA . . . . .	96
6	Resultados de eficiência do modelo I . . . . .	97
7	Resultados de eficiência do cenário 1 . . . . .	98
8	Resultados de eficiência do cenário 2 . . . . .	99
9	Resultados de eficiência do cenário 3 . . . . .	100
10	Resultados de eficiência do cenário 4 . . . . .	101
11	Resultados de eficiência do cenário 5 . . . . .	102
12	Resultados de eficiência do cenário 6 . . . . .	103
13	Resultados de eficiência do cenário 7 . . . . .	104

14	Resultados de eficiência do modelo R1 . . . . .	104
15	Resultados de eficiência do modelo R2 . . . . .	105
16	Resultados de eficiência do modelo R3 . . . . .	105
17	Resultados de eficiência do modelo T1 . . . . .	105
18	Resultados de eficiência do modelo T2 . . . . .	106
19	Resultados de eficiência do modelo T3 . . . . .	106
20	Resultados de eficiência do modelo que apenas avalia as entidades hospitalares do tipo ULS, considerando as variáveis usadas nos restantes modelos de subgrupos . . . . .	106
21	Resultados de eficiência do modelo T4 . . . . .	107
22	Melhoria potencial na Região de Saúde do Norte . . . . .	107
23	Melhoria potencial na Região de Saúde do Centro . . . . .	107
24	Melhoria potencial na Região de Saúde LVT . . . . .	107
25	Melhoria potencial nas entidades hospitalares do tipo CH . . . . .	108
26	Melhoria potencial nas entidades hospitalares do tipo CHU . . . . .	108
27	Melhoria potencial nas entidades hospitalares do tipo singular . . . . .	108
28	Melhoria potencial nas entidades hospitalares do tipo ULS . . . . .	108

# Lista de Acrónimos

ACSS	Administração Central do Sistema de Saúde
AO	Assistentes Operacionais
ARS	Administração Regional de Saúde
BCC	retornos variáveis à escala
CCR	retornos constantes à escala
CH	Centro Hospitalar
CHBM	Centro Hospitalar Barreiro Montijo
CHBV	Centro Hospitalar do Baixo Vouga
CHEDV	Centro Hospitalar de Entre Douro e Vouga
CHL	Centro Hospitalar de Leiria
CHLO	Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental
CHMA	Centro Hospitalar do Médio Ave
CHMT	Centro Hospitalar Médio Tejo
CHPVVC	Centro Hospitalar Póvoa de Varzim-Vila do Conde
CHS	Centro Hospitalar de Setúbal
CHTMAD	Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro
CHTS	Centro Hospitalar Tâmega e Sousa
CHTV	Centro Hospitalar Tondela Viseu
CHU	Centro Hospitalar Universitário
CHUA	Centro Hospitalar Universitário do Algarve
CHUC	Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra
CHUCB	Centro Hospitalar Universitário Cova da Beira
CHULC	Centro Hospitalar Universitário Lisboa Central
CHULN	Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Norte
CHUP	Centro Hospitalar Universitário do Porto
CHUSJ	Centro Hospitalar Universitário de São João
CHVNGE	Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia-Espinho
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DMU	<i>Decision Making Units</i>
EPE	Entidade Pública Empresarial
GDH	Grupo de Diagnóstico Homogéneo
HDFE	Hospital Distrital Figueira da Foz
HDS	Hospital Distrital de Santarém
HESE	Hospital Espírito Santo-Évora

HGO	Hospital Garcia de Orta
HML	Hospital Magalhães Lemos
HPDF	Hospital Professor Doutor Fernando Fonseca
HSMM	Hospital Santa Maria Maior
HSOG	Hospital da Senhora da Oliveira Guimarães
ICM	índice de <i>case-mix</i>
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPOC	Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil
IPOL	Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil
IPOP	Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil
LVT	Lisboa e Vale do Tejo
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMS	Organização Mundial da Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
PORDATA	Base de Dados Portugal Contemporâneo
PPP	Parceria Público Privada
RCE	Retornos Constantes à Escala
RVE	Retornos Variáveis à Escala
SA	Sociedade Anónima
SFA	<i>Stochastic Frontier Analysis</i>
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SPA	Setor Público Administrativo
TSDT	Técnicos Superiores de Diagnóstico e Terapêutica
TVMA	Taxa de Variação Média Anual
UE15	União Europeia a 15 países
ULS	Unidade Local de Saúde
ULSAM	Unidade Local de Saúde do Alto Minho
ULSBA	Unidade Local de Saúde Baixo Alentejo
ULSCB	Unidade Local de Saúde de Castelo Branco
ULSG	Unidade Local de Saúde da Guarda
ULSLA	Unidade Local de Saúde do Litoral Alentejano
ULSM	Unidade Local de Saúde de Matosinhos
ULSN	Unidade Local de Saúde do Nordeste
ULSNA	Unidade Local de Saúde do Norte Alentejano
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i>

# Capítulo 1

## Introdução

Nos últimos anos, e de acordo com os dados disponibilizados no sítio eletrónico do Instituto Nacional de Estatística (INE) e da Base de Dados Portugal Contemporâneo (PORDATA), tem-se vindo a registar uma crescente alocação de recursos à saúde em países pertencentes à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), alocação essa que não acompanha o aumento percentual do Produto Interno Bruto (PIB). Desde a criação do Serviço Nacional de Saúde (SNS) que Portugal tem vindo a incorrer num aumento de gastos em saúde superior à média da OCDE e da União Europeia a 15 países (UE15)<sup>1</sup>. Em 1979, ano da criação do SNS, o valor percentual da despesa total em saúde no PIB era de 4,5%. Mais tarde, 30 anos decorridos, esse indicador apresentou o seu valor máximo de 9,9%. A partir desse ano, esse valor tem vindo a baixar revelando, a partir de 2014 e até à atualidade, alguma estabilidade em torno de 9%. No total de gastos em saúde podem incluir-se os gastos públicos e os gastos privados. Antes da criação do SNS, a percentagem dos gastos públicos em saúde no PIB assumia praticamente o valor residual de 0,2%, e logo um ano após a sua criação este indicador subiu para 2,8%. Ao longo dos últimos 18 anos, a percentagem dos gastos públicos em saúde no PIB tem sido variável, tendo em 2012 atingido o seu máximo histórico de 6,2%. Desde essa altura, e até à atualidade, esse valor tem vindo a decrescer gradualmente, tendo atingido os 4,4% no ano de 2018 (PORDATA, 2019). Estes valores levantam questões associadas à eficiência do sistema de gestão e têm despoletado a realização de inúmeros estudos, quer com o objetivo de compreender o fenómeno do aumento sucessivo dos gastos, quer com a intenção de aumentar a eficiência dos serviços de saúde.

O aumento da despesa em saúde tem, na sua origem, várias razões. Do lado da procura por cuidados de saúde, pode destacar-se, primeiramente, a evolução positiva da esperança média de vida à nascença dos portugueses e a quebra na taxa de mortalidade em todas as faixas etárias (PORDATA, 2019); pode também associar-se o aumento da esperança média de vida (que cresceu de 76,3 no ano 2000 para 81,6 em 2017 (PORDATA, 2019)) que resulta num consumo acrescido de recursos de saúde por parte de pessoas mais idosas; pode, adicionalmente, destacar-se o alargamento do acesso e da cobertura dos diferentes seguros e sistemas nacionais de saúde; tem vindo a ser estudada a existência, ainda que de modo indireto, de uma correlação entre o aumento do rendimento e a maior exigência e consumo de serviços de saúde (Simões, 2004); importa ainda referir que a inesperada procura que possa ocorrer nem sempre permite uma estimativa dos custos posteriormente incorridos. O sistemático sub-financiamento das instituições hospitalares também não permite ao gestor fazer uso das melhores decisões em saúde.

---

<sup>1</sup>A Europa dos 15 é a expressão que era utilizada na altura em que a União Europeia só tinha quinze membros (Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Países Baixos, Portugal, Reino Unido e Suécia).

## 1. INTRODUÇÃO

Do lado da oferta de cuidados de saúde pode destacar-se o aumento da complexidade tecnológica das ferramentas de diagnóstico e tratamento disponíveis, que acarreta elevados custos (Zucchi et al., 1998); é ainda de referir o facto de a indústria farmacêutica ter mais e melhores capacidades de resposta face às necessidades da população (Zucchi et al., 1998), o que contribui para o aumento da despesa pública em saúde; por fim, é também evidente o melhoramento da formação dos profissionais de saúde, o que conduz a um aumento dos custos remuneratórios.

Embora a saúde seja um dos pilares fundamentais de uma nação desenvolvida, uma maior despesa pública alocada a esse setor implica uma diminuição da verba disponível para outros setores públicos, tal como o investimento em investigação, educação, infraestruturas, defesa e outras áreas, também elas essenciais.

Segundo o relatório da OCDE (2017), um grande número de pessoas recorre ao serviço de urgência dos hospitais quando na realidade não precisam, isto é, com problemas não urgentes. Esta fatia representa entre 12% e 56% das urgências hospitalares e poderiam ser evitadas caso existisse uma melhor gestão dos utentes nos cuidados de saúde primários. Segundo a mesma fonte, um em cada três bebés nasce de cesariana quando as taxas deste tipo de intervenção não deveriam ser superiores a 15%. O mesmo relatório menciona também que mais de 10% da despesa hospitalar corresponde a gastos a corrigir erros médicos evitáveis ou infeções que são adquiridas nos hospitais e acrescenta ainda que a fraude e o erro custam em média 6% dos gastos em saúde. É facilmente percecionado que, além destas situações serem onerosas, prejudicam o atendimento dos casos mais graves. De um modo geral, compreende-se ainda que a qualidade dos cuidados de saúde seja prejudicada devido ao aumento dos tempos de espera e atraso nos diagnósticos e tratamentos.

O aumento dos custos em saúde, a noção de desperdício e o envelhecimento da população (que exige um consumo de recursos de saúde acrescido), têm exercido pressão no sentido da contenção de custos, tendo em vista a sustentabilidade dos sistemas de saúde a longo prazo. Desta forma, têm vindo a surgir diversos estudos relativos à temática da eficiência dos serviços de saúde.

Importa referir que quase metade dos gastos públicos em saúde (42,6% em 2017) são absorvidos pelos hospitais, sendo a maioria (31,2% em 2017) em hospitais públicos (11,4% em 2017 em hospitais privados) (INE, 2019). Por esse motivo, estes são o alvo privilegiado à introdução de reformas que visam o aumento da eficiência dos serviços no setor. Nesse sentido, têm-se vindo a desenvolver técnicas que pretendam apurar o nível de eficiência dos hospitais.

A Economia da Saúde é a aplicação da análise económica ao setor da saúde. Devido ao modo como cada uma considera a assistência à saúde, a economia e a saúde nem sempre se regem pelos mesmos princípios e, como tal, facilmente entram em conflito.

Tradicionalmente, as profissões de saúde concentram-se na ética individualista, segundo a qual a saúde não tem preço e uma vida salva justifica qualquer esforço. Por sua vez, a economia rege-se maioritariamente pelo princípio da escassez e pela otimização de recursos, fixando-se na ética do bem comum ou ética do social. Deste modo, é fácil compreender o fraco entendimento que estas duas áreas possam ter.

A Economia da Saúde surge assim como área de estudo que pretende analisar quanto é que um país deve gastar com a saúde da população, como devem ser financiados os gastos em saúde, qual a melhor combinação entre recursos humanos e tecnologia para produzir o melhor serviço e quais as necessidades atuais da população.

Este trabalho pretende, como objetivo global, avaliar a eficiência dos hospitais públicos portugueses, recorrendo à metodologia de *Data Envelopment Analysis* (DEA), e assim identificar os hospitais públicos que são mais e menos eficientes, bem como as possíveis razões que o motivem. Vários trabalhos já foram desenvolvidos com o mesmo propósito em contexto nacional e internacional, pelo que será também pertinente comparar estes resultados com os desses trabalhos. A amostra é composta por um total de 39 instituições hospitalares do SNS e o período em análise está compreendido entre 2015 e 2018.

Relativamente à sua estrutura, o primeiro capítulo deste trabalho pretende dar ao leitor uma breve noção acerca da problemática em estudo, o contexto nacional dos gastos em saúde, o impacto do desperdício de recursos e a motivação de estudos de eficiência no setor. O segundo capítulo enquadra o leitor quanto ao SNS português desde a sua criação até à atualidade. É adicionalmente feita uma descrição dos atuais modelos de gestão hospitalar usados, bem como o seu tipo de organização. O terceiro capítulo inicia-se com um debate acerca da definição da eficiência, sendo em seguida referidas algumas das técnicas utilizadas em estudos de avaliação da eficiência de organizações, e termina com uma revisão de estudos nacionais e internacionais anteriormente realizados com o mesmo propósito. O quarto capítulo pretende descrever, de modo mais detalhado, a técnica de DEA, as variantes que podem ser tidas em linha de conta aquando da escolha do modelo e, por fim, são brevemente discutidos os modos de aferir a qualidade do mesmo. O quinto capítulo apresenta o caso de estudo, isto é, define a amostra utilizada bem como as variáveis selecionadas. O sexto capítulo apresenta os resultados obtidos em termos de estatística descritiva e relativos à análise da eficiência das unidades hospitalares, segundo os vários modelos DEA construídos. Inicialmente, construiu-se um modelo mais abrangente, que contém o máximo de unidades hospitalares que foi possível incluir de acordo com o máximo de variáveis que se consideraram relevantes. Numa segunda fase, realizou-se uma análise de sensibilidade a esse modelo DEA. Por fim, realizaram-se análises de subgrupos da amostra total cuja desagregação foi realizada de acordo com as Regiões de Saúde de Portugal Continental (Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo (LVT), Alentejo e Algarve) e o tipo de organização (Centro Hospitalar (CH), Centro Hospitalar Universitário (CHU), hospital singular ou Unidade Local de Saúde (ULS)). Ao longo deste capítulo, é ainda feito um confronto entre as conclusões que os vários modelos permitem tirar e as provenientes de outros estudos de objetivo semelhante. O sétimo e último capítulo apresenta as principais conclusões deste trabalho, expõe as limitações da metodologia e amostra usadas e apresenta sugestões para estudos futuros.



## Capítulo 2

# O Sistema Nacional de Saúde em Portugal

Nos séculos XIX e XX, até à criação do SNS, a organização dos serviços de saúde sofreu uma forte influência da religião e da política de cada época e foi se adaptando ao aparecimento de novas doenças. Até à criação do SNS, a assistência médica competia às famílias, a instituições privadas e aos serviços médico-sociais da Previdência, pertencentes ao Estado, que era a entidade responsável pelo auxílio à população menos favorecida (SNS, 2019a).

Em 1979 é formalmente criado o SNS, com a Lei n.º 56/79, de 15 de setembro. O seu objetivo é assegurar o direito à proteção da saúde, compreendendo a promoção e vigilância da saúde, a prevenção da doença, o diagnóstico e tratamento dos doentes e a reabilitação médica e social. É definido que o acesso é gratuito e garantido a todos os cidadãos, independentemente da sua condição económica e social, bem como aos estrangeiros, em regime de reciprocidade, apátridas e refugiados políticos. Todavia, contempla a possibilidade de criação de taxas moderadoras, a fim de racionalizar a utilização das prestações. O SNS é financiado pelos impostos diretos e indiretos cobrados pelo Estado.

A partir de 1990 e em diante, foi detetada uma falta de eficiência na afetação de recursos, uma baixa produtividade, elevadas listas de espera, insatisfação dos utentes e dos profissionais de saúde e elevados custos na prestação de serviços de saúde. No sentido de combater estas situações, foram adotadas várias medidas que, porém, se mostraram insuficientes. Em 2002, introduziram-se modificações profundas na Lei de Bases da Saúde que se referem essencialmente à adoção de um novo modelo de gestão hospitalar, nomeadamente a autonomização das competências dos órgãos de gestão, situação semelhante ao que ocorre nas instituições de saúde do setor privado (SNS, 2019a).

Em 1993 foi aprovado o novo estatuto do SNS e, conseqüentemente, foram definidas cinco regiões de saúde:

- Norte, com sede no Porto, cuja área de influência envolvia os distritos de Braga, Bragança, Porto, Viana do Castelo e Vila Real;
- Centro, com sede em Coimbra, cuja área de influência envolvia os distritos de Aveiro, Castelo Branco, Coimbra, Guarda, Leiria e Viseu;
- LVT, com sede em Lisboa, cuja área de influência envolvia os distritos de Lisboa, Santarém e Setúbal;

## 2. O SISTEMA NACIONAL DE SAÚDE EM PORTUGAL

- Alentejo, com sede em Évora, cuja área de influência envolvia os distritos de Évora, Beja e Portalegre;
- Algarve, com sede em Faro, cuja área de influência envolvia o distrito de Faro.

Cada região passou a possuir uma administração regional de saúde (ARS), com personalidade jurídica, autonomia administrativa e financeira e património próprio. As suas funções englobavam o planeamento, a distribuição de recursos, a orientação e a coordenação de atividades, a gestão de recursos humanos, o apoio técnico e administrativo e, ainda, a avaliação do funcionamento das instituições e serviços prestadores de cuidados de saúde (SNS, 2019a).

Em 2003 dá-se a criação da rede de cuidados de saúde primários que pretende providenciar cuidados de saúde aos cidadãos em articulação permanente com os cuidados de saúde hospitalares e os cuidados de saúde continuados. Em 2005 surgiram os primeiros hospitais do tipo Entidade Pública Empresarial (EPE), transformando os hospitais do tipo Sociedade Anónima (SA)<sup>1</sup> em Empresas Públicas do Estado e dotando-os de mais instrumentos para promoverem a eficácia e eficiência dos recursos do SNS. Em 2006 foi criada a Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados, visando dar resposta ao progressivo envelhecimento da população, ao aumento da esperança média de vida e à crescente prevalência de pessoas com doenças crónicas incapacitantes. Em 2007 surgiram as primeiras unidades de saúde familiar, dando corpo à reforma dos cuidados de saúde primários. Mais tarde, em 2008, dá-se a criação dos agrupamentos de centros de saúde do SNS, cujo objetivo consiste em dar estabilidade à organização da prestação de cuidados de saúde primários, permitindo uma gestão rigorosa e equilibrada e a melhoria no acesso aos cuidados de saúde.

Em 2011 foi introduzida a prescrição eletrónica que surge como incentivo à informatização do sistema de saúde, estimulando a comunicação entre os profissionais das diferentes instituições e diminuindo o risco de erro ou confusão na prescrição. Esta medida permite ainda obter mais informação sobre o circuito do medicamento, desencorajando e combatendo a fraude. Em 2012 ficou disponível o acesso ao Portal do Utente que permite registos de saúde feitos pelo utente e o recurso a serviços *online* já existentes, como marcação de consultas ou confirmação de cirurgias. Em 2014 foi criado o Fundo para a Investigação em Saúde, visando o fortalecimento das atividades de investigação para a proteção, promoção e melhoria da saúde das pessoas e, assim, obter ganhos em saúde.

### 2.1 Entidades Hospitalares Públicas Portuguesas

Atualmente, de acordo com o sítio eletrónico do Portal do SNS (SNS, 2019a), existem 54 entidades hospitalares públicas em Portugal (região do continente e arquipélagos dos Açores e Madeira incluídos). A Tabela 1, que consta do Apêndice A, inclui a lista das atuais entidades hospitalares públicas portuguesas, bem como os hospitais que a compõem.

---

<sup>1</sup>Um hospital do tipo SA é uma sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos. Em termos jurídicos está classificado como pessoa coletiva de direito privado (Reis, 2011)

## 2.2 Modelos de Gestão no SNS

Desde o ano de 1980, têm sido introduzidas reformas cujo objetivo é o aumento da eficiência e a criação de incentivos à qualidade dos serviços e à satisfação da população (Ferreira, 2005). As reformas no sistema de saúde português têm passado pela empresarialização dos hospitais. Em 2002, das 34 unidades existentes do tipo Setor Público Administrativo (SPA), 31 foram transformadas em sociedades anónimas de capitais exclusivamente públicos (SA). Mais tarde, em junho de 2005, as entidades SA criadas em 2002 passam a EPE. No fim de 2005 foram transformados mais dois hospitais-empresa e criados três centros hospitalares-empresa. Em 2007 foram criadas 10 novas EPE (Monte, 2010).

Com vista ao aumento da eficiência, alguns dos hospitais são geridos segundo modelos de gestão diferentes. São 44 os hospitais que seguem um modelo de gestão do tipo EPE. Os hospitais do tipo SPA são 6 e, por fim, existem 4 hospitais que funcionam em regime de Parceria Público Privada (PPP) (para maior detalhe, consultar a Tabela 1 que consta do Apêndice A). As reestruturações hospitalares recentes deram origem a centros hospitalares do tipo EPE que agregam hospitais que outrora funcionavam de modo individual.

As entidades hospitalares do tipo EPE gozam de autonomia administrativa, financeira e patrimonial, com capital estatutário detido pelo Estado, sendo a sua tutela económica e financeira exercida pelo Ministro das Finanças e pelo Ministro de cada setor de atividade. Estes são responsáveis pela aprovação dos planos de atividades e de investimentos, orçamentos e contas, assim como homologação de preços e tarifas a praticar pelas empresas que explorem serviços de interesse económico geral (Decreto-Lei n.º 93/2005).

Um hospital do tipo SPA é uma pessoa coletiva de direito público, dotado de personalidade jurídica própria e autonomia administrativa e financeira, abrangendo a sua capacidade jurídica todos os direitos e obrigações necessários à prossecução dos seus fins estabelecidos na lei. É reconhecido como instituto público, mais concretamente como estabelecimento público, cujo regime jurídico assenta no direito público, nomeadamente no direito administrativo.

Os hospitais em regime de PPP são entidades com autonomia financeira, administrativa e de investimento, e resultaram de contratos estabelecidos entre a administração pública e a privada. A contratualização da gestão deste tipo de hospitais ao setor privado é baseada num contrato entre a Administração Regional de Saúde (ARS) e a respetiva sociedade gestora. Atualmente existem 4 hospitais deste tipo, o hospital de Loures (também designado por hospital Beatriz Ângelo), o hospital de Cascais, o hospital de Vila Franca de Xira e o hospital de Braga.

## 2.3 Tipo de Organização

Ao longo dos últimos anos têm vindo a ser implementadas reformas associadas à criação de vários tipos de organização de hospitais. Atualmente, existem vários tipos de entidades hospitalares, cada uma com as suas particularidades e propósitos. As unidades do tipo CH integram vários hospitais de valências complementares e surgem com o objetivo de racionalizar recursos e evitar a duplicação de serviços, estando normalmente localizados em grandes centros urbanos e com pólos geograficamente

## **2. O SISTEMA NACIONAL DE SAÚDE EM PORTUGAL**

próximos. Os CHU são também considerados CH, porém abrangem, adicionalmente, a componente do ensino, isto é, têm a particularidade de acolher estudantes cuja formação académica está no âmbito dos cuidados de saúde.

Uma unidade hospitalar do tipo ULS integra os cuidados primários (prestados em centros de saúde) e hospitalares, sendo dirigida por uma mesma equipa de gestão. O objetivo é ligar, de forma mais eficaz, os centros de saúde aos hospitais e cuidados continuados com vista à redução de custos e a um maior foco na prevenção.

Os hospitais singulares são aqueles que, não oferecendo todas as especialidades médicas, pretendem agregar num só local várias valências de forma a servir a população de modo centralizado. Por fim, ainda que neste trabalho se tenham considerado também como singulares, apesar de não deterem várias valências, podem ainda referir-se os hospitais de especialidade não integrados em unidades agrupadas, isto é, que operam num único local geográfico.

## Capítulo 3

# Revisão da Literatura

Este capítulo inicia-se com um breve enquadramento teórico da definição de eficiência e, em seguida, são abordadas algumas técnicas de medição de eficiência, tendo sido dado maior ênfase às mais utilizadas em serviços de saúde, a técnica não-paramétrica de DEA e a técnica paramétrica de *Stochastic Frontier Analysis* (SFA). Ainda nesta secção, pretende-se mostrar as vantagens e desvantagens da utilização destas duas metodologias. É ainda debatida a razão tanto da utilização da metodologia de DEA neste estudo, bem como da utilização dos hospitais como representantes de organizações prestadoras de cuidados de saúde.

Em seguida, e de modo a melhor compreender o que tem vindo a ser feito neste campo, será apresentada a revisão de alguns estudos que tenham utilizado estas metodologias no contexto da avaliação do desempenho de serviços de saúde. Assim, pretende-se dar a conhecer as conclusões obtidas pelos vários autores, bem como as limitações que assumem transportar com a forma como desenharam o seu modelo de investigação e com o modo como o alimentaram. A recolha de literatura foi dividida entre estudos no contexto nacional e internacional (que inclui estudos comparativos entre unidades hospitalares de um mesmo país e estudos comparativos entre entidades hospitalares de diferentes países). Os estudos analisados referem-se à aplicação preferencial da metodologia de DEA, porém foi também feito um breve levantamento da sua comparação com técnicas alternativas bem como as vantagens e desvantagens das suas utilizações.

### 3.1 Definição de Eficiência

Sotomayor et al. (2017) definem o conceito de eficiência como a métrica de conversão de recursos (como fatores de produção, tempo e dinheiro) em resultados, da forma mais económica. Mariano (2007) descreve-a como sendo a capacidade de empregar os recursos de que se dispõe da melhor forma possível, com vista à obtenção de um desempenho ótimo de um sistema. A eficiência pode ser vista em duas perspetivas, por um lado refere-se a uma utilização dos recursos disponíveis, com o objetivo de criar um produto final (bem ou serviço), gastando o mínimo necessário. Num outro prisma, a eficiência pode ser vista como a utilização dos recursos de que se dispõe, com o objetivo de criar a máxima produção. Desta forma, é possível diminuir os custos do processo produtivo, o tempo, as perdas e os desperdícios. De um modo consensual, este tipo de medida de desempenho estuda o máximo aproveitamento dos recursos ou a máxima capacidade de produção e permite averiguar a produtividade de uma organização.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

A noção de eficiência confunde-se frequentemente com o conceito de produtividade e, nesse sentido, vale a pena distinguir ambos os conceitos. Lovell (1993) define eficiência como uma componente da produtividade. A análise da eficiência de uma empresa diz respeito à quantidade produzida em relação à quantidade que esta poderia estar a produzir em situação ótima e, por isso, esse quociente assume um valor entre 0 e 1. Nessa lógica, quanto mais perto esse valor está da unidade, mais próxima está a organização de atingir a máxima eficiência. Assim, a eficiência assume um carácter relativo. Por outro lado, a produtividade é o resultado da capacidade de produzir e é expressa em termos absolutos.

A título de exemplo, se a empresa A produzir 1.000 canetas em 8 horas, terá uma produtividade de 125 canetas por hora. De modo análogo, se as empresas B e C produzirem 1400 e 1600 canetas, respetivamente, nas mesmas 8 horas, terão uma produtividade de 175 e 200 canetas por hora, respetivamente. Se analisarmos estas empresas sob o ponto de vista da eficiência, percebemos que a empresa C é aquela que tem uma produtividade superior, pelo que a sua eficiência assumirá o valor da unidade e servirá de referência para as restantes. Assim, as empresas A e B terão uma eficiência de 0,625 e 0,875, respetivamente.

A eficiência é um conceito bastante abrangente e, por esse motivo, pode adquirir significados diversos, segundo o seu contexto de aplicação. A eficiência económica é o tipo mais amplo de eficiência. Segundo Tauille e Debaco (2002), uma empresa é economicamente eficiente se tiver capacidade para satisfazer as seguintes três condições em simultâneo: maximizar o seu lucro, minimizar os custos e maximizar a satisfação dos seus consumidores. A eficiência económica pode ser vista como a junção da eficiência de produção e a eficiência alocativa, como pode ser constatado pela Figura 3.1.

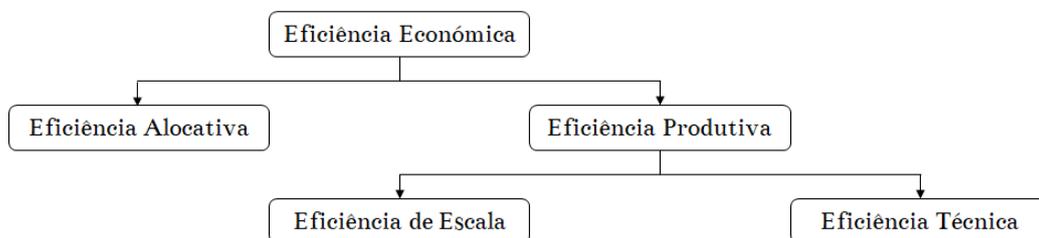


Figura 3.1: As várias componentes da eficiência

A eficiência alocativa foca-se no estudo da melhor alocação de recursos económicos disponíveis por forma a melhorar o processo produtivo. Por sua vez, a eficiência produtiva não está tão diretamente relacionada com recursos económicos, mas com recursos materiais, humanos ou tecnológicos. Este tipo de eficiência foca-se na diminuição ou, se possível, eliminação do desperdício, isto é, propõe-se a produzir tantos *outputs* quanto o uso de *inputs* o permitir. Dentro do conceito de eficiência produtiva podem destacar-se a eficiência técnica e a eficiência de escala. A eficiência técnica representa a parcela da eficiência produtiva que se relaciona com os fatores de ordem técnica ou de engenharia. A eficiência de escala é a restante parcela da eficiência produtiva que se relaciona com o facto de a empresa estar ou não a operar em escala ótima. Neste trabalho serão estudados estes dois últimos conceitos de eficiência, a técnica e a de escala.

Os sistemas produtivos são caracterizados por gerar resultados (*outputs*) decorrentes da utilização de recursos (*inputs*) e, nessa linha de pensamento, são unidades indicadas à aplicação do conceito de

### 3.1 Definição de Eficiência

eficiência produtiva. Assim, quanto maior for o *output* obtido com os *inputs* de que se dispõe, maior será a eficiência produtiva. A eficiência produtiva tem vindo a adquirir uma importância crescente no mundo em que vivemos. Antigamente, as pessoas adquiriam os bens ou serviços de que necessitavam recorrendo a pequenos negócios locais. Esses pequenos negócios serviam maioritariamente a limitada área geográfica onde se encontravam sediados por duas razões que se auto-alimentam: as deslocações não eram tão facilitadas como hoje em dia e além disso, a fraca existência de meios de comunicação não permitia uma projeção do negócio que facilitasse a transposição dessa área geográfica. Atualmente, com o alargamento da utilização de meios de comunicação, a maior facilidade de chegarmos a qualquer ponto do mundo e com a abertura do mercado entre países, tornou-se mais simples vender um bem ou serviço. Significa isto que a vasta oferta de um bem ou serviço, nos dias que correm, permite ao cliente a possibilidade de escolher, de entre as várias opções, qual aquela que melhor se ajusta à sua necessidade e qual a que tem um preço mais atrativo. Deste modo, é fácil compreender o aparecimento da competitividade entre empresas.

Assim, tornou-se imperativo, para a subsistência de uma organização, que esta opere com eficiência produtiva, caso contrário, as empresas concorrentes que o façam rapidamente a ultrapassam, conduzindo a uma situação de falência. No sentido de reverter essa situação, é essencial conhecer antecipadamente o nível de eficiência das empresas concorrentes para que, em caso de ineficiência, se possa reagir atempadamente. É nesta linha de pensamento que surge a necessidade de se estudar a eficiência de um sistema produtivo. Todavia, deve referir-se que o sistema produtivo em análise, os hospitais públicos portugueses, não vê o estudo da sua eficiência com esse propósito. Neste caso, em particular, a pertinência é a maximização da produção hospitalar, com vista à otimização da alocação de recursos e consequentemente o aumento da quantidade (na impossibilidade de medir a qualidade) dos serviços prestados em saúde.

Segundo Mariano (2007), devido à crescente complexidade dos ambientes produtivos, e devido ao vasto campo de aplicações do conceito de eficiência produtiva, o número de variáveis consideradas na análise tem vindo a crescer. Como resultado, a análise da eficiência produtiva tornou-se um problema cada vez mais complexo, exigindo o desenvolvimento de técnicas que pudessem facilitar esse trabalho.

Existem duas classes de técnicas de análise da eficiência produtiva:

- Técnicas paramétricas. Destas, a mais comumente usada pela comunidade académica é a SFA e caracteriza-se por ser apoiada numa função de produção ou função de custo.
- Técnicas não-paramétricas. Destas, a preferencialmente usada é a DEA e destaca-se pela construção de uma fronteira de eficiência empírica.

Cada uma destas técnicas possui características próprias, modelos que lhe estão associados e pressupostos inerentes. A sua utilização deve ter por base a análise de cada um destes critérios para que os resultados possam refletir a realidade e, assim, auxiliar da melhor maneira a tomada de decisão. Segundo Mariano (2007), esta vasta variedade de técnicas tem vindo a ser utilizada, em muitos casos, com critérios pouco sustentados e consequentemente os resultados obtidos são interpretados, muitas vezes, de maneira incorreta, prejudicando amplamente a análise realizada. O autor aponta como principal causa deste tipo de problemas a falta de um trabalho que apresente, de forma organizada, os principais conceitos que dão sustentação a essas técnicas.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.2 Técnicas de Medição de Eficiência em Serviços de Saúde

Hollingsworth (2008) realizou uma revisão a 317 artigos relativos ao tema do desempenho hospitalar e refere que apesar de também os modelos paramétricos terem alguma relevância neste tipo de estudos, ainda cerca de 75% deles são feitos com recurso à técnica não paramétrica DEA. Assim, as metodologias mais vulgarmente utilizadas na medição da eficiência em serviços de saúde são a Análise Envoltória de Dados, como é designada em português, ou *Data Envelopment Analysis* (DEA) como é internacionalmente conhecida e a Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis - SFA*), à data, com mais de 70.000 e 20.000 publicações sobre o tema, respetivamente. Os motivos que sustentam a utilização preferencial destas técnicas em detrimento de outras é o facto de estas serem consideradas mais sólidas e mais adequadas ao processo produtivo de unidades de saúde (Gomes, 2015). Além destas, podem ainda destacar-se outro tipo de técnicas, também elas usadas na medição da eficiência em serviços de saúde, porém com menor expressão no mundo académico como é o exemplo da Diferença das Diferenças (DDD), a função *translog*, o *cost performance index*, a *deterministic frontier approach* (DFA), o índice de produtividade de *Malmquist* (MI) e o *free-disposal hull* (Worthington, 2004).

A técnica SFA é a técnica paramétrica de eleição em estudos de eficiência em serviços de saúde. Este tipo de abordagem pretende determinar a eficiência da organização em relação a uma fronteira teórica, empregando métodos econométricos para estimar parâmetros de uma função de produção. A fronteira teórica definida contém porém desvios e as causas identificadas são a aleatoriedade e a ineficiência técnica. Por forma a incluir estas duas fontes de desvio, os modelos utilizam duas variáveis estocásticas: o ruído estatístico e a ineficiência. Desse modo, aponta-se como vantagem desta técnica a sua capacidade de distinguir as dimensões destes dois efeitos na medida de eficiência final. São também assumidos pressupostos no que se refere à distribuição dos erros e assume-se igualmente que estes são independentes entre si. Assim, considera-se que a ineficiência segue uma distribuição semi-normal por adquirir unicamente valores positivos. No que se refere ao ruído estatístico, assume-se que este segue uma distribuição normal (com média nula e variância constante). A técnica de SFA tem subjacente um modelo uni-*output* ou uni-*input*, os quais podem ter várias variáveis explicativas (*inputs* ou *outputs*) e, por esse motivo, requer uma medida de *inputs* ou *outputs* agregados para representar os restantes vários *inputs* ou *outputs*, respetivamente. A agregação de *outputs* implica a imposição de condições restritivas à fronteira estimada e pode comprometer as comparações de eficiência. Esta técnica realiza-se em dois passos, isto é, primeiramente é feita a estimação da fronteira de eficiência e, por fim, calcula-se a distância de cada unidade a esta fronteira.

A técnica DEA é um método de programação matemática que recorre ao ajustamento linear por pontos da superfície de dados para traçar uma fronteira não-paramétrica de produção recorrendo a uma análise das combinações ótimas entre *inputs* e *outputs* (Athanasopoulos et al., 1999). O modelo é tanto mais robusto quanto maior for a disponibilidade de dados associados às variáveis incluídas no modelo. Estas combinações permitem a construção de uma fronteira e a estimação do nível de ineficiência relativa, isto é, esta metodologia procura determinar a eficiência da organização em relação a outras unidades da mesma indústria (Cook e Seiford, 2009). Segundo esta técnica, o cálculo do índice de eficiência resulta do quociente entre a soma ponderada dos *outputs* em relação à soma ponderada dos *inputs* (considerando um modelo com orientação à minimização de *inputs*) ou, assumindo uma visão oposta, o quociente entre a soma ponderada dos *inputs* em relação à soma ponderada dos *outputs* (considerando um modelo com orientação à maximização de *outputs*). Este trabalho aplica a

### 3.2 Técnicas de Medição de Eficiência em Serviços de Saúde

metodologia de DEA sob a perspectiva da maximização de *outputs* (cujas motivações serão debatidas na secção 4.3).

Como vantagens da sua utilização podem destacar-se a possibilidade de ser aplicada a diversos períodos, possibilitando a verificação da evolução da eficiência das *Decision Making Units* (DMU)<sup>1</sup> e o estudo dos fatores que contribuíram para o seu crescimento ou decréscimo (Cook e Seiford, 2009). Deve ainda referir-se que as diferenças na dimensão das DMU podem ser tidas em conta com a adoção de modelos que prevejam retornos variáveis à escala (BCC) (que será abordado na secção 4.2), sem penalização das empresas de pequena dimensão. O método DEA é considerado, assim, uma ferramenta de *benchmarking*<sup>2</sup> (Sherman e Ladino, 1995). Este tipo de técnica permite alguma flexibilidade na introdução dos dados na análise, razão pela qual é amplamente usada em sistemas complexos, dinâmicos e de elevada especificidade como são os hospitais, ou seja, permitem a inclusão na análise de vários *inputs* e vários *outputs*. A técnica de DEA tem ainda a vantagem de conseguir lidar com tecnologias de produção complexas, envolvendo vários *inputs* e vários *outputs*. A título de contribuição de melhoria, às DMU consideradas ineficientes, é possível o estabelecimento de metas de atuação (Borenstein et al., 2004). Isto significa que é possível apresentar soluções de melhoria para que as DMU ineficientes reduzam o consumo de *inputs* ou aumentem a produção de *outputs*, dependendo da orientação escolhida. Sendo um método não paramétrico, não é necessária a modelação *à priori* de uma função que defina a fronteira de eficiência, evitando-se, desta forma, o problema associado à incorreta definição da fronteira.

São consideradas desvantagens o impedimento de se validarem estatisticamente os resultados e a não distinção dos fatores de ruído (como é o caso da ocorrência de erros de medição ou a omissão de variáveis relevantes na medição da eficiência) que podem erradamente ser considerados ineficiências (Odeck e Bråthen, 2012). Também deve ser referido que, por ser uma técnica não paramétrica, não permite a extrapolação das suas conclusões porque estas estão restritas às DMU estudadas e às variáveis em análise. Por outras palavras, o DEA não fornece um modelo de predição para o desempenho da organização para que possa ser usado fora da base de dados em análise. Como resultado, o DEA deve ser considerado como sendo específico para a amostra utilizada, o que significa que o modelo resultante é aplicável somente a esses dados. Por outras palavras, a análise DEA não é adequada para ser comparada com um máximo teórico (Othman et al., 2010). Ainda nessa linha de pensamento, o facto de a metodologia se basear no conceito de eficiência relativa, apenas permite afirmar que uma DMU é eficiente apenas no contexto da amostra em que se insere.

Na aplicação do método deve ter-se em conta a dimensão da amostra, uma vez que na presença de uma amostra muito pequena, grande parte da amostra pode fazer parte da fronteira de eficiência, impossibilitando a diferenciação entre unidades. Também deve ser ter-se em linha de conta o número de variáveis *input* e *output* a incluir no modelo, pois um elevado número resulta em índices de eficiência mais elevados, uma vez que torna o espaço dimensional de maior tamanho. Por esse motivo, deve ter-se em conta a relação entre o número de DMU e o número de variáveis de *input* e de *output* (O'Neill et al., 2008). Para que essa relação seja sensata existem regras de ouro que foram criadas e que devem ser cumpridas aquando da formulação do modelo. Essas regras serão debatidas na secção 5.3.

---

<sup>1</sup>Uma DMU é uma unidade organizacional responsável por converter múltiplos recursos (*inputs*) em múltiplos resultados (*outputs*) e cujo desempenho em termos de eficiência se deseja avaliar.

<sup>2</sup>O objetivo do *benchmarking* é comparar as operações de uma organização com as das organizações concorrentes e gerar ideias para melhorar os processos, as abordagens e as tecnologias com vista à redução de custos, aumento de lucros e fortalecimento da relação de fidelidade com os clientes resultante da satisfação dos mesmos.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.2.1 Comparação entre as técnicas de DEA e SFA

A técnica de DEA admite a inclusão de múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs*, contrariamente ao que acontece na técnica de SFA. Assim, as estimativas dos índices de eficiência na abordagem DEA baseiam-se na comparação *input-output* de um hospital em relação ao conjunto de hospitais eficientes, sendo fortemente sensíveis a alterações nos dados. Na metodologia de SFA, as estimativas de eficiência recorrem a parâmetros médios estimados, consequentemente, não são tão sensíveis às alterações nos dados dos hospitais ao nível individual (Gonçalves, 2008).

Pode dizer-se que ambas as técnicas têm por base a estimação de uma fronteira de eficiência construída no sentido de comparar unidades. Contudo a metodologia DEA não incorpora o erro estatístico e, assim, impossibilita uma avaliação estocástica das unidades. Este facto não permite distinguir o que é, de facto, falta de eficiência do que é casualidade ou ruído estatístico, questão esta que é ultrapassada com a aplicação da metodologia de SFA. Por esse motivo, considera-se que o DEA é uma técnica mais sensível a observações extremas (Castro 2011).

O método de DEA, sendo um modelo não-paramétrico, não exige a formulação de pressupostos associados à forma da fronteira, nem à distribuição dos erros, como é o caso da metodologia de SFA, o que confere ao primeiro método maior robustez. Decorrente desse facto, utilizando o DEA, não se corre o risco de confundir a falta de eficiência com uma errada especificação da forma funcional do modelo, ao contrário do que sucede com a utilização do método de SFA (Castro 2011).

Segundo O'Neill et al. (2008), com o DEA é mais fácil analisar cada unidade de modo individual, enquanto que com o SFA torna-se mais simples analisar a amostra de um modo global. Assim, pode dizer-se que o método SFA é uma ferramenta mais útil para analisar políticas enquanto que o DEA fornece informação de gestão aos gestores hospitalares.

Apesar das dificuldades crescentes na utilização destes dois métodos, tem-se registado um interesse crescente na sua aplicação na medição da eficiência hospitalar. Ainda que não sejam muito abundantes os estudos que comparam as duas abordagens na atividade económica em geral, no caso do setor hospitalar são conhecidos alguns exemplos. Tradicionalmente, o DEA era tido como robusto relativamente ao erro de especificação do modelo, enquanto o SFA seria robusto relativamente ao erro estatístico. No entanto, uma análise de eficiência credível e de carácter minimamente informativo necessita de um método robusto em ambas as vertentes. A evolução das técnicas tem permitido um estreitar da diferença entre elas, fazendo com que esta deixe de ser um problema. Esta evolução tem-se refletido, por exemplo, na introdução de elementos estocásticos na formulação original do DEA, ou na capacidade que o SFA tem vindo a ganhar de avaliar vários *outputs* simultaneamente (Miranda, 2009).

Estudos mais recentes têm refletido uma concordância de resultados entre as duas técnicas (Fried et al., 2008), sendo, no entanto, de realçar que é atualmente aceite pela comunidade científica que o DEA e SFA são técnicas que se complementam, em vez de se substituírem. A utilização destas técnicas é, na prática, desafiante, uma vez que a especificação dos seus modelos com dados de boa qualidade é tendencialmente difícil. Duas das razões que o motivam são a possível necessidade de uma grande

### 3.2 Técnicas de Medição de Eficiência em Serviços de Saúde

quantidade de variáveis que permitam capturar fielmente o que se está a medir e a inexistência ou incapacidade de se obterem os dados com a qualidade que afirmam o que se quer medir.

#### **Porquê aplicar o método de DEA neste estudo?**

Os motivos que sustentam a tomada de decisão a favor da utilização da técnica de DEA neste estudo prendem-se com o facto de os hospitais públicos serem unidades de análise complexas, isto é, exigem lidar simultaneamente com inúmeras variáveis *input* e *output* e apenas a metodologia DEA estar preparada para receber múltiplos *input* e múltiplos *output*. Há ainda que reconhecer que o desconhecimento e motivo de geração de controvérsias de uma função que represente o mais fielmente possível a função de produção leva a que a decisão de explorar uma fronteira de eficiência empírica seja mais confortável. Por fim, a escolha desta técnica é também devido à indisponibilidade de dados relativos a custos e preços dos *inputs* e *outputs*, que seriam necessários numa abordagem SFA.

#### **Porquê usar os hospitais como representação dos serviços de saúde nacionais?**

Hollingsworth et al. (1999) sugere que são os hospitais, como estruturas orgânicas principais deste setor, os alvos preferenciais de estudos de desempenho em saúde. Os hospitais, como infraestruturas que mais centralizam a prestação de cuidados de saúde, são os elementos cuja avaliação do desempenho se torna mais interessante. Porém, têm o inconveniente de não serem estruturas suficientemente homogêneas e, por isso, as avaliações com o DEA tornam-se mais sensíveis a erros de medição ou a uma fraca aferição da realidade devido à não inclusão de todas as variáveis que modelam o seu desempenho. Deste modo, sob um olhar mais rigoroso, a técnica de DEA deveria ser usada na avaliação de unidades mais pequenas, isto é, de serviços ou até mesmo de práticas médicas uma vez que, nesse caso, os erros de medição seriam menores. Contudo, as conclusões seriam mais restritas, menos explicativas/informativas e não dariam uma noção do desempenho da estrutura num todo.

Os estudos realizados até então, tanto a nível nacional como internacional, têm-se focado maioritariamente na aplicação desta técnica aos hospitais como um todo, e são escassos aqueles que são dedicados exclusivamente a subunidades que o compõem. Puig-Junoy (1998) aplicou o método de DEA para estudar a eficiência técnica de 60 unidades de cuidados intensivos (UCI) da Catalunha em 993 doentes admitidos entre outubro de 1991 e fevereiro de 1992. Os resultados deste estudo indicam que os procedimentos médicos utilizados são mais impactantes na eficiência destas unidades que a gravidade ou complexidade das doenças diagnosticadas, o que mostra que os cuidados prestados estão diretamente ligados à saúde dos doentes. Os resultados revelam ainda que mudanças nas decisões clínicas podem melhorar a eficiência, uma vez que a alocação de recursos não parece estar a ser feita da forma mais otimizada. Também Kontodimopoulos e Niakas (2005) avaliaram sub-unidades hospitalares, nomeadamente as unidades de hemodiálise gregas. Neste estudo, os autores sublinham a dificuldade de obtenção de dados tão específicos, por parte dos prestadores de cuidados e até das autoridades governamentais, que tornem o modelo DEA satisfatoriamente robusto para que produza resultados suficientemente informativos.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

Em Portugal também surgem estudos deste género, embora escassos. Dismuke e Sena (1999) avaliaram o impacto na eficiência decorrente da introdução do pagamento por Grupo de Diagnóstico Homogéneo (GDH)<sup>3</sup>. Como tal, focaram-se nos dois mais frequentes GDH, o das desordens cerebrovasculares (exceto ataques isquémicos transitórios) e o das falhas e ataques cardíacos para avaliar a produtividade de três equipamentos de diagnóstico, a tomografia axial computadorizada (TAC), o eletrocardiograma e o ecocardiograma. O objetivo do estudo seria averiguar se a produtividade destes equipamentos trouxe uma diminuição da mortalidade. Os autores aplicaram a metodologia de DEA e um método paramétrico numa amostra de hospitais públicos portugueses centrais e distritais, com ensino, no período de 1992 e 1994. O objetivo do estudo foi avaliar o impacto da introdução do pagamento baseado no GDH na eficiência e na produtividade das tecnologias de diagnóstico. No que se refere à técnica de DEA, o modelo considerou orientação para o *input* e uma tecnologia de retornos constantes à escala (cujo significado será melhor explorado na secção 4.2). Os *inputs* incluídos foram o número de *scans* realizados em doentes de internamento por acidente vascular cerebral (AVC), o número de electrocardiogramas e o número de ecocardiogramas em pessoas com patologias cardíacas. Por outro lado, os *outputs* considerados foram o número de doentes saídos, dividindo-os depois em *outputs* desejáveis (doentes saídos com vida) e *outputs* indesejáveis (doentes saídos sem vida). Como fatores ambientais, os autores consideraram o índice de *case-mix* (ICM)<sup>4</sup>, o número de camas e a percentagem de altas pagas. Os autores concluíram que a introdução do pagamento baseado no GDH influenciou positivamente a eficiência técnica e a produtividade, embora essas conclusões não pareçam devidamente sustentadas.

De modo geral, a grande maioria dos estudos foca-se essencialmente no resultado do processo produtivo hospitalar e não tanto na efetiva melhoria da real condição de saúde da população. De um modo mais explicativo, os *outputs* preferencialmente utilizados são, por exemplo, o número de altas de internamento ou o número de episódios de urgência. Este tipo de variáveis relaciona-se com os resultados do processo produtivo hospitalar e não tanto com a condição de saúde dos doentes, como seria o caso de variáveis como a taxa de mortalidade associada a determinada doença ou a esperança média de vida da população em geral.

### 3.3 Estudos de eficiência hospitalar baseados na metodologia de DEA

São inúmeros os estudos que sublinham a importância de estudar o desempenho de unidades de saúde. Muitos deles têm carácter informativo no que se refere à tomada de decisão que venha no sentido da melhoria da satisfação dos doentes e de uma melhor alocação de recursos de saúde. Segundo Guerra (2011), estima-se que 30% do financiamento cedido a serviços de saúde seja gasto com desperdícios, conduzindo a ineficiência hospitalar.

---

<sup>3</sup>Definição de Grupo de Diagnóstico Homogéneo: refere-se a um sistema de classificação de doentes internados em hospitais de agudos que agrupa doentes em grupos clinicamente coerentes e similares do ponto de vista do consumo de recursos. Permite definir operacionalmente os produtos de um hospital, que mais não são que o conjunto de bens e serviços que cada doente recebe em função das suas necessidades e da patologia que o levou ao internamento e como parte do processo de tratamento definido (ACSS, 2019). Este conceito será novamente abordado na Secção 5.3.2

<sup>4</sup>Definição de índice de case-mix: Coeficiente global de ponderação da produção hospitalar que reflete a relatividade de um hospital face aos outros, em termos da sua maior ou menor proporção de doentes com patologias complexas e, consequentemente, mais consumidoras de recursos. Este conceito será novamente abordado na Secção 5.3.2

### 3.3 Estudos de eficiência hospitalar baseados na metodologia de DEA

#### 3.3.1 Desempenho dos Hospitais no Mundo

Nesta secção foi reportado o levantamento bibliográfico referente aos estudos onde se utilizou a metodologia de DEA com o objetivo de se estabelecer uma comparação entre a eficiência hospitalar de unidades de países diferentes e de um mesmo país.

São escassos os estudos que comparam a eficiência de entidades hospitalares de países diferentes. As dificuldades encontradas na sua concretização prendem-se essencialmente por problemas de incomparabilidade de informação. Do lado do *output*, podem considerar-se, por exemplo, diferenças na prática clínica de acordo com o estado de saúde dos utentes. No lado do *input*, podem constatar-se diferenças em termos de condições laborais como o número de horas de trabalho semanais. Além dessas razões, pode ainda sublinhar-se o facto de os dados comuns disponibilizados serem considerados muitas vezes inadequados para análise (Mateus et al., 2015). Significa isto que os dados comuns muitas vezes não espelham exatamente a grande parte dos reais recursos e produção. Ainda assim, foram três os estudos considerados relevantes nesta área.

Mobley e Magnussen (1998) compararam a eficiência dos hospitais públicos noruegueses que são fortemente regulados, com os hospitais privados californianos. A Noruega usa quase 100% de fundos públicos em saúde, enquanto que os EUA usam apenas 42%. Os resultados sugerem que os EUA empregam mais recursos em cuidados de saúde em idade avançada, enquanto a Noruega parece alocar mais recursos na saúde mais jovem. Mais tarde, Steinmann et al. (2004) estudaram, segundo uma abordagem DEA, a eficiência dos hospitais suíços (no período de 1997 a 2001) e alemães (no período de 2000 a 2002). Como conclusões, os autores reportaram que as quantidades de *inputs* e *outputs* nos hospitais alemães são aproximadamente o dobro dos *inputs* e *outputs* nos hospitais suíços considerados semelhantes, pois os hospitais alemães são maiores do que os suíços. Os hospitais alemães demonstraram ser mais eficientes, em média, do que os suíços.

Recentemente, Barroso (2018) desenvolveu um trabalho que teve como objetivo a avaliação da eficiência técnica dos sistemas de saúde de Portugal e dos EUA nos anos de 2007 e 2014, agregados em sete e 51 regiões, respetivamente. Em Portugal todas as regiões foram consideradas eficientes, numa abordagem BCC, à exceção de Lisboa em 2007 e à exceção de Lisboa e Norte em 2014. Nos EUA, das 51 regiões consideradas apenas 13 foram consideradas eficientes em 2007 e 11 em 2014, numa abordagem BCC. O autor concluiu que apesar de ambos os países apresentarem ineficiências e pontos a melhorar, nos anos considerados, Portugal foi mais eficiente do que os EUA.

Por oposição, os estudos comparativos dentro de um mesmo país são bastante abundantes devido à facilidade na obtenção de dados de uma mesma variável e por ser possível estabelecer uma maior comparabilidade.

Nunamaker (1983) foi o primeiro autor a fazer uso da metodologia de DEA no setor da saúde. O estudo propôs-se a analisar, no período de 1978 e 1979, a eficiência técnica dos serviços de enfermagem de 16 unidades hospitalares de Wisconsin nos EUA. Os custos totais com internamentos foi o único *input* considerado, por sua vez, como *outputs* consideraram-se os dias totais de internamento de crianças e idosos, os dias totais de internamento na maternidade e outros dias totais de internamento. Os resultados obtidos foram comparados com um critério de eficiência baseado numa medida de “custo por dia por

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

doente”. Este tipo de abordagem serve apenas para detetar hospitais extremamente ineficientes, por isso é um critério cuja robustez é muito medíocre. Assim, mais de 60% das unidades, em 1978 e 1979, foram consideradas ineficientes pelo modelo DEA, enquanto que pelo critério “custo por dia por doente” todos eram considerados eficientes. É de salientar que o modelo não incorporou o índice de *case-mix* como *output*, pelo que unidades com baixo índice de eficiência são tendencialmente unidades que tratam casos mais complexos. Como o autor sugeriu, muitos mais estudos e melhorias da metodologia de DEA surgiram daí em diante em vários países de todo o mundo.

Nos EUA, Ozcan e Bannick (1994) propuseram-se a avaliar e comparar a eficiência de hospitais civis e militares, como tal usaram uma amostra de 3.656 e 124 unidades do respetivo tipo, referente ao período de 1988 a 1990. No setor da defesa podem distinguir-se três grupos, a Marinha, o Exército e a Força Aérea. O estudo mostrou que não existiam grandes diferenças na eficiência dos três grupos de hospitais militares analisados, contudo, estes três grupos mostram-se mais eficientes do que os hospitais civis.

Ersoy et al. (1997) utilizaram o método de DEA para analisar a eficiência técnica de 573 hospitais na Turquia. Os resultados mostram que hospitais ineficientes tinham mais camas, mais médicos, faziam menos cirurgias e registavam menor número de episódios de internamento e ambulatório do que as organizações eficientes. São inúmeros os estudos, além deste, que referem que os hospitais ineficientes tinham um número excessivo de camas e de profissionais de saúde, nomeadamente especialistas (Giancotti et al., 2017; Atilgan, 2016; Stefko et al., 2018; Mujasi et al., 2016).

Dalmau-Matarrodona e Puig-junoy (1998) analisaram os efeitos potenciais da estrutura de mercado na eficiência hospitalar em Espanha, usando dados de hospitais da Catalunha no ano de 1990. Tendo por base uma amostra de 25 hospitais públicos, os autores concluíram que cerca de 2/3 dos hospitais espanhóis operavam abaixo da fronteira de eficiência e apresentavam um índice médio de 84%. Referem ainda que há maior eficiência em mercados onde há competição e que as diferenças de eficiência deviam-se sobretudo à propriedade, efeitos de regulação e estrutura de mercado.

O financiamento por GDH é uma das mais usadas modalidades de financiamento prospetivo. Foram vários os países que o incorporaram no sentido de atribuir uma quantia fixa por cada doente em cada GDH. Esta tipologia de pagamento implica o pagamento de um montante previamente acordado, pelos serviços prestados para determinado caso ou episódio de doença. Chern e Wan (2000) estudaram a eficiência hospitalar no estado da Virgínia nos EUA e concluíram que não houve alterações de eficiência após a introdução do novo sistema de pagamento. Também Borden (1988) obteve a mesma conclusão. Contrariamente a essa ideia, são vários os estudos que concluem que a introdução do pagamento por GDH resulta numa redução da despesa e do tempo de internamento (Rosko e Broyles, 1987; Hadley et al., 1989; Muller, 1993).

Na Noruega, Biørn et al. (2003) analisaram o efeito do esquema de financiamento implementado em 1997 na eficiência dos hospitais. Esse esquema de financiamento tem por base o estabelecimento de contratos entre os hospitais e os governos regionais em função do número e composição dos tratamentos hospitalares. O período em análise foi de 9 anos, 5 antes da reforma e 4 após a mesma (1992 a 2000). Os autores concluíram que a reforma implementada conduziu a um aumento da eficiência técnica, porém, ao contrário do que seria expectável, o mesmo não foi conseguido quanto à eficiência produtiva.

### 3.3 Estudos de eficiência hospitalar baseados na metodologia de DEA

Em 2003, a Turquia foi sujeita a uma reforma no sistema de saúde denominada por “health transformation programme” precisamente com o objetivo de melhorar a eficiência dos serviços de saúde. Sulku (2011) realizou um estudo que incluiu os hospitais públicos de 81 regiões onde procurou avaliar a eficiência hospitalar no período entre 2001 e 2006. O autor usou a técnica DEA e, adicionalmente, o índice *Malmquist*. O autor concluiu que houve um aumento da produtividade e justificou-a com a evolução tecnológica e o aumento da eficiência técnica decorrente da implementação da reforma no sistema de saúde mencionada. Deste modo, pôde concluir-se que as reformas foram maioritariamente bem conseguidas. Em regiões mais desfavorecidas isso não aconteceu devido à escassez de profissionais de saúde e à deterioração da eficiência técnica.

A crise financeira que se instalou na Grécia, e que a levou a recorrer a fundos da União Europeia a partir de 2010, obrigou à reestruturação de alguns serviços públicos no país. Recentemente Xenos et al. (2017) realizaram um estudo onde mostram a importância da avaliação do desempenho dos hospitais no período de crise (2009-2012). Durante esse período houve um decréscimo de 40% dos recursos financeiros cedidos ao orçamento dos hospitais, como tal, era urgente a melhor e mais eficiente alocação de recursos financeiros e humanos. Nessa altura implementaram-se duas grandes reformas na saúde. A primeira delas foi a criação, à semelhança do que aconteceu também em Portugal, de centros hospitalares; e a segunda foi a criação de pagamentos por GDH. De modo paralelo, têm vindo a ser implementadas reformas adicionais com o objetivo de restringir as despesas em saúde, como por exemplo a aquisição de bens e serviços com contratos em que o preço é mais reduzido sob condições de encomenda de grandes volumes e a adoção de políticas específicas relacionadas com a indústria farmacêutica. O autor propôs-se assim a responder à seguinte questão: Será que o baixo financiamento que foi alocado a estes serviços públicos foi usado de modo eficiente? O autor usou um modelo DEA e o índice de produtividade de *Malmquist*, tendo como vantagem a possibilidade de obter uma estimativa da eficiência e da produtividade através dos intervalos de confiança correspondentes. Adicionalmente foi usado um modelo *Tobit* de efeitos aleatórios com o objetivo de investigar o impacto de fatores ambientais na eficiência. A análise incluiu todos os hospitais públicos gregos com exceção dos hospitais de especialidade.

Os resultados do estudo mostraram que na fase mais inicial da crise (2009-2010) houve um decréscimo de 28% da produtividade observada. Por outro lado, no período de 2010-2011 (altura em que foram implementadas as reformas referidas anteriormente), houve um crescimento bastante expressivo na produtividade. Na última fase de crise, correspondente ao período de 2011-2012, pode dizer-se que os níveis de produtividade atingiram a estabilidade, não se registando grandes perdas nem grandes ganhos. Assim, pode dizer-se que de um modo médio, durante o período de crise e, por implementação das reformas na saúde, os hospitais aumentaram 11% a sua produtividade. Em suma, pode dizer-se que uma situação de crise por vezes propicia uma janela de oportunidade, neste caso, abriu espaço a melhorias no SNS grego.

Recentemente, Stefko et al. (2018) publicaram um estudo onde avaliaram as unidades hospitalares de 8 regiões do SNS eslovaco, no período compreendido entre 2008 e 2015. Em todos os modelos DEA, as regiões de Trenčín, Trnava e Nitra apresentam valores de eficiência acima da média. Os autores observam, contudo, que existe atualmente uma maior tendência para reduzir o tempo médio em tratamento e isso deve-se à preferência por um atendimento de ambulatório em substituição do

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

atendimento em internamento. Este tipo de comportamento efetivamente diminui a necessidade da existência de camas e tempo dos profissionais de saúde que o autor considerou excessivas nas unidades ineficientes. Porém, há que ter em atenção que um tempo médio de tratamento reduzido ou menos zeloso pode resultar em reinternamentos e cirurgias de repetição, o que reduz a eficiência.

#### 3.3.2 Desempenho dos Hospitais Públicos em Portugal

São já consideráveis os estudos que aplicaram a metodologia de DEA em hospitais portugueses. Alguns deles avaliam o impacto da introdução de pagamentos por GDH, outros comparam a transformação de alguns hospitais em termos de gestão, outros avaliam a criação de centros hospitalares e outros comparam sistemas de gestão públicos e privados. Nesta secção pretende-se fazer um levantamento bibliográfico dos estudos realizados no âmbito da eficiência hospitalar em território nacional.

Também Harfouche (2005) avaliou a eficiência técnica de alguns serviços hospitalares segundo uma abordagem de DEA no período de 2001 a 2003. A autora tentou responder a questões como: Os hospitais SA são mais eficientes tecnicamente face aos hospitais SPA após a sua transformação?; Os hospitais transformados em SA apresentam uma situação inicial tecnicamente mais eficiente?; e Os hospitais SA apresentam uma eficiência técnica crescente nos anos em análise? A amostra deste estudo contemplou 39 hospitais públicos, dos quais 22 foram transformados em SA. Importa referir que os hospitais transformados em SA tinham, à partida, uma eficiência técnica superior aos restantes, o que lhes permitiu obter um desempenho superior nos anos subsequentes. Em suma, a autora concluiu que os hospitais SA foram, durante todo o período da análise, com exceção do ano de 2002, mais eficientes.

Mais tarde, a mesma autora avaliou a eficiência técnica por regiões, de acordo com a tipologia de gestão e tendo em conta as fusões de unidades de saúde. A amostra estudada incluiu 51 hospitais públicos portugueses e o período de análise refere-se aos anos entre 2002 e 2008. A autora refere que existiu um diferencial de eficiência superior entre os hospitais que foram objeto de empresarialização face aos hospitais que se mantiveram como SPA. De um modo geral, a autora concluiu que, devido a ganhos de eficiência registados em unidades agregadas, a fusão de unidades foi em muitos casos vantajosa (Harfouche, 2009).

Em 2006, o estudo solicitado pelo Tribunal de Contas avaliou o modelo de gestão empresarial adotado pelo SNS entre os anos de 2001 e 2004. Foi durante esse período que vários hospitais, anteriormente do tipo SPA, foram transformados em hospitais do setor empresarial do Estado sob a forma de SA, depois da empresarialização do SNS. O período em estudo inclui o momento da transformação para que, dessa forma, seja possível a observação das eficiências antes e dois anos depois desse processo. Os resultados apontam para uma melhoria considerável do desempenho económico, financeiro e assistencial dos hospitais SA em relação aos hospitais SPA (Tribunal de Contas, 2006).

Moreira (2008) publicou um estudo cujo objetivo é a avaliação do impacto na eficiência técnica da reforma no setor hospitalar público no final de 2002. O autor avaliou o desempenho relativo dos hospitais transformados em EPE, comparativamente aos hospitais que se mantiveram como SPA, antes e após o processo de empresarialização. Os resultados obtidos evidenciam ganhos de eficiência dos hospitais EPE face aos hospitais que foram mantidos dentro do grupo SPA, contudo os resultados não são

### 3.3 Estudos de eficiência hospitalar baseados na metodologia de DEA

muito expressivos. Deve ser considerado que parte da evolução favorável no grupo EPE pode ser devida a um maior rigor no registo da informação, possivelmente uma consequência dos contratos-programa (conceito que será abordado na secção 5.2). Adicionalmente, a autora sublinha que a comparação entre grupos pode estar a ser influenciada pela pré-seleção de hospitais a transformar em EPE.

Simões e Marques (2009) propuseram-se a avaliar o desempenho de 68 hospitais portugueses no ano de 2005 por DEA e, numa segunda fase, por uma metodologia *double-bootstrap*, que permitiu ter em conta a influência de variáveis ambientais. Os resultados mostraram que os hospitais do tipo SPA eram mais eficientes do que os do tipo EPE, apontando para o insucesso das reformas aplicadas. Quando comparados os centros hospitalares com os hospitais singulares, os segundos apresentam melhores resultados de eficiência. Ao dividirem o território em regiões, os hospitais do Norte e Centro apresentaram melhores desempenhos do que os do resto do país.

Na sua dissertação de mestrado, Figueiredo (2010) estudou o desempenho dos hospitais portugueses e concluiu que a eficiência média dos hospitais do tipo SA foi superior à dos hospitais do tipo SPA, situação que já se verificava no período anterior à transformação em SA. O autor verificou ainda que as medidas de “enfermeiros por cama” e de “médicos por restante pessoal” estavam associados a valores significativamente inferiores do índice de eficiência. Por outro lado, verificou-se que o indicador “consultas por doentes saídos” estava associado a valores significativamente superiores do índice de eficiência.

Mais tarde e mais uma vez, o Tribunal de Contas requereu uma auditoria ao sistema de pagamentos e de formação dos preços pagos às unidades hospitalares do SNS e, desse trabalho, resultou o relatório Tribunal de Contas (2011). O objetivo do estudo foi averiguar se o sistema de pagamento das atividades do SNS era eficiente e se cobre adequadamente a atividade desenvolvida pelos hospitais. Os dados utilizados na análise restringem-se ao ano de 2008 e referem-se a uma amostra de 49 unidades hospitalares (no que concerne à atividade em situação de internamento) e 47 unidades hospitalares (no que concerne à atividade em ambulatório).

Os autores reconhecem que é uma limitação a discordância no que se refere às várias fontes de dados a que tiveram acesso. Como resultados, e relativamente à atividade do internamento, o total de perdas, devido a ineficiências, ronda os 242 milhões de euros, o que representa 27% dos custos totais considerados. Por outro lado, em relação à atividade de ambulatório, o total de perdas devido a ineficiências tem um peso de cerca de 503 milhões de euros, o que representa 41% dos custos totais. Estes dados mostram que a eficiência é superior em atividades ligadas ao internamento quando comparadas com o ambulatório. Os autores referem ainda que há mais unidades consideradas eficientes no ambulatório, porém as ineficiências apresentadas nesta atividade são mais expressivas.

Os hospitais que apresentaram melhor desempenho foram aqueles que comportam maiores custos totais, sendo que o melhor pontuado foi o Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Norte (CHULN). Contrariamente, hospitais com dimensão inferior aos anteriores (sob o ponto de vista do custo total) apresentam ineficiências técnicas mais acentuadas e evidentes em ambulatório, como é o caso do Hospital Garcia de Orta (HGO) ou o Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC).

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

Rego (2011) conduziu um estudo cujo objetivo era quantificar a eficiência dos hospitais em Portugal no período de 2002 a 2004. A autora estruturou o seu estudo em duas etapas: numa primeira fase, com recurso à técnica de DEA, foi feita uma comparação entre os hospitais públicos portugueses, identificando-se os mais eficientes; numa segunda etapa, com a definição do modelo de regressão e das respetivas variáveis ambientais, complementou-se a análise no sentido de perceber em que medida é que determinados fatores influenciam o nível de eficiência verificado. A autora concluiu que os hospitais SA melhoraram o seu desempenho ao longo do período de tempo considerado e que estes têm maior tendência a ser eficientes.

Castro (2011) avaliou a eficiência dos principais serviços dos hospitais públicos portugueses no ano de 2008. Este trabalho mereceu especial atenção por ter incluído, no modelo DEA construído, restrições aos pesos. O estudo identificou as fontes de desperdício por serviço, para que pudessem ser tomadas ações corretivas com vista à melhoria da eficiência. Das 49 unidades, no que concerne ao serviço de medicina interna, o autor identificou 10 como eficientes.

Alves (2012) avaliou 11 hospitais no período de 2006 a 2010 usando a técnica de DEA e concluiu que são as unidades pertencentes à zona norte as que tem um melhor desempenho coincidentemente com os estudos de Simões e Marques (2009), Figueiredo (2010), Guedes (2014) e Almeida (2013).

Lavrador (2014) construiu dois modelos DEA que avaliaram a eficiência de 54 hospitais públicos no ano de 2010. A diferença entre os modelos consistiu em considerar-se separadamente os recursos humanos (modelo 1), ou a agregação dos médicos, enfermeiros, técnicos e administrativos (modelo 2). O autor concluiu que segundo o modelo 1, 21 hospitais foram identificados como eficientes, segundo uma abordagem retornos constantes à escala (CCR) e em termos de eficiência de escala. Considerando o modelo 2, 17 hospitais foram classificados como eficientes, segundo os mesmos pressupostos.

Gomes (2015) analisou a eficiência, numa abordagem DEA de uma amostra de 16 unidades de saúde, no período de 2003 a 2011. A autora concluiu que o ano de 2004 foi o que apresentou melhor resultado de eficiência média. Sublinhou ainda a existência de três unidades de saúde totalmente eficientes em todo o período analisado: o Hospital Santa Maria Maior (HSMM), o Centro Hospitalar Tâmega e Sousa (CHTS) e o Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil (IPOC).

Pedro Pita Barros elaborou ao longo dos últimos anos variados estudos sobre o tema em debate, sendo, aliás, uma referência na área da Economia da Saúde. Em 2003, o autor avaliou a eficiência dos hospitais públicos no ano 2000, utilizando os métodos DEA e SFA, com o objetivo de captar o funcionamento destes antes da implementação da reforma que propôs a empresarialização de alguns deles. Os resultados obtidos pelas duas técnicas geraram resultados distintos, muito embora a técnica de DEA apresente resultados mais robustos. O autor sublinha ainda que o nível global de ineficiência tecnológica ronda, em 2000, os 20% do custo total e que o conjunto dos hospitais incluídos na amostra, e que viriam a pertencer a hospitais SA, apresenta um grau de ineficiência de 22%, que é superior aos restantes hospitais. Estima-se que o volume global de poupança, caso todos passassem a ser eficientes, seria de cerca de 300 milhões de euros (preços de 2000) (Barros, 2003).

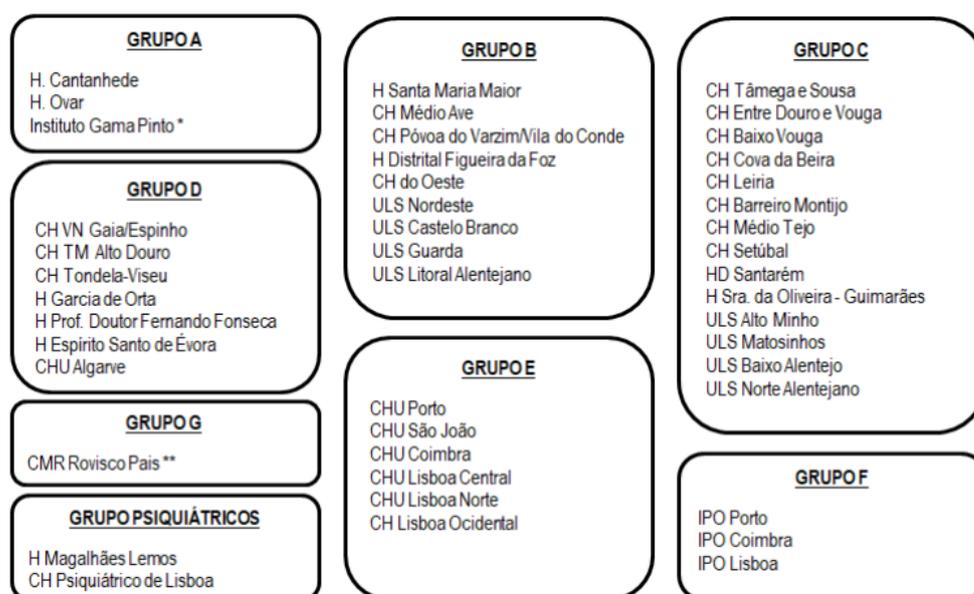
### 3.4 TOP 5 - A Excelência dos Hospitais Portugueses

Também Gonçalves (2008) estudou a eficiência técnica dos hospitais SA e SPA segundo a abordagem DEA e SFA, durante o período de 2002 a 2004. Como principais conclusões o autor sublinha que a criação dos hospitais SA resultou numa melhoria da fronteira de eficiência técnica da indústria hospitalar, embora o deslocamento da fronteira não seja muito significativo. No que se refere aos hospitais SPA, estes evidenciam níveis de eficiência técnica ligeiramente mais elevados do que os hospitais SA.

Castro (2012) estudou a eficiência de 46 entidades hospitalares públicas portuguesas no ano de 2008, usando também as abordagens DEA e SFA e, conseguiu obter consonância na entidade hospitalar de excelência no desempenho, o CHTS. Porém, os baixos desempenhos não foram concordantes entre as duas abordagens, isto é, enquanto que a Unidade Local de Saúde Baixo Alentejo (ULSBA) foi considerada a pior unidade segundo o modelo SFA, tendo obtido um índice de eficiência de 45%, na abordagem DEA adquiriu uma eficiência de 96%, ocupando assim a 19ª posição do *ranking*. De um modo geral, em todas as unidades hospitalares incluídas neste estudo, a metodologia DEA apresentou uma eficiência superior à SFA.

### 3.4 TOP 5 - A Excelência dos Hospitais Portugueses

Por fim, importa referir a iniciativa “TOP 5 - A Excelência dos Hospitais Portugueses”, um *ranking* da responsabilidade da IASIST, uma multinacional de origem espanhola, que pretende premiar os hospitais públicos do SNS que apresentaram os melhores níveis de desempenho ao longo do ano. A iniciativa nomeia o hospital, de cada grupo, considerado mais eficiente na categoria de consistência e na categoria de evolução clínica. Os grupos de hospitais definidos são os já definidos pela Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS) para efeitos de financiamento (ACSS, 2018):



\*O Instituto Gama Pinto é um hospital especializado na área da Oftalmologia.

\*\* O CMR Rovisco Pais é um hospital especializado na área da Reabilitação. A atividade realizada no âmbito do Centro Especializado de Reabilitação do CHUA e do CHVNGE enquadra-se no grupo G.

Figura 3.2: Grupos de hospitais definidos em função do financiamento e instituições que os compõem (fonte: ACSS (2018))

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

Nesse sentido é usada “uma metodologia baseada nos dados objetivos que resultam da análise dos episódios clínicos de internamento, complementada com dados quantitativos sobre o restante movimento assistencial, dados económico-financeiros e de produtividade. Trata-se, portanto, de um *benchmarking* baseado em indicadores objetivos e diversificados e imune a critérios de avaliação subjetivos (...)” (IASIST, 2019). Todavia a empresa não especifica a técnica ou técnicas utilizadas nesta avaliação.

Em 2014 os hospitais dos respetivos grupos que venceram o prémio são o HSMM, o CHTS, o Hospital de Braga (PPP) e a Unidade Local de Saúde do Alto Minho (ULSAM) (IASIST, 2015). No ano de 2015, os hospitais vencedores foram o Centro Hospitalar Póvoa de Varzim-Vila do Conde (CHPVVC), o Hospital de Cascais, o Hospital de Braga, o Centro Hospitalar Universitário do Porto (CHUP) e o Unidade Local de Saúde de Matosinhos (ULSM) (IASIST, 2016). No ano de 2016, as entidades hospitalares premiadas foram o HSMM, o CHTS, o Hospital de Braga, o CHUP e a ULSAM (IASIST, 2017). No ano de 2017 os vencedores foram o Hospital Distrital Figueira da Foz (HDFF), o Hospital de Cascais, o Hospital de Braga, o CHUP e a ULSAM (SNS, 2019b). Importa referir que à data da publicação deste trabalho ainda não eram conhecidos os vencedores da edição 6<sup>a</sup> edição do “TOP 5 - A Excelência dos Hospitais” que virão a nomear os hospitais com melhor desempenho no ano de 2018.

O capítulo que se segue terá como objetivo expor, de forma mais exaustiva, os fundamentos teóricos associados à técnica utilizada em estudo.

## Capítulo 4

# Metodologia

Este capítulo inicia-se com uma descrição mais detalhada da metodologia utilizada, bem como os tipos de modelos que podem ser formulados de acordo com o melhor ajuste à realidade. Inicialmente será feita uma descrição do método de DEA e do seu surgimento, em seguida são apresentadas as vantagens e desvantagens da sua utilização. Por forma a melhor adaptar o modelo ao caso em análise, são referidos os tipos de retornos à escala, em que situações devem ser usadas e quais as diferenças entre ambos. Também a escolha da orientação do modelo é debatida com o objetivo de melhor elucidar acerca do modo como este pretende informar os decisores em saúde. Seguidamente é apresentada um tipo de modificação possível de aplicar aos modelos DEA com vista a um melhor ajuste do mesmo à realidade como é o caso da inclusão de restrições aos pesos. Por fim, são apresentadas as armadilhas da metodologia e debatidas formas de aferir a qualidade do modelo.

### 4.1 O Método de DEA

Foi no ano de 1978 que Charnes, Cooper e Rhodes criaram formalmente a metodologia de DEA. Esse trabalho foi desenvolvido no âmbito da tese de doutoramento de Edward Rhodes, supervisionada por Cooper e apresentada à Carnegie Mellon University. Esta metodologia tem por base o trabalho anteriormente desenvolvido por Farrell (1957). O trabalho de Rhodes tinha como propósito analisar os resultados de programas de acompanhamento a estudantes desfavorecidos, instituído em escolas públicas americanas. O estudo propunha-se a avaliar o impacto no aproveitamento escolar decorrente da adesão a esse programa em escolas aderentes e não aderentes (Charnes, Cooper, e Rhodes, 1978). Atualmente, este tipo de metodologia está a ser empregue nos mais variados setores produtivos como é o caso da banca, seguros, agricultura, agropecuária, educação, saúde, transportes, retalho, entre outros.

A metodologia de DEA recorre à investigação operacional, mais concretamente à programação linear para medir o desempenho relativo de unidades organizacionais homogéneas. O conceito de homogeneidade está associado à premissa de que todas as organizações a considerar no modelo deverão operar no sentido de realizar tarefas idênticas e adicionalmente deverão utilizar o mesmo tipo de *inputs* e, com estes, produzir o mesmo tipo de *outputs* (Soares de Mello et al., 2003). Os *inputs* correspondem aos recursos de que dispõe, ou seja, pessoas, equipamentos, matéria-prima e tudo aquilo que contribui de forma direta para a produção do bem ou serviço que se pretende obter. As organizações que possuam estas características e às quais se pretenda avaliar o seu desempenho foram designadas pelos autores acima mencionados por DMU. Assim sendo, uma DMU é uma unidade organizacional responsável por converter múltiplos recursos (*inputs*) em múltiplos resultados (*outputs*) e cujo desempenho em termos

## 4. METODOLOGIA

de eficiência se deseja avaliar (Macedo et al., 2006). O princípio básico da técnica consiste na medição e comparação do desempenho das DMU que realizam tarefas semelhantes recorrendo à relação existente entre os *inputs* que dispõem e os *outputs* produzidos.

Esta metodologia permite a identificação de DMU eficientes, isto é, que apresentam um índice de eficiência de 100%. Estas DMU determinam a posição da fronteira de produção eficiente. As DMU que apresentem um índice de eficiência abaixo de 100% serão consideradas ineficientes, sendo que quanto menor o seu valor, menos eficiente é a organização. O valor de eficiência de uma DMU está então compreendido entre 0 e 100%. Deste modo a fronteira é construída pelos segmentos de reta que unem os pontos correspondentes às DMU eficientes. Significa isto que o traçar da fronteira não pressupõe uma forma funcional e é por esse motivo que esta metodologia adquire a designação de não-paramétrica.

A análise da eficiência fornece informação acerca do modo como cada DMU opera no decorrer do seu processo produtivo e se gera desperdício. A comparação dos níveis gastos de recursos (*inputs*) e os níveis de produção (*outputs*) com a fronteira de eficiência permite aferir o nível dessa DMU em relação à fronteira de produção ótima. Deste modo, o resultado da técnica de DEA é uma medida de eficiência relativa e não um valor absoluto. Por oposição, como mencionado na secção 3.1, considerando um único *input* e um único *output* a produtividade refere-se à razão entre o *output* e o *input*. Quanto maior for este rácio maior será a produtividade e sob esse ponto de vista, a produtividade é considerada uma medição de eficiência de valor absoluto. Por outro lado, a eficiência de uma DMU resulta da comparação entre a sua produtividade e a produtividade das DMU consideradas eficientes.

A fronteira é então definida pelo conjunto de possibilidades de produção onde os recursos que se dispõe (*inputs*) não podem ser reduzidos mantendo o mesmo nível de produção (*outputs*) ou a produção (*outputs*) não pode ser aumentada recorrendo à mesma quantidade de *inputs*.

### 4.2 Retornos à Escala

Em economia, os retornos à escala descrevem o que acontece à medida que a escala de produção aumenta a longo prazo. O conceito de retorno à escala explica o comportamento da taxa de aumento na produção em relação ao aumento associado nos *inputs* no longo prazo.

Existem três tipos de retornos à escala, os retornos crescentes à escala, os retornos constantes à escala e os retornos decrescentes à escala. Se a produção aumenta devido a um aumento proporcional de todos os *inputs*, então estamos perante retornos constantes de escala. Porém, se a produção aumenta, mas de modo inferior a um aumento proporcional de todos os *inputs*, visualizam-se retornos decrescentes de escala. Por último, se a produção aumenta, desta feita, de forma superior a um aumento proporcional de todos os *inputs*, teremos retornos crescentes de escala.

O trabalho inicialmente desenvolvido por Charnes et al. (1978) referia-se à medição da eficiência tendo como premissa retornos de escala constantes (modelo CCR), porém Banker, Charnes, e Cooper (1984) sugeriram uma extensão do inicial modelo DEA no sentido de incluir situações em que os rendimentos são variáveis à escala (modelo BCC). Estes modelos serão mais detalhadamente explanados nas secções 4.3.1 e 4.3.2.

### 4.3 Orientação do Modelo

As medidas de eficiência técnica podem apresentar-se sob duas formas de orientação, a orientação para o *output* e a orientação para o *input*. Modelos que procurem poupar o consumo de recursos de forma a gerar um dado nível de produção e que, portanto, mantêm os *outputs* fixos, ou seja, que pretendem manter o seu nível de produção, têm orientação para o *input*. Assim, num modelo CCR, com orientação para o *input*, os valores de eficiência informam acerca do quanto é que o nível de *inputs* pode, proporcionalmente, ser reduzido mantendo constantes os *outputs*. Por outro lado, modelos de avaliação da eficiência que desejem utilizar os *inputs* de que dispõem, mantendo-os fixos, mas que pretendam aumentar o seu nível de produção têm orientação para o *output*. Assim, num modelo CCR, com orientação para o *output*, os valores de eficiência informam acerca do quanto é que o nível de *outputs* pode, proporcionalmente, aumentar mantendo constantes os *inputs*.

A escolha da orientação da avaliação de desempenho depende das variáveis sob as quais o tomador de decisão consegue ter maior controlo, isto é, tem maior facilidade em manipular. Isto é, se o gestor sentir que detém maior controlo sobre os *inputs*, então optará por um modelo orientado ao *input*, uma vez que sentirá que tem mais controlo sobre a sua redução. Por outro lado, caso o gestor sinta que detém maior controlo sobre os *outputs*, deverá optar por um modelo orientado ao *output*, uma vez que sentirá que tem mais controlo no seu aumento.

Esta decisão em nada influencia no traçar da fronteira de eficiência, pois esta adquire exatamente a mesma forma, o que difere é o tipo de decisão que pode ser tomada perante os resultados obtidos. São vários os argumentos que sustentam a escolha do tipo de orientação do modelo desenhado pelos vários autores que se debruçaram acerca da temática da eficiência hospitalar.

Hernández e Sebastián (2014) referem que os *inputs* são habitualmente escassos e por isso difíceis de reduzir e que as necessidades da população são constantemente crescentes, pelo que seria anti-ético, perante este cenário, querer minimizar os recursos e manter os cuidados prestados, assim os autores usaram um modelo orientado à maximização de *outputs*. Também Oikonomou et al. (2015) justifica a sua escolha por um modelo orientado para maximização de *outputs*, devido ao facto de a procura pelos serviços de saúde ser uma necessidade crescente por parte da população. Cheng et al. (2015) justifica a sua escolha orientada para o *output* devido ao limitado controlo no que se refere à aquisição de *inputs* por parte dos gestores hospitalares.

Os autores referidos optaram por escolher um modelo com orientação para o *output* com o objetivo de apresentarem aos tomadores de decisão formas de oferecer mais e melhor serviço, dispondo dos mesmos recursos. Segundo essa lógica, baixar os *inputs* seria desadequado e maximizar os *outputs* será não só possível como positivo para a população em geral.

Para além disso, a eficiência hospitalar deve ser estudada como uma forma de aumentar a qualidade do serviço prestado e a satisfação dos doentes para com isso melhorar o sistema de saúde (Gok e Sezen, 2013). Para isso, é essencial ter melhores tratamentos, melhor desempenho, mais hospitalizações, mais altas de internamento e, como resultado, ter um aumento da qualidade de vida e de saúde, um decréscimo da taxa de mortalidade, de diagnósticos tardios e de tratamentos inadequados. Por estes motivos, este estudo terá por base um modelo orientado para o *output*.

## 4. METODOLOGIA

Em seguida serão apresentadas as premissas do modelo CCR e do modelo BCC e, para cada um deles, será enunciada a formulação matemática do modelo caso seja considerada orientação para o *input* ou, por outro lado, caso seja considerada orientação para o *output*.

### 4.3.1 O Modelo CCR

O modelo desenvolvido por Charnes et al. (1978) contempla retornos constantes de escala, isto significa que qualquer variação nos *inputs* produz uma variação proporcional nos *outputs*, pelo que é também conhecido por *Constant Returns to Scale* (CRS), ou Retornos Constantes à Escala (RCE) em português, ou ainda CCR como referência às iniciais dos apelidos de cada um dos autores que o desenvolveram (Charnes, Cooper e Rhodes).

A eficiência é genericamente medida como o quociente entre a soma ponderada dos *outputs* divididos pela soma ponderada dos *inputs* (em caso de existência de múltiplos *inputs* e *outputs*). Seja a  $DMU_0$ , a DMU para a qual pretendemos calcular a eficiência ( $z_0$ ). Então:

$$\text{Eficiência} = z_0 = \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots + u_r y_{r0}}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0}}$$

Onde:

- $z_0$  representa a eficiência da  $DMU_0$ . Seja a  $DMU_0$  a DMU de referência para o cálculo;
- $v_i$  representa o peso associado ao *input*  $i$ ;
- $u_r$  representa o peso associado ao *output*  $r$ ;
- $x_{i0}$  representa a quantidade de *input*  $i$  que a  $DMU_0$  analisada dispõe;
- $y_{r0}$  representa a quantidade de *output*  $r$  que a  $DMU_0$  analisada produz.

Com base nesta definição, o modelo procura selecionar os pesos que permitam a maximização da eficiência da DMU em análise, não permitindo, no entanto, que esses pesos quando aplicados às restantes DMU alcancem uma eficiência superior a um. Deste modo, pode dizer-se que o modelo CCR permite o cálculo do valor de eficiência de uma DMU, tendo como referência uma fronteira de máxima produtividade, definida por uma reta (como apresentado na Figura 4.1), isto é, tendo por base o pressuposto da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*.

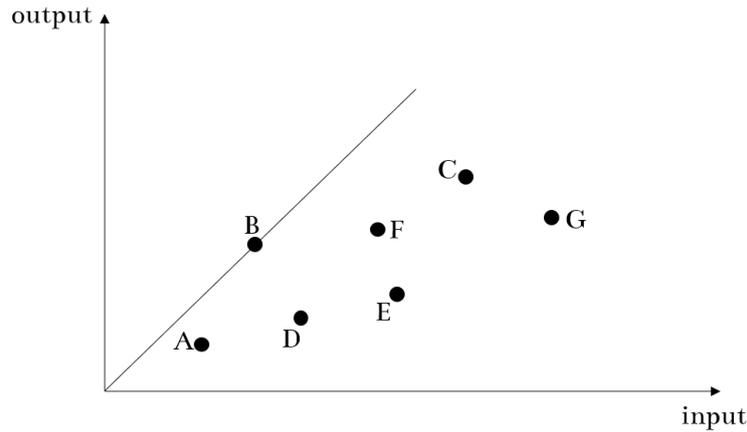


Figura 4.1: Representação da fronteira de eficiência de retornos constantes à escala

Importa referir que, na Figura 4.1, apenas a DMU B é eficiente, dado estar posicionada sob a fronteira de eficiência.

A formulação matemática do modelo depende, todavia, ainda de uma outra especificação que deve ser feita, além dos retornos de escala, nomeadamente a orientação do modelo, como já foi mencionado anteriormente. Assim, segundo o princípio de que as DMU operam em retornos de escala constantes e que o modelo será orientado para o *input*, a formulação matemática será definida como o quociente entre a soma ponderada dos *outputs* de um hospital divididos pela soma ponderada dos *inputs*. Assim, de um modo genérico, a eficiência técnica de uma DMU é determinada resolvendo o seguinte problema de programação linear que pode ser expresso matematicamente, segundo Charnes et al. (1978), da seguinte forma:

**Modelo Orientado para a Minimização de *Inputs* - CCR**

$$\max \quad z_0 = \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots + u_r y_{r0}}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (4.1)$$

$$\text{sujeito a} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad \forall j \quad (4.2)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i \quad (4.3)$$

Onde:

- $x_{ij}$  representa a quantidade de *input*  $i$  que a DMU $_j$  dispõe, em que  $i$  representa o  $i$ ésimo *input* incluído no modelo e  $m$  representa o número de *inputs* incluídos no modelo. Considere-se que  $j$  representa a  $j$ ésima DMU avaliada e  $n$  o número de DMU avaliadas no modelo;
- $y_{rj}$  representa a quantidade de *output*  $r$  que a DMU $_j$  produz, em que  $r$  representa o  $r$ ésimo *output* incluído no modelo e  $s$  representa o número de *outputs* incluídos no modelo;

Por outro lado, ainda segundo o princípio de que as DMU operam em retornos de escala constantes,

#### 4. METODOLOGIA

mas que o modelo será orientado para o *output*, a formulação matemática será definida como o rácio entre a soma ponderada dos *inputs* de um hospital divididos pela soma ponderada dos *outputs*. Assim, de um modo genérico, a eficiência técnica de uma DMU é determinada resolvendo o seguinte problema de programação linear que pode ser expresso matematicamente da seguinte forma:

##### Modelo Orientado para a Maximização de *Outputs* - CCR

$$\min \quad 1/z_0 = \frac{v_1x_{10} + v_2x_{20} + \dots + v_mx_{m0}}{u_1y_{10} + u_2y_{20} + \dots + u_ry_{r0}} = \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}} \quad (4.4)$$

$$\text{sujeito a} \quad \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1 \quad \forall j \quad (4.5)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i \quad (4.6)$$

Ambos os problemas matemáticos procuram determinar o valor dos pesos  $u_r$  e  $v_i$ , isto é, que cada DMU selecione os pesos associados a cada *input* e a cada *output* que lhe são mais favoráveis, desde que quando aplicados às restantes DMU respeitem as seguintes restrições:

- No caso do modelo orientado à minimização de *inputs*, maximizam a eficiência do hospital<sub>0</sub> (Equação 4.1), sujeito à restrição de que quando aplicados às outras instituições hospitalares, estas não possam ter uma eficiência maior do que um (Equação 4.2).
- No caso do modelo orientado à maximização de *outputs*, minimizam a eficiência do hospital<sub>0</sub> (Equação 4.4), sujeito à restrição de que quando aplicados às outras instituições hospitalares, estas não possam ter uma eficiência menor do que um (Equação 4.5).
- Em ambos os modelos, os pesos deverão ser valores não negativos (Equação 4.3 e Equação 4.6).

Isto significa que, segundo os modelos orientados à minimização de *inputs*, os valores de eficiência situar-se-ão entre 0 e 1, sendo que as DMU de eficiência 1 serão consideradas eficientes e as DMU de eficiência abaixo de 1 serão consideradas ineficientes. No caso de serem ineficientes, serão tanto mais ineficientes quanto menor for o valor de  $z_0$ . De modo oposto, segundo os modelos orientados à maximização de *outputs*, os valores de eficiência situar-se-ão entre 1 e  $+\infty$ , sendo que no caso de ser ineficiente, será tanto mais ineficiente quanto maior for o valor de  $z_0$ .

As formulações matemáticas acima descritas descrevem problemas de programação fracionária, porém podem ser transformados em problemas de programação linear, onde o denominador da função objetivo de cada uma deve ser uma constante, usualmente de valor 1. Assim, a Equação (4.1), conhecida como modelo CCR orientado para *inputs*, pode ser reescrita na forma dos multiplicadores (Primal), da seguinte forma:

**Minimização de Inputs - CCR - Primal (Multiplicadores)**

$$\max \quad z_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (4.7)$$

$$\text{sujeito a} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \quad (4.8)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad \forall j \quad (4.9)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i \quad (4.10)$$

A formulação matemática que se segue, conhecida por forma do envelope, tem como objetivo uma melhor compreensão da orientação do modelo, sendo dada pelo dual do modelo anterior. Deste modo, associando a variável real  $\theta_0$  à restrição (4.8) e as variáveis não negativas  $\lambda_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) à restrição (4.9), o dual é dado por:

**Minimização de Inputs - CCR - Dual (Envelope)**

$$\min \quad \theta_0 \quad (4.11)$$

$$\text{sujeito a} \quad \theta_0 x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad \forall i \quad (4.12)$$

$$-y_{r0} + \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq 0 \quad \forall r \quad (4.13)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j \quad (4.14)$$

#### 4. METODOLOGIA

De modo idêntico, a Equação (4.4), conhecida como o modelo CCR orientado para *outputs* na forma dos multiplicadores (Primal), pode ser reescrita da seguinte forma:

##### Maximização de *Outputs* - CCR - Primal (Multiplicadores)

$$\min \quad 1/z_0 = \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} \quad (4.15)$$

$$\text{sujeito a} \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} = 1 \quad (4.16)$$

$$-\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq 0 \quad \forall j \quad (4.17)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i \quad (4.18)$$

Seguindo o raciocínio anterior do modelo orientado para *inputs*, associando a variável real  $\theta_0$  à restrição (4.16) e as variáveis não negativas  $\lambda_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) à restrição (4.17), o dual é dado por:

##### Maximização de *Outputs* - CCR - Dual (Envelope)

$$\max \quad \gamma_0 \quad (4.19)$$

$$\text{sujeito a} \quad -\gamma_0 y_{r0} + \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq 0 \quad \forall r \quad (4.20)$$

$$x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad \forall i \quad (4.21)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j \quad (4.22)$$

Independentemente da orientação do modelo, enquanto que no modelo dos multiplicadores, os pesos dos *inputs* ( $v_i$ ) e dos *outputs* ( $u_r$ ) são as variáveis de decisão, no modelo do envelope as variáveis de decisão são  $\theta_0$  ( $\gamma_0$ ) e  $\lambda_j$ . Segundo o princípio da dualidade forte se um problema de programação linear tem uma solução ótima, então, o seu dual também tem e os seus valores são iguais.

Assim sendo,  $\theta_0^*$  é o valor da eficiência da DMU<sub>0</sub>. Nos modelos orientados ao *input*, o valor da eficiência de uma unidade considerada ineficiente (inferior a 1) é aquele que quando multiplicado pelos seus *inputs* lhe confere a redução necessária para que a unidade se torne eficiente. A restrição (4.12) garante que essa redução não ultrapassa a fronteira de eficiência, para cada um dos *inputs* em análise. A

restrição (4.13) garante que essa redução nos *inputs* não altera o atual nível de *output* para a DMU em análise.

No caso dos modelos orientados ao *output*, como já foi referido,  $\gamma_0^*$  será um valor compreendido entre 1 e  $+\infty$ . Assim, a DMU<sub>0</sub> será eficiente se  $\gamma_0^* = 1$  e ineficiente se  $\gamma_0^* > 1$ . Neste caso,  $\gamma_0^*$  representa o valor pelo qual os *outputs* da DMU<sub>0</sub> devem ser multiplicados por forma a que essa DMU<sub>0</sub> se torne eficiente. De modo similar ao caso anterior, a restrição (4.20) garante que essa redução não ultrapassa a fronteira de eficiência, para cada um dos *outputs* em análise. A restrição (4.21) garante que essa redução nos *outputs* não altera o atual nível de *input* para a DMU em análise.

Em ambas as orientações, as variáveis  $\lambda_j$  estabelecem um padrão de referência, isto é, para cada DMU ineficiente, existirão DMU que lhe servem de referência, unidades *benchmarks*, que permitem o cálculo da melhoria potencial que a DMU poderá efetuar com vista à obtenção da eficiência. No caso de um modelo com orientação à minimização de *inputs* permitirá conhecer a quantidade de recursos que poderão ser poupados. No caso de um modelo com orientação à maximização de *outputs* permitirá conhecer a produção adicional que seja possível alcançar.

Vale a pena ainda mencionar que o modelo CCR orientado para os *outputs* fornece a mesma eficiência que o modelo CCR orientado para os *inputs* (Cooper et al., 2007), apesar de as soluções ótimas dos dois modelos apresentarem diferentes valores dos pesos associados a *inputs* ( $v_i$ ) e *outputs* ( $u_r$ ), bem como para as variáveis que permitem identificar os *benchmarks* ( $\lambda_j$ ). Estes autores mostram, ainda, que a solução ótima do modelo CCR na forma de multiplicadores (respetivamente, na forma do envelope) com orientação para *output* pode ser obtida diretamente a partir da solução ótima para o modelo CCR na forma de multiplicadores (respetivamente, na forma do envelope) com orientação para *inputs* e vice-versa.

### 4.3.2 O Modelo BCC

Harfouche (2009) argumenta em defesa dos modelos BCC que a “concorrência imperfeita, estrangulamentos financeiros, entre outras, podem ter como consequência que uma DMU não produza a uma escala ideal”. Banker et al. (1984) sugeriram uma extensão do modelo DEA de retornos constantes à escala para contemplar situações em que os retornos são variáveis à escala. Este modelo é conhecido por *Variable Returns to Scale* (VRS), ou Retornos Variáveis à Escala (RVE), ou ainda BCC como referência às iniciais dos apelidos de cada um dos autores que o desenvolveram, Banker, Charnes e Cooper. O modelo BCC surge assim como uma forma de, à semelhança do modelo CCR, medir a eficiência produtiva, porém dividindo-a em duas componentes: a eficiência técnica e a eficiência de escala. Deste modo, a eficiência técnica que resulta do modelo BCC identifica a correta utilização dos recursos à escala de operação da DMU.

A utilização das especificações do modelo BCC assume que nem todas as DMU produzem à escala ideal. A sua utilização permite o cálculo da eficiência técnica, anulando a componente da possível ineficiência de escala (Coelli e Battese, 1996). A eficiência calculada pela abordagem BCC tem o nome de eficiência técnica pura.

#### 4. METODOLOGIA

Assim, o modelo BCC substitui o pressuposto da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo pressuposto da convexidade. A restrição de convexidade garante que um hospital ineficiente será somente comparado com outro hospital semelhante. Esta restrição implica que a fronteira de eficiência seja formada apenas por interpolação entre hospitais e exclua extrapolação de desempenhos de uma escala para outra diferente. O modelo BCC é então uma generalização do modelo CCR que possibilita que as DMU que utilizam baixos níveis de *inputs* obtenham retornos crescentes à escala, e as que utilizam elevados níveis de *inputs* obtenham retornos decrescentes à escala (Cooper et al., 2007). Como referido no início da secção 4.2, os retornos de escala dizem-se crescentes quando qualquer variação nos *inputs* provoca uma variação maior do que o proporcional nos *outputs*, e dizem-se decrescentes quando qualquer variação nos *inputs* provoca uma variação menor do que o proporcional nos *outputs*. A eficiência de escala mede o desvio entre as fronteiras CCR e BCC para cada DMU.

Assim, para considerar um modelo BCC (tanto na abordagem para maximização de *outputs* como na de minimização de *inputs* na sua forma dual) basta acrescentar a restrição de convexidade:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (4.23)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (4.24)$$

Uma vez que o modelo BCC forma uma “concha” dos planos intersectados que envolvem os dados representados por pontos, tende a categorizar mais DMU como eficientes, contrariamente ao modelo CCR, que é mais exigente. Assim, os resultados de eficiência num modelo BCC são maiores ou iguais aos obtidos considerando o modelo CCR.

A existência de retornos variáveis de escala está diretamente relacionada com o comportamento não uniforme da fronteira. Recuperando o exemplo fictício das empresas produtoras de canetas, A, B e C (enunciado na secção 3.1). Como referido, em oito horas de trabalho, a produção (em quantidade) de canetas por parte da empresa A é de 1.000, da empresa B é de 1.400 e da empresa C é de 1.600. Consideremos que as três empresas dispunham, para a produção acima indicada, no instante 0 (zero), de 20 funcionários. Mais tarde, no instante 1, após a aquisição de 10 funcionários (e mantendo todos os demais fatores constantes) por parte das três empresas, verificou-se a produção de canetas enunciada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Exemplo explicativo dos vários tipos de retornos de escala

	A	B	C
Número de canetas produzidas com 20 funcionários	1.000	1.400	1.600
Número de canetas produzidas com 30 funcionários	1.500	2.000	3.600
Retornos de Escala	constantes	decrescentes	crescentes

Assim, pode dizer-se que a empresa A revela uma produtividade constante face ao instante 0, isto é, a produção aumentou na mesma proporção que o aumento de recursos humanos, revelando uma produção de retornos constantes à escala). Na mesma linha de pensamento, a empresa B revelou uma produtividade decrescente face ao instante 0, isto é, o aumento da produção foi proporcionalmente inferior quando comparado com a proporção de aumento de recursos humanos, revelando uma produção de retornos variáveis de escala decrescentes. Por fim, a empresa C revelou uma produtividade crescente

### 4.3 Orientação do Modelo

face ao instante 0, isto é, o aumento da produção foi proporcionalmente superior quando comparado com a proporção de aumento de recursos humanos, revelando uma produção de retornos variáveis de escala crescentes.

Sendo assim, a fronteira com retornos crescentes de escala indica que se a escala aumentar será verificado um ganho de produtividade. Por outro lado, no caso de retornos decrescentes verifica-se que a cada aumento de escala existe uma perda de produtividade. A Figura 4.2 indica a representação gráfica de cada um dos tipos de retornos de escala, bem como as fronteiras produzidas pelas abordagens de retornos constantes e variáveis à escala, no caso em que apenas se considera um *input* e um *output*.

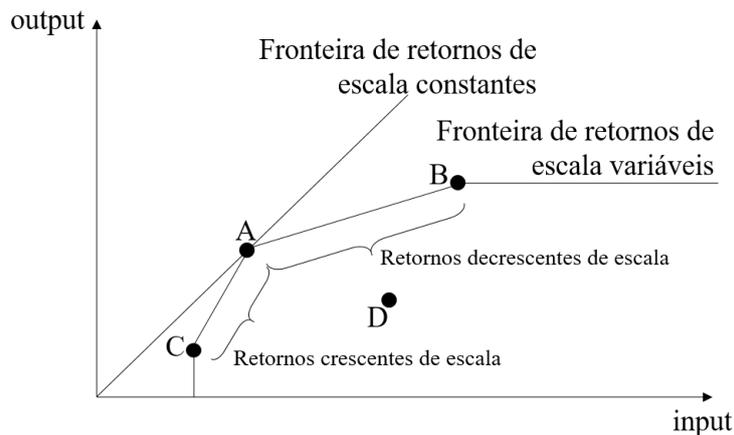


Figura 4.2: Representação das fronteiras de eficiência de retornos constantes e variáveis à escala

A DMU A é a única que apresenta uma eficiência técnica global, isto é, adquire um índice de eficiência unitário tanto na abordagem CCR como BCC. As DMU B e C apresentam uma eficiência técnica local, isto é, são eficientes apenas numa abordagem BCC. Qualquer DMU situada no segmento de reta  $\overline{AC}$  considera-se que labora em retornos crescentes de escala. Da mesma forma, qualquer DMU situada no segmento de reta  $\overline{AB}$  opera em retornos decrescentes de escala. A DMU D é ineficiente, dado encontrar-se no interior de ambas as fronteiras de eficiência.

Surge assim o conceito de eficiência de escala que é dado pelo quociente entre o valor da eficiência aplicando o modelo CCR (eficiência técnica) e o valor da eficiência aplicando o modelo BCC (eficiência técnica pura).

$$EE = \frac{E_{CCR}}{E_{BCC}} \quad (4.25)$$

Onde:

$EE$  representa a eficiência de escala;

$E_{CCR}$  representa o valor de eficiência obtido pelo modelo CCR (eficiência técnica);

$E_{BCC}$  representa o valor de eficiência obtido pelo modelo BCC (eficiência técnica pura).

A escolha de um modelo que contemple economias de escala BCC implica que sejam comparadas DMU consideradas de dimensão próxima. A eficiência de escala fornece uma medida de distância entre

## 4. METODOLOGIA

a DMU em análise até uma DMU fictícia, que opera à escala mais produtiva.

### 4.3.3 Modelo CCR *versus* Modelo BCC

O valor da eficiência obtido por uma DMU que opera com retornos variáveis de escala é sempre maior ou igual do que o valor da eficiência obtido por essa DMU, no caso em que esta opere com retornos constantes de escala. Isto é, se uma DMU é eficiente através do modelo CCR, também o é através do modelo BCC. Porém, o recíproco não é verdadeiro, isto é, o facto de uma DMU ser eficiente através do modelo BCC, não implica que o seja através do modelo CCR.

Segundo Cooper et al. (2007), a eficiência calculada através do modelo CCR é uma eficiência técnica global e diz-se, neste caso, que se uma DMU é eficiente através do modelo CCR então é globalmente eficiente. Se uma DMU é globalmente eficiente, está a operar no maior comprimento de escala, isto é, está na sua produtividade máxima. Por outro lado, a eficiência calculada através do modelo BCC diz-se uma eficiência técnica local ou eficiência técnica pura, pois elimina, da eficiência técnica, a parcela da ineficiência de escala. Assim, uma DMU que seja eficiente unicamente através do modelo BCC então é localmente eficiente.

Nessa linha de pensamento e por análise da Equação (4.25), a eficiência de escala é sempre menor ou igual a um. Desta forma, a eficiência de escala de uma DMU é igual a um sempre que a DMU for eficiente na presença de rendimentos constantes à escala. Se eficiência à escala for inferior a um, a DMU não está a operar com a sua produtividade máxima e consequentemente será considerada ineficiente com rendimentos constantes à escala, e eficiente ou ineficiente com rendimentos variáveis à escala (Cooper et al., 2007).

Vale a pena refletir sobre esta questão, pois a adoção de uma ou outra perspetiva traz limitações. Tal como Moreira (2008) refere, a utilização de um modelo com rendimentos constantes à escala pressupõe que os hospitais estão a operar na sua dimensão ótima, isto nega a existência de ineficiências de escala, e consequentemente isso poderá não retratar a realidade. Porém, abandonar esta hipótese implica, como mencionado anteriormente, o aumento do número de unidades suscetíveis de servirem de referência, aumentando o número de hospitais eficientes e os níveis médios de eficiência, o que também poderá não retratar a realidade.

## 4.4 Restrições aos Pesos

Uma das variantes aos modelos básicos de DEA consiste na introdução de restrições aos valores dos pesos. Os pesos ( $v_i$ ) e ( $u_r$ ) são determinados por aplicação da metodologia DEA, para cada DMU, e fazem com que esta se encontre no seu melhor desempenho. Isto significa que a eficiência é calculada por forma a ser maximizada independentemente dos valores que são atribuídos aos pesos. Os resultados da eficiência, considerando a total liberdade na atribuição dos pesos, são melhores do que quando se usam pesos fixos, uma vez que as restrições são menos apertadas.

Assim, o DEA permite que um hospital localizado na fronteira use pesos mais elevados para os *inputs* e *outputs* para os quais a unidade seja particularmente eficiente, e pesos muito baixos para os outros. Se o DEA permite completa liberdade para escolher os pesos para os hospitais, fatores de

importância secundária podem dominar a avaliação da eficiência, ou em alternativa fatores importantes podem ser ignorados na análise. Esta consideração levou a várias abordagens para limitar a flexibilidade de escolha de pesos de *inputs* e *outputs*. Ao colocar restrições aos pesos, a região de busca é reduzida e, por isso, a eficiência de um hospital não pode aumentar, podendo só diminuir, quando comparada com o valor determinado para a análise sem restrições.

O uso destas restrições de pesos requer julgamentos de valor da importância relativa dos diferentes *outputs* e sobre o custo relativo de oportunidade dos *inputs* usados. As restrições podem ser criticadas devido ao facto de comprometerem a objectividade presente na análise não restringida.

Uma das formas de impor este tipo de restrições consiste na utilização do método da região de confiança proposto por Thompson et al. (1986), em que se restringe o valor dos rácios entre os pesos de *inputs* (ou *outputs*). As regiões de confiança têm por base as seguintes relações:

$$\alpha \leq \frac{u_r}{u_1} \leq \beta \quad (4.26)$$

e

$$\alpha' \leq \frac{v_i}{v_1} \leq \beta' \quad (4.27)$$

Onde  $u_1$  e  $v_1$  representam aos pesos correspondentes da variável *output* e *input* de referência, respetivamente; e  $u_r$  e  $v_i$  representam aos pesos correspondentes de *output* e *input* para as restantes variáveis, respetivamente ( $i = 2, \dots, m$  e  $r = 2, \dots, s$ ). As constantes  $\alpha$  ( $\alpha'$ ) e  $\beta$  ( $\beta'$ ) representam os limites inferior e superior dos rácios das variáveis *input* (*output*), respetivamente.

Naturalmente, a fronteira de eficiência modifica a sua conformação quando incluídas restrições. Neste trabalho, serão incluídos modelos com restrição aos pesos.

## 4.5 Qualidade do Modelo

A ausência de uma função de produção impossibilita a realização de testes estatísticos que afirmem a qualidade do modelo, porém é pertinente perceber se o modelo adotado reflete de modo robusto a realidade. Os pontos debatidos em seguida merecem uma atenção especial aquando da avaliação do modelo.

### 4.5.1 Ajustar a Fatores Ambientais

Há determinadas características ou fatores ambientais inerentes a cada DMU que inevitavelmente influenciam o seu desempenho, podemos referir-nos à sua localização, ao espaço que ocupam, às necessidades da população, à complexidade dos serviços prestados, entre outros. Uma das formas de incluir o ajuste a fatores ambientais consiste em estimar a fronteira de eficiência pelo método tradicional de DEA numa fase inicial e em seguida, com esses resultados, desenvolver um modelo de regressão com as variáveis ambientais (Barbetta et al., 2007; Tribunal de Contas, 2006). Os resultados da eficiência são

## 4. METODOLOGIA

posteriormente usados como variável dependente na análise de regressão. Este trabalho não incluirá o ajuste a fatores ambientais.

### 4.5.2 Comparabilidade entre as DMU consideradas

De um modo geral, parte-se do princípio de que todas as DMU são consideradas homogêneas tanto na natureza da sua atividade como no meio em que estão inseridas. Isto é, fazendo uso do mesmo tipo de recursos, obtêm produtos e prestam serviços semelhantes. Porém é fácil compreender que nem sempre as DMU prestam o mesmo tipo de serviço, nem o local onde estão inseridas é um fator independente.

Vejam os seguinte exemplo que se foca na problemática da diferença entre recursos e produtos. Numa universidade, se se pretender avaliar a eficiência dos departamentos que a compõem, facilmente se compreende que o departamento de química incorrerá em maiores custos que o departamento de matemática, levando o decisor a crer que o primeiro terá pior desempenho que o segundo. Agora remetendo ao local onde estão inseridas as DMU, a título de exemplo, também será compreendido que, se se pretender avaliar a eficiência do desempenho de escolas, este poderá ser afetado pela situação sócio-económica dos alunos.

### 4.5.3 Ruído Aleatório e Medidas de Erro

A natureza empírica da metodologia pode, ao conter erros de medição, ser uma fonte de potenciais erros de interpretação de resultados. Isto significa que a diferença entre o rácio *input/output*, no caso de se considerar um modelo orientado aos *outputs*, e o máximo previsto pela fronteira é devida apenas à ineficiência, mas na verdade, pode conter uma componente associada ao erro de medição.

### 4.5.4 Pequenas Amostras e Observações *Outlier*

Pequenas amostras tendem a não ter associado um modelo muito robusto porque necessariamente pelo menos uma DMU será considerada eficiente para que possamos, face a essa, posicionar todas as outras na ou abaixo da fronteira. Isto significa que concluir que uma DMU, segundo o DEA, é eficiente tem as suas limitações. Há ainda que fazer análises de sensibilidade que permitam conhecer o comportamento da fronteira de eficiência quando uma dada DMU, até então considerada eficiente, é excluída do modelo. Isto é, deve verificar-se a que distância fica essa DMU da fronteira quando esta não é considerada na sua determinação.

### 4.5.5 Inclusão / Exclusão de Variáveis

Os *inputs* e *outputs* escolhidos para incorporar o modelo deverão ser representativos de todos os recursos de que a DMU dispõe e de toda a atividade que esta produz. Os *inputs* deverão estar intimamente ligados aos *outputs*, isto é, idealmente os *inputs* sozinhos deverão influenciar os *outputs*, e apenas os *outputs* considerados na amostra. Naturalmente, obter informação de carácter tão exclusivo e exaustivo não é fácil, muito pela indisponibilidade de acesso aos dados. É ainda relevante considerar que a inclusão e a exclusão de qualquer amostra ao modelo altera sempre os resultados.

Ainda no que se refere à inclusão e exclusão de variáveis, vale a pena referir que quantas mais forem consideradas, menor será a capacidade de discriminação entre hospitais, isto é, mais hospitais serão considerados eficientes. Por esse motivo foram criadas regras associadas à relação entre o número de

DMU utilizadas e o número de variáveis a incluir no modelo, como será debatido na secção 5.3.

Quanto à unidade das variáveis, há ainda que considerar que devem estar todas na mesma ordem de grandeza sob pena de distorcerem os resultados da eficiência. Significa isto que dados sob a forma de percentagem podem ser incluídos apenas se no conjunto de *inputs* e *outputs*, todos sejam dessa natureza.

Num olhar mais atento no que se refere à direção pretendida de *inputs* e *outputs*, de um modo geral, pretende-se que quanto menores os *inputs*, melhor será a eficiência, assim como quanto maiores os *outputs*, melhor será a eficiência. Todavia, nem sempre as variáveis passíveis de ser selecionadas obedecem a esta lógica. Vejamos que por exemplo, ao considerar a variável número de re-internamentos, o seu aumento não induz um aumento na eficiência, assim como a variável tempo de espera até cirurgia. Para essas situações, as soluções passam pela não inclusão dessas variáveis no modelo, ou pela subtração desses dados a uma grande constante K, ou pela troca dessa variável de *output* para o lado do *input* ou vice-versa.

### 4.5.6 Análise de Sensibilidade

Devido à inexistência de estatísticas de diagnóstico que permitam julgar a qualidade do modelo, devem testar-se cenários alternativos face ao modelo inicial estabelecido e verificar as mudanças ocorridas na fronteira. Dessa forma, torna-se possível a construção de intervalos de dados para os quais os resultados permaneçam fracamente alterados.

Depois desta mais aprofundada exploração da técnica de DEA, no capítulo seguinte será feita uma descrição detalhada da amostra utilizada, do período de análise, bem como a sua fonte de informação.



## Capítulo 5

# Caso de Estudo

O capítulo que se segue pretende dar a conhecer a amostra utilizada, as variáveis recolhidas e o período de estudo.

### 5.1 Fonte de Informação

A maioria dos dados utilizados foram recolhidos na Área da Transparência cujo acesso *online* pode ser feito através do endereço [www.sns.gov.pt/transparencia](http://www.sns.gov.pt/transparencia). As bases de dados foram transferidas à data de 1 de julho de 2019.

A Área da Transparência do Portal SNS é um serviço público promovido pelo Ministério da Saúde, cujo objetivo é disponibilizar e tornar plenamente acessível dados associados às operações e transações que decorrem no âmbito das atividades do SNS, nas diversas entidades. A Área da Transparência permite acompanhar quatro indicadores: acesso; saúde dos portugueses; eficiência e qualidade.

No que se refere ao ICM e ao financiamento hospitalar, os dados utilizados foram recolhidos dos Contratos-Programa referentes aos anos em análise, também disponíveis, no separador designado por Contratualização, publicamente em [www.acss.min-saude.pt//category/cuidados-de-saude/hospitales/](http://www.acss.min-saude.pt//category/cuidados-de-saude/hospitales/).

### 5.2 Definição da Amostra e Período de análise

Segundo o relatório das Estatísticas da Saúde (INE, 2018), em 2016 existiam 107 hospitais públicos portugueses. Alguns deles existem como unidade individual, porém outros estão agregados em centros hospitalares (que incluem vários hospitais) ou unidades locais de saúde (que incluem vários hospitais e vários centros de saúde). Se considerada essa agregação, segundo o *site* do SNS, e como foi detalhado na Tabela 1 que consta do Apêndice A, pode dizer-se que em Portugal existem atualmente 54 entidades hospitalares públicas, sendo quatro delas consideradas do tipo PPP, seis do tipo SPA, outros quatro pertencentes ao território das ilhas e as restantes 40 instituições do tipo EPE. Não foi possível recolher dados referentes ao Centro Hospitalar do Oeste (EPE), de nenhuma das PPP, de nenhuma unidade localizada nas ilhas, nem das unidades do tipo SPA.

Ao longo do período em análise, que ficou definido como sendo entre 2015 e 2018, as 39 instituições pertencentes ao Setor Público Empresarial foram financiadas com a mesma lógica de financiamento.

## 5. CASO DE ESTUDO

Significa isto que foram executados, para todas estas, Contratos-Programa. Os Contratos-Programa visam a igualdade de regras de financiamento hospitalar e referem-se à operacionalização dos termos de referência para a contratualização de cuidados de saúde no SNS. O conceito de Contrato-Programa tem o objetivo de providenciar ganhos de eficiência na prestação de cuidados de saúde e equidade na distribuição de recursos. Porque para o Orçamento do Estado estas unidades foram financiadas na mesma lógica, considerou-se que a análise de eficiência deveria contemplar a amostra relativa às 39 instituições pertencentes ao Setor Público Empresarial.

Deve ainda ser referido que parte da amostra das 39 instituições pertencentes ao Setor Público Empresarial são unidades heterogéneas, sendo este facto uma fragilidade na aplicação do método de DEA que impõe que as DMU sejam consideradas homogéneas. Algumas das unidades prestam serviço especializado numa dada área da medicina, outras incluem unidades hospitalares (hospitais) e unidades prestadoras de cuidados de saúde primários (centros de saúde), outras referem-se a hospitais singulares, outras a centros hospitalares (que incluem várias unidades hospitalares, alguns deles, em determinados casos, de especialidade) e ainda outras a unidades associadas à componente do ensino (hospitais universitários). Por esse motivo, a inclusão num todo das 39 instituições hospitalares na amostra deverá ser acautelada e deverá ter essa fragilidade em consideração.

Nesse sentido, é de salientar que as 8 unidades do tipo ULS, isto é, da Guarda, do Nordeste, do Norte Alentejano, de Castelo Branco, do Litoral Alentejano, de Matosinhos, do Alto Minho e do Baixo Alentejo têm, além de hospitais associados, também centros de saúde. Os 3 institutos portugueses de oncologia prestam serviço, exclusivamente, na área da oncologia. Também o Hospital Magalhães Lemos presta serviço especializado em psiquiatria. De forma análoga, o Centro de Medicina de Reabilitação da Região Centro Rovisco Pais presta serviço especializado na área da medicina física de reabilitação.

A amostra final é assim composta por 39 instituições hospitalares públicas portuguesas, todas pertencentes ao território continental. A Tabela 5.1 contém a lista de hospitais incluídos na análise.

### 5.3 Definição das variáveis a incluir no Modelo

Tabela 5.1: Amostra usada em análise

Siglas	Hospitais	Siglas	Hospitais
CHBM	Centro Hospitalar Barreiro Montijo	HSOG	Hospital da Senhora da Oliveira, Guimarães
CHL	Centro Hospitalar de Leiria	HML	Hospital de Magalhães Lemos
CHLO	Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental	HDFE	Hospital Distrital da Figueira da Foz
CHS	Centro Hospitalar de Setúbal	HDS	Hospital Distrital de Santarém
CHBV	Centro Hospitalar do Baixo Vouga	HESE	Hospital Espírito Santo de Évora
CHMA	Centro Hospitalar do Médio Ave	HGO	Hospital Garcia de Orta
CHUC	Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra	HPDFE	Hospital Professor Doutor Fernando Fonseca
CHEDV	Centro Hospitalar Entre Douro e Vouga	HSMM	Hospital Santa Maria Maior
CHMT	Centro Hospitalar Médio Tejo	IPOC	Instituto Portugues de Oncologia de Coimbra
CHPVVC	Centro Hospitalar Póvoa de Varzim - Vila do Conde	IPOL	Instituto Portugues de Oncologia de Lisboa
CHTS	Centro Hospitalar Tâmega e Sousa	IPOP	Instituto Portugues de Oncologia do Porto
CHTV	Centro Hospitalar Tondela-Viseu	ULSG	Unidade Local de Saúde da Guarda
CHTMAD	Centro Hospitalar Trás-os-Montes e Alto Douro, EPE	ULSCB	Unidade Local de Saúde de Castelo Branco
CHUCB	Centro Hospitalar Universitário Cova da Beira	ULSM	Unidade Local de Saúde de Matosinhos
CHULN	Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Norte	ULSAM	Unidade Local de Saúde do Alto Minho
CHUSJ	Centro Hospitalar Universitário de São João	ULSBA	Unidade Local de Saúde do Baixo Alentejo
CHUA	Centro Hospitalar Universitário do Algarve	ULSLA	Unidade Local de Saúde do Litoral Alentejano
CHUP	Centro Hospitalar Universitário do Porto	ULSN	Unidade Local de Saúde do Nordeste
CHULC	Centro Hospitalar Universitário Lisboa Central	ULSNA	Unidade Local de Saúde do Norte Alentejano
CHVNGE	Centro Hospitalar Vila Nova de Gaia - Espinho		

### 5.3 Definição das variáveis a incluir no Modelo

Segundo Bogetoft e Otto (2012), de acordo com a teoria da programação linear, se existe uma solução ótima, então existe uma solução básica ótima para a qual o número de variáveis positivas é, no máximo, igual ao número de restrições lineares. Seja  $m$  o número de *inputs*,  $n$  o número de *outputs* e  $K$  o número de DMU. No modelo BCC existem  $m + n + 1$  restrições e  $K + 1$  variáveis ( $\lambda$  e  $\theta$ ). Como  $\theta$  é tipicamente positivo, há  $m + n + 1 - 1 = m + n$  variáveis que devem ser positivas. No modelo CCR existe menos uma restrição, pelo que o número de variáveis deverá ser  $m + n$  ou  $m + n - 1$ .

Pelos motivos mencionados anteriormente, incluir mais variáveis do que as sugeridas ameaça a robustez da análise uma vez que aumenta o número de DMU que constam da referência. Isto é, mais DMU são encontradas sob a fronteira de eficiência adquirindo assim pontuação máxima. Deste modo, o método perde a sua capacidade de distinção entre DMU eficientes e ineficientes, perde a sua habilidade em distinguir quais têm e quais não têm um bom desempenho. Por esse motivo, Banker et al. (1989) sugerem que sejam aplicadas uma das duas regras de ouro, aquela que permitir a utilização de uma maior quantidade de DMU:

- $K > 3(m + n)$
- $K > m \times n$

Transpondo ao estudo em questão, a primeira regra indica que o número de hospitais a incluir no modelo deverá ser superior ao triplo da soma dos *inputs* e *outputs* incluídos. A segunda regra indica que o número de hospitais a incluir no modelo deverá ser superior ao produto dos *inputs* e *outputs* incluídos (Bogetoft e Otto, 2012).

## 5. CASO DE ESTUDO

Posto isto, e de acordo com a informação disponibilizada na Área da Transparência, a escolha dos *inputs* e *outputs* foi feita tendo em conta um levantamento das variáveis mais utilizadas em estudos de objetivo semelhante.

Em seguida serão apresentadas com maior detalhe as variáveis utilizadas nos modelos a estudar, o motivo pelo qual foi considerada importante a sua inclusão e o modo como foram transformadas para poderem ser incluídas nos modelos.

### 5.3.1 Variáveis *Input*

A vasta literatura relativa ao tema mostra que os *inputs* mais vulgarmente utilizados são o número de trabalhadores, como *proxy* do fator trabalho, e o número de camas, como *proxy* do fator capital (Ali, Debela, e Bamud, 2017; Campanella et al., 2017; Farzianpour, Emami, Foroushani, e Ghiasi, 2016; Flokou, Aletras, e Niakas, 2017; Jia e Yuan, 2017; Mahate, Hamidi, e Akinci, 2016; Harrison e Meyer, 2014; G. P. Barbetta, Turati, e Zago, 2001).

#### 5.3.1.1 Número de Trabalhadores

O bom funcionamento das unidades hospitalares e os resultados obtidos em termos de produção dependem fortemente do número de profissionais que integram cada hospital, pois são estes que, ainda que com recurso a dispositivos, fármacos, entre outros recursos, tornam possível a prestação de cuidados de saúde, razão pela qual foi considerada de elevada pertinência a sua inclusão na análise.

Foram considerados o número de profissionais das seguintes categorias:

- Médicos (inclui internos e não internos);
- Enfermeiros;
- Técnicos Superiores de Diagnóstico e Terapêutica (TSDT);
- Assistentes Operacionais (AO).

Os dados obtidos referem-se ao número de trabalhadores, por instituição e por grupo profissional, vinculados com contrato de trabalho às entidades hospitalares do tipo EPE, no mês e ano a que se referem, que se encontram sob a tutela do Ministério da Saúde.

A desagregação em termos de categoria profissional considerada reflete as diferenças de custos associadas às várias categorias profissionais. Por forma a obter o número de trabalhadores em cada instituição hospitalar, por ano, para cada categoria profissional, foi considerada a média do número de trabalhadores nos 12 meses de cada ano, nos anos de 2015 a 2018, para cada instituição hospitalar.

#### 5.3.1.2 Número de Camas

Uma unidade hospitalar deve dispor de camas para receber os doentes que necessitam de cuidados médicos. Por esse motivo, a sua inclusão no modelo é de elevada importância e pertinência, pois esta

## 5.3 Definição das variáveis a incluir no Modelo

variável representa a capacidade de resposta do hospital em situações que envolvam internamento.

Esta variável pretende avaliar o número total de camas existentes cujo objetivo é o internamento, num estabelecimento hospitalar, no mês e ano a que se referem. Assim, esta variável inclui o número de camas utilizadas no internamento das especialidades médicas e cirúrgicas, o número de camas que não estão atribuídas a uma especialidade concreta e que são geridas de forma integrada de acordo com as necessidades de internamento, e o número de camas que são utilizadas nos serviços de cuidados intensivos e intermédios.

Por forma a obter o número de camas em cada instituição hospitalar por ano, foi considerada a média do número de camas nos 12 meses de cada ano, nos anos de 2015 a 2018, para cada instituição hospitalar.

### 5.3.1.3 Financiamento

O sistema de financiamento hospitalar público português é de natureza prospetiva, através de um orçamento global baseado no ICM. O financiamento baseia-se principalmente nos GDH correspondentes a cada episódio para calcular o ICM da instituição hospitalar. Atualmente os hospitais são tendencialmente sub-financiados, isto é, são-lhes disponibilizados recursos financeiros inferiores àqueles que são efetivamente gastos, resultando em constantes dívidas. Anualmente são celebrados, por instituição hospitalar, Contratos-Programa. Esses documentos mencionam qual o valor total do contrato para uma dada instituição hospitalar no ano a que se refere e pretende-se que essa quantia seja usada para fazer face a todas as despesas que a instituição hospitalar tenha durante todo esse ano.

Um Contrato-Programa tem como objetivo permitir à instituição hospitalar programar a sua atividade com base num quadro anual, tão estável quanto possível, tendo em consideração os previsíveis meios financeiros de que disporá. Além disso, o Contrato-Programa deverá ainda permitir uma melhor gestão orçamental ao SNS, determinando a quantidade de serviços clínicos que disponibilizará aos utentes e programando antecipadamente a despesa a efetuar. Neste trabalho, esta variável pretende assim medir a quantia, em dinheiro, disponibilizada a cada instituição hospitalar, em cada ano.

### 5.3.2 Variáveis *Output*

Relativamente às variáveis de *output*, a sua escolha deve refletir o que é fundamental ser medido: o que é produzido pelos hospitais. A produção hospitalar inclui o acesso da população aos cuidados de saúde e a quantidade total de tratamento dado e disponível à população.

Em situação de internamento, podem ser estudados vários indicadores como o número de doentes saídos, a duração do internamento, a taxa de ocupação de camas, o número de cirurgias, entre outros. Fora do contexto do internamento, pode ser averiguado o número de consultas externas, o número de episódios de urgência, o número de sessões de hospital de dia, entre outros indicadores.

Na literatura consultada, do lado dos *outputs*, as variáveis mais comumente utilizadas são:

- o número de consultas externas (Ali et al., 2017; Farzianpour et al., 2016; Flokou et al., 2017; Mahate et al., 2016; Wang et al., 2016; Cheng et al., 2015; Harrison e Meyer, 2014; Sulku, 2011;

## 5. CASO DE ESTUDO

Kalhor et al., 2016; Mujasi et al., 2016; Applanaidu et al., 2014; Shamzaeffa et al., 2014; Jat e Sebastian, 2013; J.M. e E.Z., 2013; Hu et al., 2012; Shahhoseini et al., 2011; Dash, 2009; Gai et al., 2010; Tlotlego et al., 2010; Masiye, 2007);

- a duração do internamento (Ali et al., 2017; Jia e Yuan, 2017; Mahate et al., 2016; Cheng et al., 2015; Harrison e Meyer, 2014; Kalhor et al., 2016; Mujasi et al., 2016; Hu et al., 2012; Shahhoseini et al., 2011; Dash, 2009; Tlotlego et al., 2010);
- o número de cirurgias realizadas (Ali et al., 2017; Flokou et al., 2017; Harrison e Meyer, 2014; Sulku, 2011; Kalhor et al., 2016; Applanaidu et al., 2014; Shamzaeffa et al., 2014; Shahhoseini et al., 2011; Dash, 2009; Aletras et al., 2007);
- a taxa de ocupação de camas (Farzianpour et al., 2016; Shahhoseini et al., 2011);
- o número de episódios de urgência (Cheng et al., 2015; Tribunal de Contas, 2006);
- o número de doentes saídos (Jia e Yuan, 2017; Wang et al., 2016; J.M. e E.Z., 2013; Ersoy et al., 1997; Dalmau-Matarrodona e Puig-junoy, 1998; Sahin e Ozcan, 2000; Chern e Wan, 2000; G. Barbetta et al., 2007).

Os hospitais são considerados organizações com grande complexidade por lidarem frequentemente com situações de doença em indivíduos com características e quadros clínicos muito particulares. Consequentemente, torna-se difícil prever o financiamento a atribuir a cada instituição hospitalar anualmente e por esse motivo é bastante útil o conhecimento e medição da produção hospitalar (Costa e Lopes, 2004). O ICM surge assim como medida de produção hospitalar, que procura juntar num único indicador a produção que provém da atividade diversificada da instituição hospitalar, gerando um perfil de produção em termos de custos dos doentes tratados (Costa e Lopes, 2004; Bentes et al., 1996).

Segundo a ACSS (2019), o ICM é o coeficiente global de ponderação da produção que reflete a relatividade de um hospital face aos outros, em termos da sua maior ou menor proporção de doentes com patologias complexas e, conseqüentemente, mais consumidores de recursos. O ICM determina-se calculando o rácio entre o número de doentes equivalentes ponderado pelos pesos relativos dos respectivos GDH e o número total de doentes equivalentes.

O peso relativo de um GDH refere-se a um coeficiente de ponderação que visa refletir o custo esperado proveniente do tratamento de um doente representativo desse GDH, expresso em termos relativos, de acordo com o custo médio de tratamento do doente típico nacional, que é por definição 1,0. Em termos práticos, isto significa que, por exemplo, para um GDH com ponderação de 1,5, espera-se que o consumo médio de recursos de um doente classificado nesse GDH seja uma vez e meia superior ao consumo do doente médio nacional (Bentes et al., 1996).

No âmbito dos Contratos-Programa celebrados com os Hospitais do SNS, procede-se ao cálculo do ICM para a produção em internamento e para a produção em ambulatório, considerando-se ainda ICM distintos para episódios cirúrgicos e médicos em cada uma daquelas linhas de produção.

## 5.3 Definição das variáveis a incluir no Modelo

### 5.3.2.1 Consultas Externas

A consulta externa é uma das atividades mais características do serviço prestado em ambulatório. Este serviço pretende oferecer assistência médica em ambulatório, por um médico ou por uma equipa de profissionais, abrangendo a observação clínica, o diagnóstico, a prescrição terapêutica, o aconselhamento ou a verificação da evolução do estado de saúde de um utente que não exija internamento hospitalar.

A Área da Transparência disponibiliza informação relativa ao número de consultas externas realizadas mensalmente, sendo este valor acumulado aos meses anteriores do ano a que se refere, por instituição hospitalar. A informação obtida está desagregada por primeiras consultas e consultas subsequentes. Primeiras consultas médicas são as consultas externas em que o utente é examinado pela primeira vez num serviço de especialidade, referente a um episódio clínico. Consultas subsequentes são as consultas médicas para verificação da evolução do estado de saúde do doente, prescrição terapêutica e/ou preventiva, tendo como referência a primeira consulta. Este indicador não inclui as consultas de medicina no trabalho.

Deste modo, e porque para o estudo em questão esta desagregação não é relevante, a variável *output* consultas externas resulta da soma do número de primeiras consultas com o número de consultas subsequentes contabilizadas até ao mês de dezembro de cada ano, para cada instituição hospitalar.

### 5.3.2.2 Duração do Internamento

O tratamento de doentes em internamento é a atividade que mais diferencia e distingue os hospitais no que se refere aos cuidados prestados face aos restantes serviços prestadores de cuidados de saúde. Como tal, considerou-se pertinente incluir a duração do internamento no modelo a desenvolver.

A Área da Transparência disponibiliza informação relativa ao número de dias de internamento de cada doente internado, num período cuja permanência, no internamento, seja superior a 24 horas (excluindo o dia da alta). O indicador consta na base de dados com uma desagregação mensal, sendo o valor acumulado aos meses anteriores, por instituição hospitalar. Entenda-se por internamento a modalidade de prestação de cuidados de saúde que é dada a indivíduos que, após admissão num estabelecimento de saúde, ocupam cama (ou berço de neonatologia ou pediatria) para diagnóstico, tratamento ou cuidados paliativos, com permanência de, pelo menos, 24 horas.

Deste modo, a variável construída para utilização neste estudo refere-se ao registo de todos os dias de internamento utilizados por todos os doentes internados até ao mês de dezembro, nos anos de 2015 a 2018, para cada instituição hospitalar.

### 5.3.2.3 Número de Cirurgias Realizadas

O tratamento de doentes em internamento e/ou ambulatório envolve muitas vezes a realização de procedimentos cirúrgicos. Entenda-se por intervenção cirúrgica um ou mais atos cirúrgicos com o mesmo objetivo terapêutico e/ou diagnóstico, realizado(s) por cirurgião(ões) em sala operatória, na mesma sessão.

## 5. CASO DE ESTUDO

A Área da Transparência disponibiliza informação relativa à monitorização mensal, sendo este valor acumulado aos meses anteriores do respetivo ano, do número de intervenções cirúrgicas nos cuidados hospitalares, para os diferentes tipos: Programadas, Programadas Ambulatórias, Programadas Convencionais e Urgentes.

As Intervenções Cirúrgicas Convencionais são intervenções de carácter cirúrgico programadas efetuadas em regime de internamento. As Intervenções Cirúrgicas de Ambulatório também são programadas mas efetuadas em regime de admissão e alta num período inferior a 24 horas. As Intervenções Cirúrgicas Urgentes decorrem de uma situação de admissão urgente ou de situação de saúde percecionada como crítica, no âmbito de internamento. As Intervenções Cirúrgicas Programadas são decorrente de admissão programada. O número de cirurgias realizadas identifica a quantidade de utentes a quem foram prestados serviços cirúrgicos, muitas vezes, determinantes na vida dos utentes e por esse motivo foi considerado da máxima importância incluir esta variável no modelo.

Deste modo, a variável construída para utilização neste estudo resulta da recolha do valor acumulado dos atos cirúrgicos programados e urgentes até ao mês de dezembro de cada ano ajustado pelo índice *case-mix*, nos anos de 2015 a 2018 para cada instituição hospitalar.

### 5.3.2.4 Número de Episódios de Urgência

Situações agudas como acidentes, traumatismos, dor intensa, falta de ar, entre outros episódios agravados justificam uma ida direta para o hospital, nomeadamente ao serviço de urgência. O atendimento de urgência é o ato de assistência prestado, num estabelecimento de saúde, a um indivíduo com alteração súbita ou agravamento do seu estado de saúde.

A Área da Transparência disponibiliza informação relativa à monitorização do número de atendimentos em urgência, detalhado por tipo de urgência, mensalmente, sendo este valor acumulado aos meses anteriores do respetivo ano, e instituição hospitalar. Os tipos de urgência que a base de dados contém são urgência geral, urgência pediátrica, urgência obstétrica e urgência psiquiátrica. No contexto da produção hospitalar, foi considerado que esta variável traduz o esforço de resposta no atendimento de urgência e, por isso, foi considerado de elevada pertinência incluí-la no modelo.

Deste modo, a variável construída para utilização neste estudo resulta da recolha do valor acumulado de todos os tipos de episódio de urgência no mês de dezembro de cada ano, nos anos de 2015 a 2018 para cada instituição hospitalar.

### 5.3.2.5 Número de Doentes Saídos

O número de doentes saídos ou o número de altas de internamento hospitalares é um indicador que mede a produção em internamento, considerando todos os doentes que têm alta do internamento de um estabelecimento de saúde num período de referência, isto é, exclui situações de transferência interna. Esta variável foi considerada de elevada importância para incluir no modelo, pois tenta captar a capacidade da instituição hospitalar em tratar os doentes que foram internados e que por isso tiveram

### 5.3 Definição das variáveis a incluir no Modelo

que receber tratamento mais ou menos prolongado.

A Área da Transparência disponibiliza informação relativa à monitorização do número de doentes saídos, por mês, sendo este valor acumulado aos meses anteriores do respetivo ano, e instituição hospitalar.

Deste modo, a variável construída para utilização neste estudo resulta da recolha do valor acumulado de doentes saídos até ao mês de dezembro de cada ano, ajustada pelo índice *case-mix*, nos anos de 2015 a 2018 para cada instituição hospitalar.

A Tabela 5.2 sintetiza as variáveis *input* e *output* consideradas neste trabalho.

Tabela 5.2: Variáveis usadas na análise

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Número de médicos	Número de consultas externas
Número de enfermeiros	Duração do internamento (dias)
Número de TSDT	Número de cirurgias
Número de AO	Número de episódios de urgência
Número de camas	Número de doentes saídos
Financiamento (€)	

Como mencionado anteriormente, as variáveis “número de cirurgias” e “número de doentes saídos” a incluir nos modelos DEA foram ajustadas ao ICM da unidade hospitalar correspondente porque se considera que estas são as variáveis mais afetadas pela complexidade das doenças tratadas de cada unidade.

Aplicando as regras de ouro anteriormente mencionadas é possível verificar que podem ser usados modelos com todas as 39 instituições hospitalares e todas as variáveis *input* e *output* descritas na Tabela 5.2. Porém, como será abordado mais à frente, serão analisados modelos com apenas parte das variáveis e modelos com apenas parte da amostra. Assim, esses modelos servirão para estudar o impacto que a sua inclusão e exclusão têm nos resultados da eficiência.

#### 5.3.3 Outras considerações

Apesar da Área da Transparência disponibilizar dados relativos ao número de episódios de internamento (variável igualmente pertinente), esta não foi considerada devido à ausência de informação para a totalidade dos anos em análise. Também a taxa de ocupação de camas fazia parte dos dados que a Área da Transparência fornece, porém, a natureza percentual da variável e ausência de dados da mesma métrica justificam a sua não inclusão nos modelos desenhados.

Também se ponderou a inclusão da variável associada à quantia, em dinheiro, disponibilizada pelo Estado português com o objetivo de financiar as entidades hospitalares definida em Contratos-Programa. Porém, tendo em conta que atualmente as entidades hospitalares são tendencialmente sub-financiadas, isto é, são-lhes disponibilizados recursos financeiros inferiores àqueles que são efetivamente gastos,

## 5. CASO DE ESTUDO

resultando em constantes dívidas, percebeu-se que a sua inclusão resultaria em resultados enganadores. Por um lado, não se pode considerar que é apenas com aquela quantia cedida que as entidades hospitalares produzem os resultados documentados, pois além dessa, são contraídas dívidas. Num outro prisma, sob um ponto de vista mais técnico, isto é, à luz da lógica do método de DEA, uma entidade anteriormente considerada ineficiente deverá ter a capacidade de, com os mesmos recursos (financiamento sabido insuficiente) atingir um nível de produção superior (orientação para o *output*) ou tendo em conta a produção estipulada em Contrato-Programa, conseguir oferecê-la, tendo um financiamento inferior (orientação para o *input*). Se analisarmos a questão com um modelo com orientação para o *output*, esta lógica leva a um sobre-endividamento (porque com o mesmo financiamento - que já é deficitário - a sugestão de melhoria na eficiência passa pelo aumento da produção, porém é sabido que para isso serão contraídas mais dívidas), o que não se traduz em aumentos de eficiência. Se analisarmos a questão com um modelo com orientação para o *input*, a sugestão de melhoria na eficiência passa por atingir a produção contratada com recursos financeiros inferiores, e esta lógica leva a um ciclo cujo grau de ineficiência é cada vez maior à medida que o tempo passa.

Para contornar esta limitação, ponderou-se a inclusão da variável associada aos custos totais (reais) das entidades hospitalares, porém, a base de dados da Área da Transparência tem bastantes dados em falta no período em análise. Inicialmente julgou-se possível que, para os dados em falta fosse viável, por via da consulta de relatórios de contas ou criação de *proxies*, incluir esses dados, porém, a elevada ausência de informação levou à desconsideração dessa variável.

## Capítulo 6

# Apresentação e Discussão de Resultados

Como enunciado anteriormente, o objetivo principal deste trabalho prende-se com a avaliação da eficiência dos hospitais públicos, um tema de forte interesse mundial corroborado pelos inúmeros trabalhos em toda a parte do globo, de diversas situações socio-económicas. A vasta literatura existente permite perceber quais os hospitais com melhor ou pior desempenho. Adicionalmente, fornece hipóteses quanto às razões que o motivam e, conseqüentemente, instiga à procura por uma metodologia de trabalho que resulte em melhores índices de desempenho. Este capítulo tem como propósito a apresentação e o debate dos resultados obtidos pela técnica de DEA no presente estudo. Primeiramente será feita uma exposição de algumas medidas de estatística descritiva referentes à amostra no período em análise. Em seguida serão demonstrados os resultados obtidos com a aplicação da técnica de DEA nos modelos considerados.

A ferramenta usada para cálculo da eficiência pelo método de DEA foi o *software* R Studio<sup>®</sup> com recurso aos *packages* Benchmarking, lpSolveAPI e ucminf.

### 6.1 Estatística Descritiva das Variáveis

Os dados que se seguem permitem uma melhor compreensão do comportamento das variáveis *input* e *output* ao longo do período analisado para as 39 entidades hospitalares consideradas na análise.

#### 6.1.1 Variáveis *Input*

A Tabela 6.1 apresenta os resultados da estatística descritiva das variáveis *input* recolhidas da base de dados da Área da Transparência.

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Tabela 6.1: Estatística descritiva das variáveis *input*

		2015	2016	2017	2018
Médicos	Média <sup>1)</sup>	473,24	488,39	505,59	518,97
	TVMA <sup>2)</sup>		+3,20%	+3,52%	+2,65%
	Total <sup>3)</sup>	18.456,50	19.047,08	19.717,92	20.239,83
	Desvio Padrão <sup>4)</sup>	409,99	418,91	422,59	431,09
	Mínimo <sup>5)</sup>	56,92	57,50	56,58	57,50
	Máximo <sup>6)</sup>	1.629,58	1.670,00	1.674,42	1.701,17
Enfermeiros	Média	776,83	806,76	842,60	854,47
	TVMA		+3,85%	+4,44%	+1,41%
	Total	30.296,33	31.463,67	32.861,25	33.324,17
	Desvio Padrão	563,18	578,53	602,52	609,17
	Mínimo	124,00	127,83	133,17	135,33
	Máximo	2.654,33	2.710,58	2.807,67	2.868,58
TSDT	Média	160,07	166,57	169,74	172,93
	TVMA		+4,06%	+1,90%	+1,88%
	Total	6.242,92	6.496,08	6.619,83	6.744,17
	Desvio Padrão	128,34	130,05	130,22	130,71
	Mínimo	10,00	9,50	9,08	8,58
	Máximo	641,17	649,25	635,75	631,58
AO	Média	536,17	551,36	562,28	563,05
	TVMA		+2,83%	+1,98%	+0,14%
	Total	20.910,67	21.502,92	21.928,75	21.959,08
	Desvio Padrão	376,69	383,88	390,06	389,91
	Mínimo	113,75	120,83	122,33	122,58
	Máximo	1.690,92	1.723,42	1.788,00	1.772,83
Financiamento (€)	Média	111.430.977	111.278.925	113.776.425	117.317.556
	TVMA		-0,14%	+2,24%	+3,11%
	Total	4.345.808.118	4.339.878.089	4.437.280.564	4.575.384.685
	Desvio Padrão	88.127.863	87.518.510	88.256.861	90.142.530
	Mínimo	18.733.678	19.065.936	20.893.805	22.220.875
	Máximo	369.132.195	366.689.614	370.587.290	384.303.556
Camas	Média	484,75	483,54	489,28	487,18
	TVMA		-0,25%	+1,19%	-0,43%
	Total	18.905,42	18.858,08	19.081,92	19.000,08
	Desvio Padrão	357,23	353,92	353,65	347,41
	Mínimo	101,50	97,67	95,92	78,00
	Máximo	1.833,58	1.809,25	1.807,00	1.761,67

1) Para as variáveis cujos dados estão desagregados mensalmente, foi inicialmente calculada a média anual por entidade hospitalar e em seguida calculou-se a média anual do total da amostra. Para as restantes variáveis cujos dados fornecem um valor anual, por entidade hospitalar, realizou-se apenas a média do total da amostra.

2) A Taxa de Variação Média Anual (TVMA) foi calculada como a evolução do valor médio da variável do ano em questão, comparativamente ao ano anterior.

3) O total foi calculado como a soma do recurso em questão para a totalidade da amostra.

4) O desvio padrão foi calculado com base nos valores médios anuais do total da amostra.

5) O mínimo refere-se ao menor valor proveniente da amostra de valores médios anuais do total da amostra.

6) O máximo refere-se ao valor mais elevado proveniente da amostra de valores médios anuais do total da amostra.

Como pode ser constatado pela Tabela 6.1, a quantidade de camas existente é muito díspar entre entidades hospitalares (desvio padrão médio de 353,05), o que confirma uma vez mais a grande heterogeneidade presente na amostra estudada. Os dados revelam que, de um modo pouco acentuado, ao longo do tempo existe um aumento tanto do número de profissionais de saúde (Figura 6.1) como do

número de camas (Tabela 6.1).

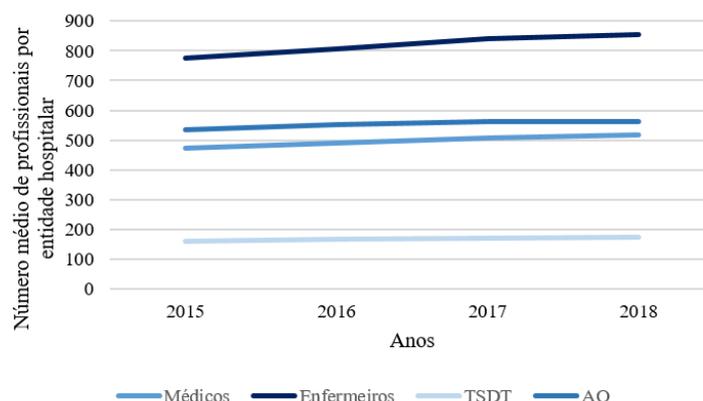


Figura 6.1: Número médio de profissionais de saúde por entidade hospitalar nos anos em análise

É também percebido que numa unidade hospitalar como as estudadas, os médicos representam cerca de 24% do total de trabalhadores das categorias profissionais consideradas na análise. Por sua vez, os enfermeiros representam 40%, revelando aqui que são, de facto, a categoria profissional mais numerosa num hospital comum. Os TSDT representam apenas 8% do total de profissionais de saúde considerado, enquanto que os AO representam 27%. O número absoluto destas variáveis nas diferentes entidades hospitalares revela porém que existe um elevado grau de dispersão, isto é a amplitude de valores revela que as unidades analisadas têm uma evidente diferença em termos de dimensão (Tabela 6.1). Pode ainda concluir-se que, segundo os dados de 2018, e assumindo que no mesmo ano Portugal Continental contava com 9.779.826 residentes (PORDATA, 2019), existem, aproximadamente:

- dois médicos, por cada 1.000 habitantes;
- 3,4 enfermeiros, por cada 1.000 habitantes;
- 0,7 TSDT, por cada 1.000 habitantes;
- 2,6 AO, por cada 1.000 habitantes;
- 1,9 camas, por cada 1.000 habitantes.

Segundo os dados, o Hospital Magalhães Lemos (HML) é a entidade hospitalar que demonstrou ter valores mais baixos no que se refere à quantidade de profissionais de saúde que possui, em todas as categorias incluídas na análise. É ainda o HML a entidade hospitalar que dispõe do menor número de camas nos primeiros três anos da análise, sendo o HSMM a entidade hospitalar que, em 2018, apresentou menor número de camas. A entidade hospitalar que tanto no número de enfermeiros como de médicos se apresentou, em todos os anos analisados, como aquela que possui maior quantidade desses recursos humanos é o CHUC. É também o CHUC a entidade hospitalar que maior número de camas dispõe ao longo de todo o período da análise. Quanto ao número de TSDT e AO, é o Centro Hospitalar Universitário Lisboa Central (CHULC) a entidade hospitalar que, ao longo dos quatro anos estudados, dispõe de maior número deste tipo de recursos humanos. Nos anos analisados, o financiamento concedido aos hospitais parece ter sido similar em 2015 e 2016, porém daí em diante tem vindo a ser crescente (Figura 6.2). Considerando os dados de 2018 no que concerne ao financiamento concedido aos hospitais, e assumindo

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

o número de residentes em Portugal Continental no mesmo ano, conclui-se que está associada uma quantia de 467,84€ por habitante.

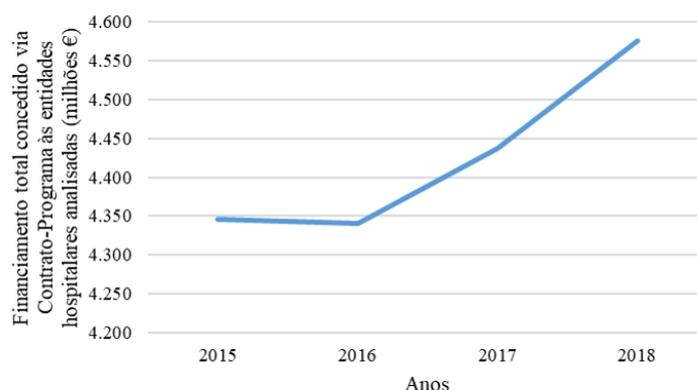


Figura 6.2: Financiamento total concedido às unidades hospitalares em análise por via de Contratos-Programa no período em estudo

Assim, pode dizer-se que o HML e o HSMM são as unidades que menos profissionais de saúde e camas dispõem, enquanto que o CHUC e o CHULC são as que têm maior quantidade desses recursos. Assim, seria expectável, que fosse o HML a entidade hospitalar que menos financiamento recebe por parte do Estado. É, todavia, o HSMM aquele em que este fenómeno acontece em todos os anos em análise.

### 6.1.2 Variáveis *Output*

A Tabela 6.2 apresenta os resultados da estatística descritiva das variáveis *output* recolhidas da base de dados da Área da Transparência. Para melhor compreensão da construção das medidas de estatística descritiva, deverão ser consultados os pontos de 1 a 6 mencionados junto à Tabela 6.1.

## 6.1 Estatística Descritiva das Variáveis

Tabela 6.2: Estatística descritiva das variáveis *output*

		2015	2016	2017	2018
Taxa de Ocupação	Média	90,01	88,04	87,78	93,97
	TVMA		-2,19%	-0,29%	+7,06%
	Soma	sem significado	sem significado	sem significado	sem significado
	Desvio Padrão	15,37	12,15	11,71	26,97
	Mínimo	67,31	67,89	67,01	65,37
	Máximo	158,63	144,53	143,92	221,63
Consultas Externas	Média	274.118	275.000	275.105	277.201
	TVMA		+0,32%	+0,04%	+0,76%
	Soma	10.690.609	10.724.998	10.729.113	10.810.850
	Desvio Padrão	210.855	210.036	208.789	210.144
	Mínimo	48.538	47.610	45.312	41.613
	Máximo	912.095	906.054	892.586	892.734
Urgências	Média	150.295	157.024	154.745	156.045
	TVMA		+4,48%	-1,45%	+0,84%
	Soma	5.260.325	5.495.824	5.416.072	5.461.590
	Desvio Padrão	66.797	69.611	69.298	69.511
	Mínimo	63.363	67.300	64.536	63.091
	Máximo	350.414	357.174	346.720	348.652
Doentes Saídos	Média	18.625	18.606	18.183	17.821
	TVMA		-0,10%	-2,27%	-1,99%
	Soma	726.379	725.632	709.152	695.006
	Desvio Padrão	12.378	12.316	12.092	11.772
	Mínimo	2.643	2.841	2.787	2.682
	Máximo	61.755	60.205	58.814	58.126
Dias de Internamento	Média	149.558	152.193	153.125	152.593
	TVMA		+1,76%	+0,61%	-0,35%
	Soma	5.832.752	5.935.531	5.971.875	5.951.126
	Desvio Padrão	107.573	108.375	108.879	106.792
	Mínimo	39.090	37.596	35.517	38.117
	Máximo	510.432	500.915	503.965	495.581
Cirurgias	Média	15.208	15.498	15.624	15.459
	TVMA		+1,91%	+0,81%	-1,06%
	Soma	577.911	588.921	593.720	587.455
	Desvio Padrão	10.916	10.880	10.950	10.452
	Mínimo	3.532	4.404	4.720	4.462
	Máximo	44.128	43.840	44.585	42.555

Quanto à produção, os indicadores são razoavelmente estáveis ao longo do período em análise. É o HML aquele que presta menos consultas externas e registra menos doentes saídos ao longo de todo o período em análise. Por outro lado, foi o CHUC a entidade hospitalar que, ao longo dos quatro anos, demonstrou prestar mais consultas externas, mais doentes saídos e mais dias de internamento. O HSMM foi aquele que menos dias de internamento registou.

O CHUSJ destacou-se como a entidade hospitalar que ao longo de todo o período de análise mais cirurgias realizou, sendo a ULSLA (2015) e o IPOC (em 2016, 2017 e 2018) aqueles que menos realizaram. Em todo o período analisado, a ULSCB foi a entidade hospitalar que registou o menor número de episódios de urgência, por oposição foi o CHUA aquela que teve esse indicador mais elevado.

De acordo com Lechintan (2017), a taxa de ocupação ideal deve estar compreendida entre 85%

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

e 90%. Apesar de, em média, a taxa de ocupação se situar em valores ideais, existem entidades hospitalares com este indicador fora do intervalo recomendado. A mesma autora sugere que uma taxa de ocupação acima de 90% pode levar ao perigo de colapso e sobrelotação, indicando que os hospitais poderão ter de recusar o internamento de doentes e/ou adiar a prestação de cuidados de saúde, possivelmente cruciais. Por outro lado, quando esse indicador se encontra abaixo de 85% existe evidência de que os recursos estão a ser geridos de modo ineficiente e não equitativo. Valores de taxa de ocupação acima de 95% ou abaixo de 70% exigem a rápida tomada de decisões corretivas. Deste modo, a entidade hospitalar, neste estudo, que deveria estar de sobreaviso por ter taxas de ocupação demasiado elevadas nos quatro anos de análise é o HML.

Por constatação dos dados da Tabela 6.2, quanto à taxa de ocupação, pode dizer-se que os resultados são, ao longo do tempo bastante variáveis, não havendo, como nos indicadores mencionados anteriormente um padrão temporal. Nos anos de 2015 a 2018 as entidades que apresentaram menor taxa de ocupação foram a ULSCB, a ULSN, o IPOC e o HSMM, respetivamente. No mesmo período, as maiores taxas de ocupação referiram-se ao IPOC (158,63% em 2015), ao HML (144,53% e 143,92% em 2016 e 2017, respetivamente) e à Unidade Local de Saúde do Litoral Alentejano (ULSLA) (221,63% em 2018). Este último resultado tão elevado levantou algumas suspeitas quanto à veracidade do valor, pelo que foi feita uma nova consulta à base de dados extraída no dia 1 de julho de 2019 que confirmou uma taxa de ocupação de 869,0% e 870,6% nos meses de outubro e novembro de 2018, respetivamente, na ULSLA, o que fez a média anual subir abruptamente. Outros valores despropositados foram, entretanto, encontrados como uma taxa de ocupação de 1008,4% e 1132,0% no Centro Hospitalar de Leiria (CHL) em agosto de 2018 e o IPOC em março de 2015, respetivamente. Foi feita uma nova consulta à base de dados *online* da Área da Transparência no dia 18 de setembro de 2019 que veio a relevar uma retificação dos referidos valores elevados da ULSLA. Todavia, nessa consulta mais recente, o CHL e ao IPOC permaneciam com os mesmos valores de taxa de ocupação despropositados. Devido ao facto de se terem denotado erros que persistem e outros retificados na base de dados *online* e ainda por motivos de calendarização deste trabalho, optou-se por não atualizar a base de dados novamente e considerar, para esta análise, os dados recolhidos no dia 1 de julho de 2019.

No que concerne às consultas externas, e tendo em conta que Portugal Continental tinha, em 2018, 9.779.826 habitantes (PORDATA, 2019), importa referir que o seu número total sugere que, em média, cada habitante recorre a uma consulta externa por ano.

O número de doentes saídos revela que, assumindo que em 2018 existiam 9.779.826 indivíduos residentes em Portugal Continental em 2018 (PORDATA, 2019), cerca de 7% da população recorre a um hospital, acabando por ficar no internamento. Quanto à duração do internamento, em média, é de 8,6 dias por indivíduo (cálculo obtido através do quociente entre o número de dias de internamento e número de doentes saídos). Os dados revelam ainda que cerca de 6% da população realiza uma cirurgia anualmente. Por fim e talvez de maior relevância, os dados sugerem que mais de metade (55,85%) da população recorre anualmente ao serviço de urgência.

## 6.2 Construção do Modelo I

Na secção que se segue será apresentada a lógica da construção do modelo I, quais as suas premissas, quais as variáveis incluídas e qual a amostra testada. Em seguida são apresentados os resultados desse modelo bem como os de modelos que consideram subgrupos da amostra total.

O modelo I é o modelo principal deste trabalho, aquele que pretende melhor retratar a realidade hospitalar no âmbito do seu desempenho. Pode ainda dizer-se que é considerado o modelo mais abrangente em termos de amostra e variáveis que inclui e aquele que servirá de referência e comparação com trabalhos anteriormente realizados.

Foi percorrido um caminho até à construção do modelo I. Esse percurso teve como orientação a razoabilidade de resultados obtidos com cada modelo testado. Houve, todavia determinadas premissas que foram tidas em linha de conta em todos os modelos testados, isto é, todos assumiram uma orientação para o *output*; para todos consideraram-se os resultados da eficiência segundo as abordagens de retornos constantes e variáveis à escala; e em todos os modelos, quando usadas as variáveis do número de doentes saídos e do número de cirurgias, teve-se em consideração a utilização destes valores ajustados ao ICM. Por último, foi assumido, para um modelo ser suficientemente robusto, teria de, no máximo, apresentar 1/3 das unidades hospitalares eficientes, proporções além dessa não permitiriam diferenciar suficientemente as unidades entre si.

O primeiro modelo construído incluiu todas as variáveis mencionadas na Tabela 5.2 e, devido ao facto de os IPO não disporem de serviço de urgência e o HML não dispor de serviço de urgência nem realizar cirurgias, a amostra ficou composta por apenas 35 entidades hospitalares. Os resultados revelaram que, no período estudado, na variante BCC, 57% a 66% das entidades hospitalares foram consideradas eficientes. Na variante CCR, 43% a 49% das entidades hospitalares foram consideradas eficientes (os resultados deste modelo estão disponíveis para consulta na Tabela 2 do Apêndice B). Este modelo, apesar de incluir todas as variáveis analisadas demonstrou ter fraca capacidade discriminatória, isto é, demasiadas unidades foram consideradas eficientes, pelo que o modelo foi considerado pouco útil e por isso desconsiderado.

O modelo seguinte foi construído tendo presente a lógica de que quantas mais variáveis fossem incluídas, menor seria a capacidade discriminatória do modelo. Assim sendo, o modelo seguidamente testado incluiu todas as variáveis *output* e *input* mencionadas na Tabela 5.2, com exceção do número de TSDT e o financiamento. O motivo pelo qual foi decidido excluir estas variáveis foi, no que se refere aos TSDT, o facto de esta ser a categoria profissional incluída na análise da qual as entidades hospitalares menos dispõem em quantidade. Quanto à exclusão do financiamento, considerou-se, como mencionado anteriormente, que esta variável não representa o que é efetivamente gasto, pelo que a sua inclusão poderá trazer resultados pouco fiáveis. Os resultados, tanto na abordagem BCC como CCR revelaram que o modelo demonstrava ligeiras melhorias em termos da capacidade de discriminação entre entidades hospitalares, porém ainda 54% a 60% e 37% a 40% eram consideradas eficientes, respetivamente (os resultados deste modelo estão disponíveis para consulta na Tabela 3 do Apêndice B). Deste modo, também este modelo acabou por ser desconsiderado.

O modelo construído em seguida teve como premissa a não exclusão de variáveis *input*, mas

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

o seu agrupamento. Assim, considerou-se que o peso na despesa de um hospital com salários dos profissionais de saúde é essencialmente diferente entre médicos e outros profissionais. Isto significa que foi considerado que um enfermeiro, um TSĐT e um AO têm um rendimento mensal médio mais aproximado entre si do que qualquer um destes profissionais em comparação com um médico. A variável associada ao financiamento foi novamente desconsiderada, pelos motivos já referidos anteriormente. Quanto aos *outputs*, todos os mencionados na Tabela 5.2 foram considerados à exceção da variável associada à duração do internamento por se considerar que além de a sua direção gerar dúvidas quanto ao favorecimento na eficiência, é uma variável que está correlacionada com o número de doentes saídos (coeficiente de correlação de 0,98). Os resultados deste modelo revelaram uma melhoria mais expressiva na capacidade discriminatória do modelo já que 40% a 49%, e 26% a 34% das unidades foram consideradas eficientes, usando uma abordagem BCC e CCR, respetivamente (os resultados deste modelo estão disponíveis para consulta na Tabela 4 do anexo Apêndice B). Deste modo, também este modelo acabou por ser desconsiderado.

O modelo que se seguiu teve como característica a utilização do menor número possível de variáveis. Deste modo, usou como *inputs* o total de trabalhadores das quatro categorias consideradas de modo agrupado e o número de camas. Como *output* foram usados apenas o número de doentes saídos (ajustado ao ICM) e o número de consultas externas. Uma vez que o número de cirurgias e o número de episódios de urgência haviam sido desconsiderados, a amostra usada neste modelo pôde incluir as 39 entidades hospitalares. Os resultados deste modelo revelaram uma melhoria substancial na sua capacidade discriminatória revelando que 18% a 26%, e 8% a 10% eram consideradas eficientes, usando uma abordagem BCC e CCR, respetivamente. Os resultados deste modelo estão disponíveis para consulta na Tabela 5 do anexo Apêndice B). Este modelo, porém, considera que toda a produção hospitalar se baseia no número de consultas externas e no número de doentes saídos, e a verdade é que um hospital presta um serviço que vai muito além disso, pelo que foi também desconsiderado. Vale a pena, porém, referir que nesta análise as entidades hospitalares que se revelaram eficientes ao longo dos quatro anos da análise foram o CHUC, o CHTS, o CHUSJ, o CHUP, o HML e o IPOL.

Depois deste modelo, muitos mais se seguiram e todos indicaram que um menor número de variáveis permite ao modelo distinguir melhor o nível de eficiência entre as unidades, porém, a não inclusão de variáveis que representem a totalidade da produção hospitalar, enfraquece a qualidade do modelo. Na maior parte dos modelos testados, a maioria das entidades hospitalares foi considerada eficiente por assunção de pesos nulos para várias variáveis. Autores que realizaram trabalhos nesta área optaram por construir modelos com restrições aos pesos. De facto, conhecendo-se a realidade hospitalar, percebe-se que nenhum dos fatores deve ser negligenciado na análise, e, por esse motivo, optou-se por incluir, no modelo I, restrições aos valores dos pesos, implementadas usando o método da região de confiança mencionada na Tabela 6.5. Desta forma, foi possível garantir que todos os *inputs* e *outputs* têm valorizações ajustadas à realidade. Foi também levado em consideração que a inclusão de todas as variáveis recolhidas, pelo menos do lado do *output* gera problemas de correlação que não são desejáveis num modelo DEA.

O modelo final, ou modelo I é aquele que, após a análise de todos os realizados, foi considerado o modelo mais informativo, mais próximo da realidade e por isso com menor grau de incerteza. A escolha das variáveis foi realizada tendo como intenção a inclusão do máximo de variáveis que traduza os recursos e produção hospitalares, porém com alguns critérios. Do lado dos *inputs*, considerou-se o

número de médicos e o número de outros profissionais de saúde porque se considerou que existia maior discrepância em termos salariais entre estas duas categorias do que a dos outros profissionais de saúde entre si. O número de camas não foi desconsiderado porque efetivamente representa a capacidade de acolher doentes e além disso é uma variável de utilização habitual em estudos semelhantes. Pelo facto de não representar a despesa real da entidade hospitalar, o financiamento não foi considerado. Julgou-se possível substituir esta variável pelos custos operacionais (porque estes sim representam a verdadeira despesa hospitalar), porém não foi possível obter essa informação para todas as entidades hospitalares consideradas nos quatro anos de análise, pelo que também não foi incluída.

Quanto aos *outputs*, pelos motivos já mencionados, foi excluída a variável associada à duração do internamento. As variáveis que se referem ao número de consultas externas, o número de doentes saídos, e o número de episódios de urgência foram incluídos. Quanto ao número de cirurgias, a Área da Transparência divide-as em cirurgias urgentes (que são as decorrentes de admissão urgente ou de situação de saúde percecionada como crítica, no âmbito de internamento) e programadas (decorrentes de admissão programada) e estas últimas ainda se subdividem em convencionais (efetuadas em regime de internamento) e as de ambulatório (efetuadas em regime de admissão e alta num período inferior a 24 horas). Deste modo, entende-se que a variável associada ao número de cirurgias convencionais poderá estar sobreposta à variável associada ao número de doentes saídos, isto é, existe uma probabilidade de estar a ser feita uma medição de um fenómeno (cirurgias convencionais) que implica necessariamente o acontecimento de outro (internamento, que pressupõe posteriormente um doente saído). Por forma a eliminar esta possível sobreposição, retiraram-se, do número total de cirurgias, as cirurgias convencionais. Como as cirurgias urgentes são compostas por situações que podem ou não envolver internamento, mas não é dada informação desagregada, estas foram mantidas na análise.

Como já foi debatido anteriormente, todos os modelos considerados seguem uma orientação para a maximização de *outputs*. Porque se consegue entender que as entidades hospitalares portuguesas têm diferenças ao nível da capacidade de produção, dada a quantidade e tipo de população que servem e zona geográfica onde se situam, considerou-se que estas operam em economias de escala variáveis. Por esse motivo, para a análise, a abordagem de referência para cálculo da eficiência é a de BCC, porém, foi também realizado o cálculo da eficiência com um modelo CCR para que fosse possível o cálculo da eficiência de escala.

A amostra utilizada contém 35 das 39 entidades hospitalares mencionadas anteriormente, pelo que se desconsideraram 4 unidades. Os 3 Institutos Portugueses de Oncologia não oferecem serviço de urgência, pelo que não faz sentido incluí-los num modelo que contém este *input*. Também o Hospital Magalhães Lemos não oferece serviço de urgência nem realiza cirurgias e pelo mesmo motivo, no modelo I, não foi considerado.

Neste modelo, persistem ainda muitas unidades hospitalares eficientes, devido à atribuição do valor zero aos pesos  $v_i$  e  $u_r$ . Isto é, alguns dos *inputs* e/ou *outputs* não estão a ser considerados no cálculo da eficiência. A realidade dos serviços de saúde não deverá contemplar situações em que se desconsidere a produção de um determinado serviço ou se desconsidere o contributo de um determinado recurso. Por esse motivo, optou-se por incluir, no modelo, restrições aos valores dos pesos, implementadas usando o método da região de confiança. Assim, para a sua implementação no modelo DEA, foram considerados determinados preços/quantidades de *inputs* (Tabela 6.3) e *outputs* (Tabela 6.4) que permitem perceber o

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

relacionamento das variáveis de cada categoria (*input* e *output*) entre si.

Tabela 6.3: Dados para construção da região de confiança do lado dos *inputs* cuja variável de referência é o salário/número de médicos

	Mínimo	Máximo
Salário mensal bruto de um médico <sup>1</sup>	1 566,42 €	5 063,38 €
Número de médicos numa entidade hospitalar <sup>2</sup>	56,58	1701,17
Número de camas numa entidade hospitalar <sup>2</sup>	78,00	1833,58
Salário mensal bruto de um enfermeiro <sup>3</sup>	1 201,48 €	3 364,00 €
Salário mensal bruto de um TSDT <sup>4</sup>	1 020,06 €	2 415,93 €
Salário mensal bruto de um AO <sup>5</sup>	635,07 €	750,00 €

<sup>1</sup> Tabela remuneratória de 2019 para médicos do SNS com um horário de 40 horas semanais.

<sup>2</sup> Valor mínimo e máximo que consta da base de dados da Área da Transparência na amostra e período analisados.

<sup>3</sup> Tabela remuneratória de 2017 para enfermeiros do SNS com um horário de 40 horas semanais.

<sup>4</sup> Tabela remuneratória de 2009 a 2017 para TSDT do SNS.

<sup>5</sup> Valor mínimo: Salário mínimo de assistentes operacionais na função pública publicado em Diário da República n.º 36/2019, Série I de 2019-02-20; Valor máximo: Pressuposto.

Tabela 6.4: Dados para construção da região de confiança do lado dos *outputs* cuja variável de referência é o número de doentes saídos

	Mínimo	Máximo
Preço total de um internamento (doente saído) <sup>6</sup>	244,72 €	138 722,35 €
Preço de uma Consulta Externa <sup>7</sup>	35,00 €	102,00 €
Preço de um Episódio de Urgência <sup>7</sup>	40,00 €	100,00 €
Preço de uma Cirurgia <sup>6</sup>	698,52 €	138 722,35 €

<sup>6</sup> Tabela GDH 2018.

<sup>7</sup> Circular Normativa N. 19/2017/DPS/ACSS para Hospitais EPE, SPA e ULS.

Deste modo, para construir as regiões de confiança que relacionam o *input* médicos com o *input* outros profissionais de saúde não médicos, com base na Equação (4.27), procedeu-se ao seguinte:

$$\alpha' \leq \frac{\text{Salário mensal bruto de um profissional de saúde não-médico}}{\text{Salário mensal bruto de um médico}} \leq \beta' \quad (6.1)$$

$$\alpha' = \frac{\text{Salário mínimo mensal bruto de um profissional de saúde não-médico}}{\text{Salário máximo mensal bruto de um médico}} = \frac{635,07}{5063,38} = 0,1254 \quad (6.2)$$

$$\beta' = \frac{\text{Salário máximo mensal bruto de um profissional de saúde não-médico}}{\text{Salário mínimo mensal bruto de um médico}} = \frac{3364,14}{1566,42} = 2,1477 \quad (6.3)$$

Seguindo o mesmo raciocínio, mas perante a ausência de informação no que se refere ao preço de uma cama hospitalar, para construir as regiões de confiança que relaciona o *input* médicos com o *input* número de camas, procedeu-se ao seguinte:

### 6.3 Resultados do Modelo I

$$\alpha \leq \frac{\text{Número de camas numa entidade hospitalar}}{\text{Número de médicos numa entidade hospitalar}} \leq \beta \quad (6.4)$$

$$\alpha = \frac{\text{Número mínimo de camas numa entidade hospitalar}}{\text{Número máximo de médicos numa entidade hospitalar}} = \frac{78}{1701,17} = 0,0459 \quad (6.5)$$

$$\beta = \frac{\text{Número máximo de camas numa entidade hospitalar}}{\text{Número mínimo de médicos numa entidade hospitalar}} = \frac{1833,58}{56,58} = 32,4069 \quad (6.6)$$

Seguindo o mesmo raciocínio, foram construídas as regiões de confiança para as restantes variáveis. A Tabela 6.5 sintetiza as restrições aos pesos que foram aplicadas a todos os *inputs* e *outputs*.

Tabela 6.5: Restrições aos pesos aplicadas no modelo I

		$\alpha$	$\beta$
<i>inputs</i>	Variável <i>input</i> de referência: Médicos		
	Profissionais de saúde não médicos	0,1254	2,1477
	Camas	0,0459	32,4069
<i>outputs</i>	Variável <i>output</i> de referência: Doentes Saídos		
	Consultas externas	$2,5230 \times 10^{-4}$	0,2779
	Episódios de urgência	$2,8835 \times 10^{-4}$	0,4086
	Cirurgias	0,0050	566,8615

As variáveis usadas no modelo I são as mencionadas na Tabela 6.6.

Tabela 6.6: Variáveis usadas no modelo I

Inputs	Outputs
Número de médicos	Número de cirurgias ajustado ao ICM (excluindo convencionais)
Número de outros profissionais de saúde	Número de episódios de urgência
Número de camas	Número de doentes saídos ajustado ao ICM
	Número de consultas externas

A amostra final considera apenas 35 entidades hospitalares, pelo que os três IPO e o HML foram desconsiderados.

### 6.3 Resultados do Modelo I

A Tabela 6 que consta do Apêndice C sintetiza os resultados de eficiência pura (eficiência BCC), eficiência de escala (quociente entre a eficiência BCC e a eficiência CCR) e TVMA do modelo I para cada entidade hospitalar analisada ao longo de todo o período de análise. A Figura 6.3 apresenta a evolução da eficiência BCC de cada uma das unidades incluídas no modelo I.

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS



Figura 6.3: Evolução da eficiência BCC no modelo I

O modelo I mostra que, segundo uma abordagem BCC, a média de eficiência do conjunto das entidades hospitalares estudadas se situa em torno dos 91% nos quatro anos de análise, resultado bastante próximo do obtido por Gomes (2015) (90,8%). Embora de modo ligeiro, é ainda detetável que a maioria das unidades apresentam uma melhoria ou estabilidade no desempenho ao longo do período analisado (Figura 6.3).

De 2015 a 2018 foram consideradas eficientes 10 (28%), 13 (37%), 15 (43%) e 13 (37%) entidades hospitalares, respetivamente. Merece algum destaque o Centro Hospitalar Tondela Viseu (CHTV) que de 2015 para 2016 apresentou um decréscimo no seu desempenho (-11,41%) que depois foi recuperado gradualmente (crescimento de 2016 a 2017 de 2,39% e de 3,17% no ano seguinte). Também a ULSBA e a Unidade Local de Saúde do Nordeste (ULSN) apresentaram um decréscimo de eficiência mais acentuado de 2016 para 2017 de 14,72% e 12,56%, respetivamente. Por outro lado, o Hospital Espírito Santo-Évora (HESE) foi a única unidade que de um ano para o seguinte apresentou uma melhoria no seu índice de eficiência superior a 10% (12,44%).

Os menores índices de eficiência rondam os 60% e referem-se consistentemente a entidades hospitalares do tipo ULS. O que pode estar a motivar o seu fraco desempenho é o facto de estas unidades (compostas tanto por hospitais como por centros de saúde) incluírem, do lado dos *inputs*, recursos que estão alocados tanto a hospitais como a centros de saúde, enquanto que a produção, *outputs*, se refere à atividade exclusivamente hospitalar. Nos primeiros 2 anos da análise, a entidade hospitalar com menor desempenho foi a Unidade Local de Saúde de Castelo Branco (ULSCB) com 61% e 63%, respetivamente. Nos 2 últimos anos da análise, a entidade hospitalar com menor desempenho foi a Unidade Local de Saúde da Guarda (ULSG) com 61% e 60%, respetivamente. Para além das já referidas ULSCB e ULSG, também a ULSN apresentou resultados de eficiência, em todos os anos de análise, abaixo de 75%.

Ignorando as unidades do tipo ULS, a que regista menor grau de desempenho, ainda que ligeiramente crescente, no período analisado, é o Hospital Distrital de Santarém (HDS), obtendo índices de eficiência que variam entre os 79% e os 83%. Também o Centro Hospitalar de Setúbal (CHS) regista um menor desempenho no período inicial desta análise, porém a sua recuperação é mais expressiva, assinalando também 79% de eficiência em 2015, mas recuperando progressivamente até aos 89% em 2018.

### 6.3 Resultados do Modelo I

Pode verificar-se que existem seis hospitais que exibem, em todos os anos em análise, uma eficiência global, isto é, apresentam  $score = 1$  tanto numa abordagem CCR como BCC (e consequentemente eficiência de escala), revelando um desempenho ótimo. Esses 6 hospitais são o CHL, o Centro Hospitalar Universitário de São João (CHUSJ), o CHTS, o CHUP, o HSMM e a ULSLA. Gomes (2015) concluiu que o HSMM, o CHTS e o IPOC eram as entidades hospitalares mais eficientes. O presente estudo, que no modelo I não inclui o IPOC, corrobora esta conclusão quanto às primeiras unidades.

Já o CHUC, o Centro Hospitalar Universitário do Algarve (CHUA) e o Hospital Professor Doutor Fernando Fonseca (HPDF) apresentaram uma eficiência local em todos os anos em análise, isto é, apresentam  $score = 1$  apenas segundo uma abordagem BCC, revelando que, na escala em que operam, aproveitam da melhor forma os *inputs* de que dispõem.

A Tabela 6.7 apresenta as melhores 10 unidades do modelo I, com base no número de vezes, nos quatro anos estudados, que foram consideradas *benchmark*. Vale a pena referir o CHTS como a entidade hospitalar que, segundo uma abordagem BCC, mais vezes serviu de *benchmark*, isto é, nos quatro anos analisados, para os hospitais considerados ineficientes, esta unidade serviu de exemplo 60 vezes, sendo por esse motivo, neste trabalho, a entidade hospitalar de referência, como já havia sido constatado por Castro (2012) tanto no modelo DEA como no SFA desenvolvidos. Também o CHUSJ serviu de *benchmark* por 46 vezes, nos quatro anos analisados, atestando a sua excelência de desempenho, mais uma vez corroborada por Castro (2012), que o considerou no 2º lugar do *ranking* no seu modelo DEA.

Tabela 6.7: As melhores 10 unidades do modelo I

	2015	2016	2017	2018	Total
CHTS	20	18	15	7	60
CHUSJ	12	13	13	8	46
CHEDV	10	8	7	7	32
ULSLA	8	6	10	7	31
HSMM	9	9	2	10	30
CHL	1	4	7	10	22
CHUP	4	3	4	4	15
CHMA	0	0	3	7	10
CHUC	2	2	1	3	8
HSOG	0	0	1	2	3

O Centro Hospitalar de Entre Douro e Vouga (CHEDV) e o HDEF apresentaram uma eficiência global em três anos consecutivos, o primeiro de 2015 a 2017, apresentando em 2018 uma ineficiência de escala de 17,37%, o segundo foi globalmente eficiente de 2016 a 2018, apresentando em 2015 uma eficiência bastante próxima de 100%, porém não pertencente à fronteira de eficiência. O Centro Hospitalar Médio Tejo (CHMT) e o Hospital da Senhora da Oliveira Guimarães (HSOG) foram eficientes apenas em dois anos consecutivos, o primeiro nos anos de 2015 e 2016 e o último nos anos de 2017 e 2018. O Centro Hospitalar do Médio Ave (CHMA) atingiu um índice de eficiência máximo apenas no ano de 2017, estando nos anos restantes somente próximo da fronteira.

Como referido na secção 3.4, no ano de 2015, os hospitais vencedores do prémio “TOP 5 - a excelência dos hospitais” foram o CHPVVC, o Hospital de Cascais (PPP), o Hospital de Braga (PPP), o CHUP e o ULSM. No mesmo período, o presente trabalho revela que, segundo o modelo I, foram 11 os

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

hospitais considerados eficientes e o CHPVVC apesar de não ter sido considerado eficiente, obteve um índice de eficiência de 97,27%. Também a ULSM não foi considerada eficiente neste estudo, atingindo apenas um *score* de 87,19% no modelo I.

No ano de 2016, as entidades hospitalares premiadas pela mesma iniciativa foram o HSMM, o CHTS, o Hospital de Braga (PPP), o CHUP e a ULSM. No modelo I, 13 unidades foram consideradas eficientes nesse ano, fazendo o HSMM, o CHTS e o CHUP parte desse grupo. À semelhança do sucedido no ano anterior, a ULSM, no modelo I, foi considerada ineficiente (índice de eficiência de 90,74%).

No ano de 2017 os vencedores foram o HDFF, o Hospital de Cascais (PPP), o Hospital de Braga (PPP), o CHUP e a ULSAM. No presente estudo tanto o HDFF como o CHUP foram considerados eficientes juntamente com outras 11 unidades.

Os resultados do estudo “TOP 5 - a excelência dos hospitais” relativos ao desempenho dos hospitais em 2018 ainda não estavam disponíveis à data da conclusão desta dissertação, pelo que não foi possível comparar os resultados obtidos com os que têm vindo a ser publicados e que foram comparados anteriormente. Pode todavia constatar-se que nos anos em que a comparação foi possível o modelo, neste estudo utilizado, demonstrou credibilidade, validade e robustez.

No que concerne aos resultados da eficiência de escala, pela Tabela 6 do Apêndice C pode verificar-se que algumas unidades produtivas poderiam melhorar o seu desempenho caso operassem em escala ideal. Em todos os anos estudados, o CHUA apresenta valores de ineficiência de escala superiores a 20%, o que indica que não está a laborar numa dimensão ótima (sem que seja possível, porém, concluir se esta dimensão está subdimensionada ou sobredimensionada). Neste contexto, importa referir que a presidente do CHUA prestou declarações recentemente à comissão parlamentar de saúde manifestando-se contra a forma como foi feita a fusão de hospitais da zona do Algarve num único centro hospitalar e reconheceu a falta de pessoal médico. A responsável considera que, no caso algarvio, a fusão num centro hospitalar não teve consideração pela dispersão geográfica das unidades e dimensão das organizações que foram unidas, fatores que tornam a gestão menos facilitada. Quanto aos recursos humanos, a administradora referiu que faltam profissionais e exemplificou que o CHUA tem 400 médicos especialistas, enquanto os três centros hospitalares de Lisboa têm 3.000 médicos.

As variáveis  $\lambda$ , referidas nas equações (4.20) e (4.21), permitem conhecer o quão mais seria possível produzir por parte das entidades hospitalares ineficientes com os recursos que cada uma dispõe, tendo como referência as unidades eficientes. O exercício de estimação do potencial de melhoria de cada DMU ineficiente pressupõe a criação de uma DMU virtual tendo por base uma combinação ponderada (pelos valores  $\lambda$ ) das DMU eficientes que lhe servem de referência (são também designadas por *peers* ou *benchmarks* dessa DMU). Por exemplo, o CHBM, no ano de 2015, segundo uma abordagem BCC, teve uma eficiência de 82,5% e as suas unidades *benchmark* foram o CHTS, o HSMM e a ULSLA. Considere-se os dados que constam da tabela 6.8

### 6.3 Resultados do Modelo I

Tabela 6.8: Valores  $\lambda$  da unidade CHBM no ano de 2015 e número de consultas externas associados a essa unidade e aos seus *peers*

	CHBM	CHTS	HSMM	ULSLA
$\lambda$	0	0,7097	0,0506	0,2397
Número de consultas externas	177.904	303.323	65.476	64.261

Deste modo, pode concluir-se que o número de consultas externas adicionais que o CHBM poderia ter realizado para ter sido considerado eficiente é de 56.076 pelo cálculo seguidamente detalhado:

$$303.323 \times 0,7097 + 65.476 \times 0,0506 + 64.261 \times 0,2397 - 177.904 = 56.076 \quad (6.7)$$

Como constatado na Tabela 6 do Apêndice C, as ULS são as entidades hospitalares de pior desempenho, pelo que naturalmente são as que maior potencial de melhoria apresentam. Como mencionado anteriormente, estas unidades incluem nos *inputs* recursos extra-hospitalares e nos *outputs* produção meramente hospitalar. Assim, ignorando estas, a unidade hospitalar que maior potencial de melhoria apresenta é o CHBM que em, entre 2015 e 2018, poderia ter realizado uma produção adicional de doentes saídos, consultas externas e urgências em torno de 20%. Não só para esta unidade, como para todas as outras, a variável que surge com maior potencial de melhoria são as cirurgias (excluindo as convencionais).

Tabela 6.9: Melhoria potencial das unidades ineficientes segundo o modelo I

	2015				2016				2017				2018			
	DS <sup>1</sup>	CE <sup>2</sup>	Urg. <sup>3</sup>	Cir. <sup>4</sup>	DS	CE	Urg.	Cir.	DS	CE	Urg.	Cir.	DS	CE	Urg.	Cir.
CHBM	25%	32%	21%	210%	24%	35%	20%	214%	14%	30%	14%	158%	12%	26%	9%	64%
CHLO	21%	21%	22%	71%	21%	21%	21%	83%	23%	23%	32%	79%	19%	19%	31%	60%
CHS	27%	30%	27%	45%	23%	25%	23%	47%	18%	18%	18%	42%	15%	12%	12%	38%
CHBV	14%	31%	13%	60%	20%	33%	13%	88%	18%	33%	17%	95%	10%	25%	9%	62%
CHMA	34%	6%	2%	96%	41%	8%	0%	99%	-	-	-	-	-	-	-	-
CHMT	-	-	-	-	-	-	-	-	2%	2%	2%	19%	4%	5%	4%	19%
CHPVVC	3%	6%	3%	37%	5%	6%	5%	45%	1%	4%	1%	42%	6%	14%	6%	60%
CHTV	18%	38%	16%	8%	22%	39%	26%	22%	19%	41%	23%	19%	15%	35%	17%	15%
CHTMAD	8%	8%	15%	56%	9%	9%	17%	52%	5%	6%	14%	27%	2%	4%	11%	41%
CHUCB	15%	6%	58%	163%	16%	6%	50%	108%	7%	7%	55%	99%	9%	8%	52%	100%
CHULN	27%	6%	22%	47%	23%	7%	16%	34%	2%	4%	7%	6%	1%	5%	4%	9%
CHULC	8%	4%	5%	13%	6%	7%	6%	10%	-	-	-	-	1%	9%	9%	5%
CHVNGE	21%	4%	2%	22%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HSOG	3%	3%	39%	95%	0%	0%	35%	102%	-	-	-	-	-	-	-	-
HDS	26%	61%	27%	166%	28%	65%	29%	165%	23%	42%	23%	75%	20%	48%	20%	69%
HESE	26%	24%	82%	24%	24%	19%	75%	25%	27%	21%	41%	35%	22%	19%	55%	8%
HGO	19%	30%	27%	63%	15%	22%	15%	36%	8%	19%	8%	34%	7%	20%	8%	9%
ULSG	47%	121%	48%	65%	48%	107%	48%	75%	63%	109%	64%	134%	68%	110%	68%	93%
ULSCB	64%	79%	64%	104%	57%	74%	58%	80%	50%	71%	51%	115%	53%	79%	69%	81%
ULSM	15%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	9%	9%	9%	9%	13%	12%	12%	19%
ULSAM	16%	27%	17%	59%	15%	25%	15%	47%	16%	19%	16%	26%	17%	24%	17%	53%
ULSBA	11%	63%	11%	53%	12%	67%	12%	60%	41%	60%	30%	135%	34%	77%	33%	116%
ULSN	50%	134%	50%	88%	37%	125%	38%	119%	57%	134%	57%	214%	48%	116%	48%	93%
ULSNA	24%	59%	24%	31%	32%	72%	32%	50%	43%	54%	43%	105%	45%	48%	45%	46%

<sup>1</sup> DS: Número de doentes saídos.

<sup>2</sup> CE: Número de consultas externas.

<sup>3</sup> Urg.: Número de episódios de urgência.

<sup>4</sup> Cir.: Número de cirurgias (excluindo as convencionais).

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

### 6.4 Análise de Sensibilidade ao Modelo I

A análise de sensibilidade é um teste à existência de variáveis mais sensíveis no modelo, isto é, aquelas cuja inclusão, exclusão ou substituição mais alteram os resultados de eficiência. Em seguida serão apresentados alguns cenários considerados relevantes na aferição do modelo I.

**Cenário 1:** desconsiderar as restrições aos pesos.

Este cenário faz uso das mesmas premissas subjacentes ao modelo I, a única alteração é a remoção das restrições aos pesos. A Tabela 7 que consta do Apêndice C sintetiza os resultados de eficiência do cenário 1, segundo abordagens CCR e BCC e apresenta também o valor da eficiência de escala para cada entidade hospitalar analisada. Como expectável, os resultados melhoram por assunção de pesos nulos. Neste cenário, de 2015 a 2018, 14, 15, 17 e 15 entidades hospitalares foram consideradas eficientes, respetivamente, tendencialmente mais do que no modelo I. Deste modo, o cenário 1 revela que a introdução da restrição aos pesos confere ao modelo I uma maior capacidade de discriminação entre entidades hospitalares, isto é, permite uma maior diferenciação, em termos de eficiência, entre elas.

**Cenário 2:** utilização da variável “duração do internamento” em vez de “número de doentes saídos ajustado ao ICM”.

Este cenário faz uso das mesmas premissas subjacentes ao modelo I, a única alteração é a utilização da variável “duração do internamento” em vez de “número de doentes saídos ajustado ao ICM”. A Tabela 8 presente no Apêndice C sintetiza os resultados de eficiência do cenário 2, segundo as abordagens CCR e BCC e apresenta também o valor da eficiência de escala para cada entidade hospitalar analisada. Neste cenário, os resultados, no geral, apresentam uma melhoria no desempenho das unidades eficientes. Os valores mais baixos de eficiência são, neste cenário, mais altos do que os obtidos a partir do modelo I (em torno de 70%) e referem-se consistentemente à ULSCB.

Deste modo, os resultados do cenário 2 revelam que a utilização da variável “duração do internamento” em vez de “número de doentes saídos ajustado ao ICM” altera significativamente a eficiência. Significa isto que a duração dos internamentos é longa a ponto de influenciar mais positivamente a eficiência do que o número de doentes saídos. Relembremo-nos porém que, em modelos DEA quanto maior a produção, melhor o índice de eficiência, mas nem sempre um internamento mais longo indica um serviço eficiente.

**Cenário 3:** desconsiderar a variável “número de cirurgias ajustado ao ICM (excluindo convencionais)”.

Este cenário faz uso das mesmas premissas subjacentes ao modelo I, a única alteração é a remoção da variável “número de cirurgias (excluindo as convencionais) ajustado ao ICM”. A Tabela 9 que consta do Apêndice C sintetiza os resultados de eficiência do cenário 3, segundo abordagens CCR e BCC e apresenta também o valor da eficiência de escala para cada entidade hospitalar analisada. Neste cenário, os resultados são muito semelhantes aos do modelo I, registando alterações no índice de eficiência inferiores a 1%. De um modo geral, o cenário 3 revela que a remoção da variável “número de cirurgias

(excluindo as convencionais) ajustado ao ICM”, quando na presença da variável “número de doentes saídos ajustado ao ICM” não produz alterações significativas no modelo porque existe sobreposição da produção. Isto acontece porque uma boa parte dos internamentos são motivados por episódios cirúrgicos.

**Cenário 4:** agregar todos os profissionais de saúde como sendo uma única variável.

Este cenário faz uso das mesmas premissas subjacentes ao modelo I, a única alteração é a agregação de todos os profissionais numa única categoria. A Tabela 10 que consta do Apêndice C sintetiza os resultados de eficiência do cenário 4, segundo abordagens CCR e BCC e apresenta também o valor da eficiência de escala para cada entidade hospitalar analisada. Como expectável, devido à redução do número de *inputs* considerado de três para dois, os resultados de eficiência pioram ligeiramente, isto é, a capacidade de distinção entre as entidades hospitalares foi superior, destacando apenas 9, 7, 13 e 12 unidades como eficientes de 2015 a 2018, respetivamente. As diferenças de maior destaque são a redução mais acentuada do nível de eficiência do CHMT (a média dos quatro anos passa de 98% para 79%) e do Centro Hospitalar Universitário Cova da Beira (CHUCB) (a média dos quatro anos passa de 93% para 79%), todas as restantes alterações no índice de eficiência são inferiores a 10% (considerando a média dos 4 anos).

**Cenário 5:** desconsiderar a variável “número de episódios de urgência”.

Este cenário faz uso das mesmas premissas subjacentes ao modelo I, a única alteração é a remoção da variável “número de episódios de urgência”. A Tabela 11 que consta do Apêndice C sintetiza os resultados de eficiência do cenário 5, segundo abordagens CCR e BCC e apresenta também o valor da eficiência de escala para cada entidade hospitalar analisada. Como expectável, devido à redução do número de *inputs* considerado de três para dois, os resultados de eficiência pioram razoavelmente (índice médio de eficiência nos 4 anos de 85%), isto é, aumenta-se a capacidade de distinção entre as entidades hospitalares, destacando apenas 5 unidades como eficientes em 2016 e 7 nos restantes anos. A diferenças de maior destaque, isto é, aquelas cuja redução do desempenho é, em média nos quatro anos, superior a 10% são o CHUA (26%), a ULSLA (25%), a ULSBA (25%), a ULSAM (13%), o HPDF (11%) e o HDFS (11%).

**Cenário 6:** desconsiderar as variáveis “número de cirurgias ajustado ao ICM (excluindo convencionais)”, “número de episódios de urgência” e agregar todos os profissionais de saúde como sendo uma única variável.

Este cenário reduz o número de variáveis *input* à utilização do número total de profissionais de saúde e ao número de camas. Quanto ao número de variáveis *output* consideraram-se apenas o número de consultas externas e o número de doentes saídos (ajustado ao ICM). A redução substancial do número de variáveis incluídas no modelo trouxe, como expectável, grandes alterações nos resultados, que podem ser consultados na tabela 12 do Apêndice C. Neste cenário, apenas o CHUC, o CHTS, o CHUSJ e o CHUP mantiveram os seus índices de eficiência a 100%, na abordagem BCC. Por outro lado, 21 entidades hospitalares registaram um decréscimo no seu índice de eficiência superior a 10% (por comparação da média nos quatro anos), sendo as unidades que sofreram maior impacto no seu índice de eficiência, por aplicação deste modelo face ao modelo I, o CHUA (39%) e a ULSLA (38%).

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

**Cenário 7:** desconsiderar as entidades hospitalares do tipo ULS.

Este cenário faz uso das mesmas premissas subjacentes ao modelo I, a única alteração é a remoção das ULS, reduzindo assim o tamanho da amostra para 27. Esta redução permite continuar a respeitar as regras de ouro (mencionadas na secção 5.3) propostas por Banker et al. (1989). A importância da análise deste cenário relaciona-se com a questão de as ULS serem unidades cujas variáveis utilizadas tendem à sua penalização em termos de índice de eficiência, como já debatido anteriormente. A Tabela 13 que consta do Apêndice C sintetiza os resultados de eficiência do cenário 7, segundo abordagens CCR e BCC e apresenta também o valor da eficiência de escala para cada entidade hospitalar analisada. Como expectável, a remoção das unidades do tipo ULS não trazem alterações significativas no índice de eficiência das restantes unidades, isto é as diferenças registadas entre os modelos não trazem alterações superiores a 1%.

### 6.5 Análise de Resultados dos Subgrupos Regionais

Cada entidade hospitalar está associada a uma região geográfica. O SNS divide Portugal Continental em 5 regiões de saúde: LVT, Centro, Norte, Alentejo e Algarve. Cada região não dispõe do mesmo número de entidades hospitalares porque a população também não está distribuída uniformemente pelo país. A Tabela 6.10 mostra o desempenho das entidades hospitalares, segundo os resultados agregados por região do modelo I.

Tabela 6.10: Média da eficiência BCC, desvio padrão e eficiência BCC mínima nos 4 anos de análise, por região de saúde

	2015			2016			2017			2018		
	Média	DP <sup>1)</sup>	Mínimo									
Norte	94%	9%	67%	95%	8%	73%	95%	10%	64%	95%	9%	67%
Centro	88%	14%	61%	87%	14%	63%	86%	14%	61%	87%	15%	60%
LVT	88%	8%	79%	88%	8%	79%	91%	8%	81%	93%	6%	83%
Alentejo	88%	8%	80%	87%	9%	76%	82%	11%	70%	84%	13%	69%
Algarve	100%	-	100%	100%	-	100%	100%	-	100%	100%	-	100%

1) DP: desvio padrão

Como pode ser constatado, a região do Algarve é aquela que, em todo o período em análise, revelou ter melhor desempenho. Importa contudo referir que a região de saúde do Algarve só tem, nesta amostra estudada, uma entidade hospitalar que a represente. Além disso, outros modelos testados (os da análise de cenários, referidos anteriormente e o Modelo T2, que será referido na secção 6.6.2) apontam para um pior desempenho da unidade pertencente a esta região (CHUA), o que fragiliza a teoria de desempenho de excelência obtida nesta análise regional em particular. Com o segundo melhor desempenho está a região Norte, em seguida está a região LVT, depois dessa encontra-se a região Centro e, por fim, com pior desempenho geral estão as unidades hospitalares pertencentes à região do Alentejo. Trabalhos desenvolvidos no tema aferem como regiões mais eficientes as zonas Norte e Centro e como menos eficientes as zonas do Alentejo e Algarve (Simões e Marques (2009), Guedes (2014), Figueiredo (2010) e Alves (2012)). Deve sublinhar-se que, comparativamente a esses trabalhos, o presente estudo poderá estar a penalizar estas regiões devido ao facto de estas incluírem um maior rácio “número de ULS”/“número de entidades hospitalares” do que a zona do Algarve e a zona de LVT, que não possuem

ULS.

As secções que se seguem analisam a eficiência das entidades hospitalares de cada região, isto é, para cada uma delas, foi considerado um novo modelo DEA.

### 6.5.1 Modelo R1 - Região do Norte

O modelo considerado com o objetivo de avaliar o desempenho das entidades hospitalares pertencentes à Região de Saúde do Norte (modelo R1) considerou como variáveis *input* a totalidade dos profissionais de saúde e o número de camas. A totalidade dos profissionais de saúde foi agregado para que o número de variáveis do modelo respeitasse pelo menos uma das regras de ouro (mencionadas na secção 5.3). Como variáveis *output*, e com o cuidado de atender a pelo menos uma das regras de ouro, foram considerados o número de doentes saídos ajustado ao ICM e o número de consultas externas. Assim, as cirurgias foram desconsideradas porque o impacto da sua remoção, segundo testado no modelo I, é residual. Também as urgências foram excluídas por vários motivos, primeiramente porque o Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil (IPOP) não presta esse serviço e considerou-se pertinente a sua avaliação como unidade que pertence à Região de Saúde do Norte e porque, muito embora a sua remoção traga algum impacto no índice de eficiência, como verificado no cenário 5 da análise de sensibilidade ao modelo I, foi considerado um mal menor perante o cenário de a sua inclusão levar à violação das regras de ouro sugeridas por Banker et al. (1989). Bogetoft e Otto (2012) referem que, ainda que as regras de ouro sejam meras sugestões, o seu cumprimento são os requisitos mínimos para que o modelo forneça resultados razoáveis (sem excesso de DMU eficientes). A Tabela 14 que consta do Apêndice C mostra os resultados de eficiência da abordagem BCC e eficiência de escala que apenas avalia as 15 entidades hospitalares da Região de Saúde do Norte (modelo R1). A Figura 6.4 apresenta a evolução da eficiência BCC de cada uma das unidades incluídas no modelo R1.

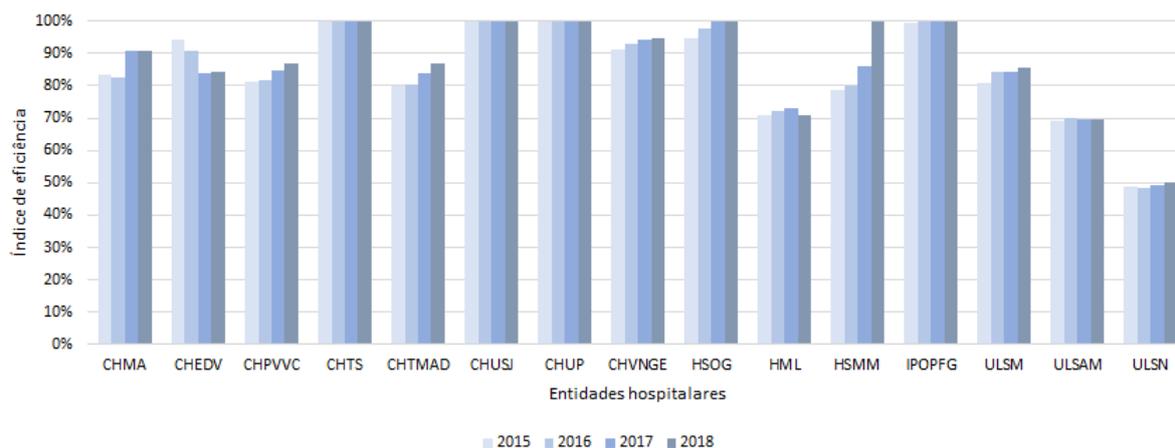


Figura 6.4: Evolução da eficiência BCC no modelo R1

A média de eficiência das 15 unidades, por ano, de 2015 a 2018, foi de 85%, 85%, 87% e 88%, respetivamente. Foi revelada uma melhoria do desempenho, isto é, no ano de 2015, 20% das unidades foram consideradas eficientes e, em 2018, esse valor subiu para 40%.

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Como pode ser constatado pela Tabela 14 que consta do Apêndice C é o CHTS a entidade hospitalar que ao longo de todo o período da análise apresenta uma eficiência global, revelando um desempenho ótimo. Também o CHUP se mostrou uma entidade de desempenho ótimo registrando uma eficiência global nos 3 primeiros anos de análise, obtendo uma eficiência local no ano de 2018. O CHUSJ demonstrou uma eficiência global nos dois primeiros anos de análise, revelando posteriormente uma eficiência local. O IPOP revelou também uma eficiência global nos 3 últimos anos em análise. Além destes, o HSOG e o HSMM revelaram uma eficiência global apenas nos anos de 2017 e 2018, respectivamente. As restantes entidades hospitalares revelaram ser ineficientes. A entidade hospitalar com pior desempenho demonstrado foi a ULSN que em todos os anos estudados não registou uma eficiência superior a 50%. Vale ainda a pena destacar o crescimento positivo e expressivo do índice de eficiência do HSMM que, em 2015, indica 79% e em 2018 atinge a já referida eficiência técnica global.

A Tabela 22 que consta do Apêndice D identifica as potenciais melhorias que cada unidade considerada ineficiente deste subgrupo poderia ver na sua produção. A ULSN surge como a unidade que, tanto em consultas externas como em doentes saídos, poderia ter duplicado a sua produção em todos os anos considerados. Agora, ignorando as ULS, também o HML poderia ter realizado mais metade da produção, em consultas externas e doentes saídos, do que realizou. De igual modo, o CHMA poderia ter registado mais cerca de metade dos doentes saídos nos quatro anos analisados.

### 6.5.2 Modelo R2 - Região do Centro

O modelo considerado com o objetivo de avaliar o desempenho das entidades hospitalares pertencentes à Região de Saúde do Centro considerou as mesmas variáveis que o modelo R1. A Tabela 15 que consta do Apêndice C mostra os resultados de eficiência segundo a abordagem BCC e a eficiência de escala que apenas avalia as 9 entidades hospitalares da Região de Saúde do Centro (modelo R2). A Figura 6.5 apresenta a evolução da eficiência BCC de cada uma das unidades incluídas no modelo R2.

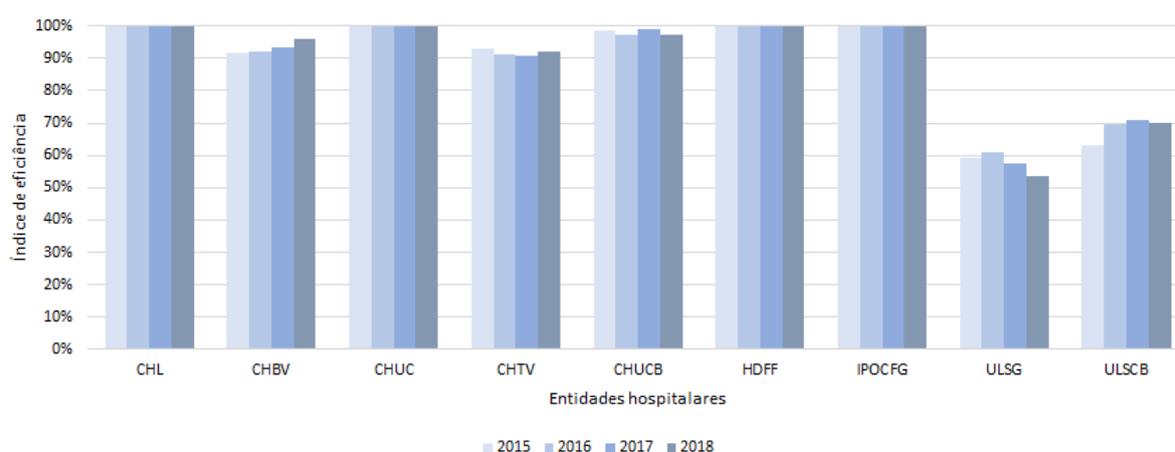


Figura 6.5: Evolução da eficiência BCC no modelo R2

Como pode ser constatado o CHL, o CHUC, o HDFS e o IPOC são as unidades que apresentam ao longo dos 4 anos de análise uma eficiência global. As entidades hospitalares restantes demonstraram ser ineficientes. Como já seria expectável, e havia sido revelado nos resultados no modelo I, as ULSG e

## 6.5 Análise de Resultados dos Subgrupos Regionais

ULSCB foram as unidades de pior desempenho em todo o período estudado. A ULSG revelou ser a pior em todos os anos, tendo um índice de eficiência a oscilar entre os 54% e os 61%. Por sua vez a ULSCB registou desempenhos entre os 63% e os 71%.

As oportunidades de melhoria das unidades ineficientes podem ser consultadas na Tabela 23 do Apêndice D. À exceção das ULS que consistentemente surgem com uma melhoria potencial de mais de metade da sua produção, as restantes unidades apresentam uma melhoria potencial, em doentes saídos e consultas externas, não superior a 21%.

### 6.5.3 Modelo R3 - Região de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo

O modelo considerado com o objetivo de avaliar o desempenho das entidades hospitalares pertencentes à Região de Saúde LVT considerou as mesmas variáveis que os modelos R1 e R2. A Tabela 16 que consta do Apêndice C mostra os resultados de eficiência segundo a abordagem BCC e a eficiência de escala que apenas avalia as 10 entidades hospitalares da Região de Saúde LVT (modelo R3). A Figura 6.6 apresenta a evolução da eficiência BCC de cada uma das unidades incluídas no modelo R3.

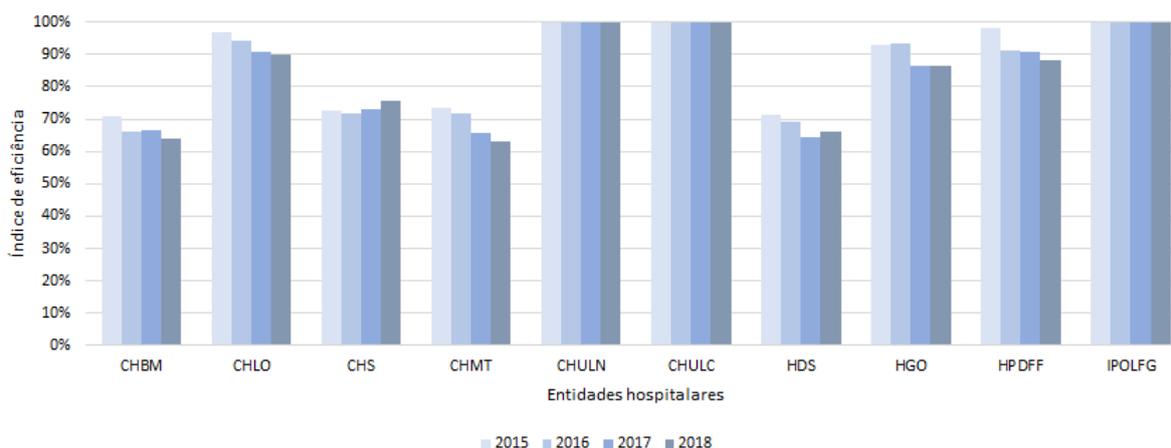


Figura 6.6: Evolução da eficiência BCC no modelo R3

Como pode ser constatado é o Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil (IPOL) a entidade hospitalar que ao longo de todo o período da análise apresenta uma eficiência global, revelando um desempenho ótimo. Também o CHULN e o CHULC revelaram um ótimo desempenho traduzido por uma eficiência local em todos os anos da análise (reconhecida igualmente pelo estudo do Tribunal de Contas (2011)). A média de eficiência, segundo uma abordagem BCC, nos anos de 2015 a 2018 foram de 88%, 86%, 84% e 83%, respetivamente, revelando um decréscimo gradual, porém pouco expressivo.

As unidades com pior desempenho neste subgrupo foram o CHBM, o CHS, o HDS e o CHMT. Estas quatro unidades, segundo os dados da Tabela 24 que consta do Apêndice D, poderiam ter registado uma produção, no que se refere ao número de doentes saídos e número de consultas externas de mais cerca de metade do que registaram. Talvez este fenómeno possa ser explicado pelo facto de estas serem as unidades mais afastadas da capital, neste grupo, e que por esse motivo tenham um volume de trabalho e heterogeneidade de casos, comparativamente às restantes, que não lhes permita uma melhor otimização

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

de determinados processos.

### 6.5.4 Regiões do Alentejo e Algarve

Julgou-se interessante e pertinente analisar a eficiência das entidades hospitalares pertencentes às Regiões de Saúde do Alentejo e Algarve, porém a pequena amostra que totaliza 5 entidades hospitalares compromete a robustez da técnica e impossibilita o respeito pelas regras de ouro (mencionadas na secção 5.3) de implementação, pelo que a sua análise foi desconsiderada.

## 6.6 Análise de Resultados dos Subgrupos de Tipo de Organização

A amostra utilizada neste trabalho é composta por hospitais pertencentes a unidades hospitalares do tipo CH, CHU, hospitais singulares e ULS (cujas particularidades foram resumidamente mencionadas na secção 2.3)

Como tal, estas entidades hospitalares têm características diferentes entre si, fundamentalmente no que se refere à sua dimensão, propósito e localização. Considerou-se pertinente uma avaliação de subgrupos com este tipo de separação para que unidades não fossem penalizadas por motivos periféricos aos recursos e produção considerados neste estudo, mas que impactam no seu resultado de eficiência.

A Tabela 6.11 mostra o desempenho das entidades hospitalares, segundo os resultados agregados por tipo de organização do modelo I.

Tabela 6.11: Média da eficiência BCC, desvio padrão e eficiência BCC mínima nos 4 anos de análise, por tipo de organização

	2015			2016			2017			2018		
	Média	DP <sup>1)</sup>	Mínimo									
CH	93%	7%	79%	92%	8%	81%	93%	7%	64%	95%	5%	84%
CHU	97%	4%	91%	97%	4%	91%	99%	2%	93%	99%	3%	92%
CH e CHU	94%	7%	79%	94%	7%	81%	95%	7%	81%	96%	5%	84%
Hospitais Singulares	91%	9%	79%	93%	9%	78%	94%	8%	81%	96%	6%	83%
ULS	80%	13%	61%	81%	12%	63%	77%	14%	61%	76%	13%	60%

1) DP: desvio padrão

Como pode ser constatado, os hospitais do tipo CHU são os com melhor desempenho médio, talvez por não contabilizarem mão-de-obra que contribui para o processo produtivo (estagiários) nos *inputs*. Por outro lado, são as ULS as unidades com pior desempenho devido à já referida inclusão dos profissionais de hospitais e de centros de saúde (alheios à produção hospitalar) em conjunto como *inputs*.

### 6.6.1 Modelo T1 - Centros Hospitalares

O modelo construído com o objetivo de avaliar a eficiência das entidades hospitalares do tipo CH considerou as mesmas variáveis que os modelos regionais anteriores. A Tabela 17, que consta do Apêndice C, mostra os resultados de eficiência segundo uma abordagem BCC e eficiência de escala que apenas avalia as 14 entidades hospitalares do tipo centro hospitalar (modelo T1). A Figura 6.7 apresenta a evolução da eficiência BCC de cada uma das unidades incluídas no modelo T1.

## 6.6 Análise de Resultados dos Subgrupos de Tipo de Organização

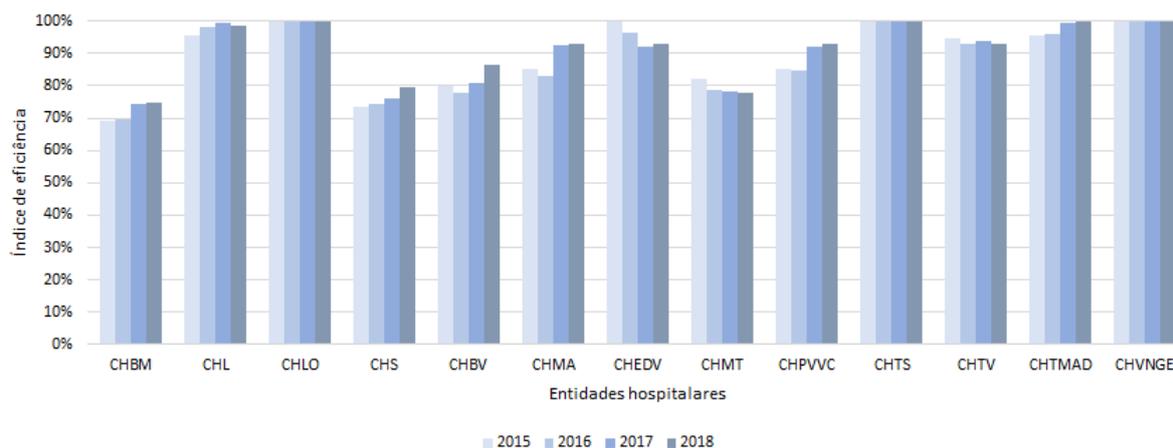


Figura 6.7: Evolução da eficiência BCC no modelo T1

Como pode ser constatado na tabela 17, que consta do Apêndice C, é o CHTS a única entidade hospitalar que se mantém como eficiente globalmente ao longo de todo o período em análise. Também o CHVNGE se mostrou com um desempenho ótimo, registrando uma eficiência global nos 3 últimos anos e uma eficiência local no ano de 2015. O CHUC revelou uma eficiência local em todo o período em análise e ao CHEDV revelou unicamente uma eficiência global no ano de 2015. Além destas, as restantes unidades foram consideradas ineficientes ao longo de todo o período da análise. A média de eficiência, ao longo dos anos de 2015 a 2018 oscilou entre os 87% e os 91%. Os piores índices de eficiência estão, em todos os anos estudados, associados ao CHBM que demonstrou uma eficiência que, nesse período, oscilou entre os 69% e os 75%. Relativamente à TVMA, a unidade que mais se destacou foi o CHMA que registou, de 2016 para 2017, um crescimento no seu índice de eficiência de 9% (de 83% para 92%). As restantes unidades indicam uma evolução menos expressiva, no período analisado. As oportunidades de melhoria das unidades ineficientes podem ser consultadas na Tabela 25 do Apêndice D, sendo que, no que lhe concerne, é o CHBM a entidade que mais oportunidades de melhoria apresenta (poderia ter realizado mais metade da produção que registou).

### 6.6.2 Modelo T2 - Centros Hospitalares Universitários

O modelo desenvolvido para avaliação da eficiência das entidades hospitalares do tipo CHU considerou as mesmas variáveis que os modelos associados aos subgrupos mencionados anteriormente. A Tabela 18, que consta do Apêndice C, mostra os resultados de eficiência segundo uma abordagem BCC e eficiência de escala que apenas avalia as 7 entidades hospitalares dos tipos CHU (modelo T2). A Figura 6.8 apresenta a evolução da eficiência BCC de cada uma das unidades incluídas no modelo T2.

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

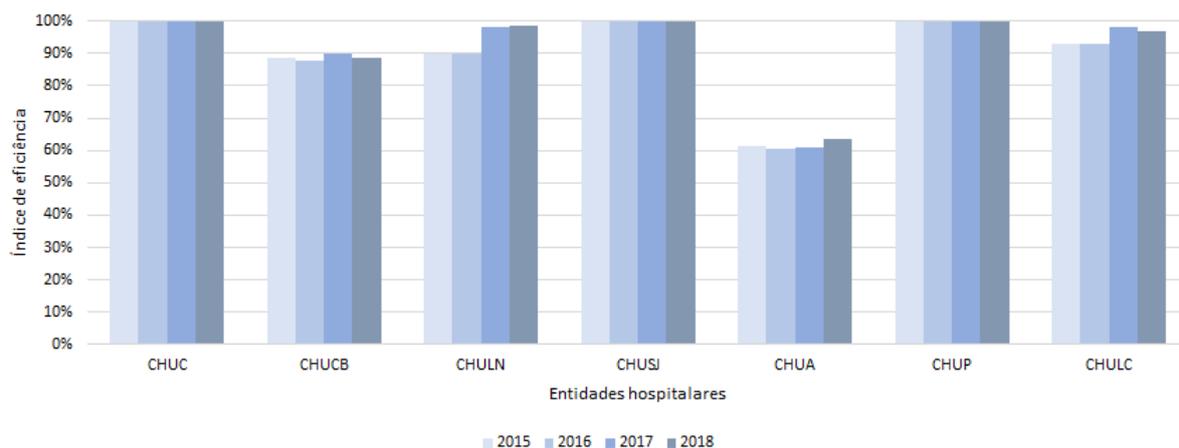


Figura 6.8: Evolução da eficiência BCC no modelo T2

De acordo com a tabela 18, que consta do Apêndice C, importa destacar o baixo desempenho do CHUA e o desempenho notável do CHUSJ e CHUP, ambos pertencentes à Região de Saúde do Norte, que já havia sido tantas vezes referenciada noutros trabalhos como a melhor das 5 regiões de saúde estudadas. Também o CHUC apresentou uma eficiência técnica local, porém acompanhada por uma ineficiência de escala de 12%. As oportunidades de melhoria das unidades ineficientes podem ser consultadas na Tabela 26 do Apêndice D, sendo que o que deve ser destacado é que o CHUA poderia ter tido uma produção adicional, no que concerne à produção considerada, superior a 60%, aproximadamente, durante todo o período estudado.

### 6.6.3 Modelo T3 - Hospitais Singulares

O modelo desenvolvido para avaliação da eficiência das entidades hospitalares singulares considerou as mesmas variáveis que os modelos associados aos subgrupos mencionados anteriormente. A Tabela 19, que consta do Apêndice C, mostra os resultados de eficiência do modelo DEA segundo uma abordagem BCC e eficiência de escala que apenas avalia as 11 entidades hospitalares singulares (modelo T3). A Figura 6.9 apresenta a evolução da eficiência BCC de cada uma das unidades incluídas no modelo T3.

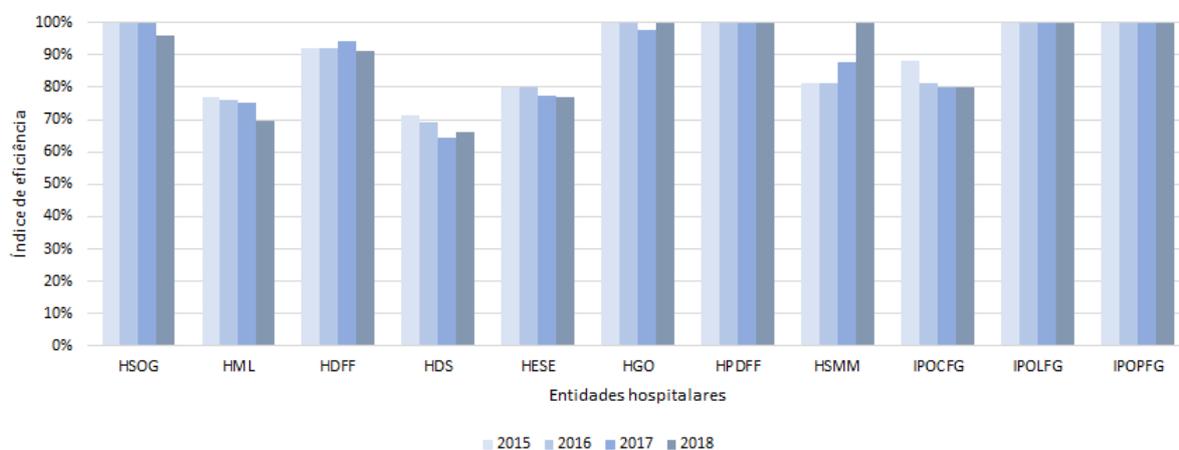


Figura 6.9: Evolução da eficiência BCC no modelo T3

## 6.6 Análise de Resultados dos Subgrupos de Tipo de Organização

A tabela 19, que consta do Apêndice C, constata que o IPOL foi a entidade hospitalar que revelou consistentemente uma eficiência global ao longo do tempo analisado. O HSOG foi também eficiente globalmente mas apenas nos 3 primeiros anos. Já o HSMM foi globalmente eficiente mas apenas no ano de 2018. O HPDFF e o IPOP foram, em todos os anos, considerados localmente eficientes. Por fim, o HGO revelou uma eficiência local, mas apenas nos dois primeiros anos da análise. Além destas, as restantes entidades hospitalares foram consideradas ineficientes. A média de eficiência, neste subgrupo, ao longo dos 4 anos da análise, situou-se entre os 89% e os 90%. A entidade hospitalar que revelou pior desempenho foi, em todos os anos em análise, o HDS, registando um índice de eficiência entre os 64% e os 71%. As oportunidades de melhoria das unidades ineficientes podem ser consultadas na Tabela 27 do Apêndice D.

### 6.6.4 Modelo T4 - Unidades Locais de Saúde

O modelo inicialmente desenvolvido para avaliação da eficiência das entidades hospitalares do tipo ULS considerou as mesmas variáveis que os modelos associados aos subgrupos mencionados anteriormente. Porém, os resultados, que podem ser consultados na Tabela 20 do Apêndice C não se mostraram concordantes com os obtidos no modelo I, isto é, a ULSLA, que havia sido considerada no modelo I uma unidade de desempenho exemplar, era a de pior desempenho, com este modelo, no subgrupo das ULS. Trabalhos anteriores corroboram o bom desempenho da ULSLA (Lavrador, 2014; Afonso e Fernandes, 2008) e a fraca eficiência das ULSG e ULSCB (Figueiredo, 2010), pelo que se considerou que este modelo não estaria a traduzir fielmente a realidade do desempenho hospitalar das ULS. Deste modo, testou-se um modelo que incluiu como variáveis *input* todos os profissionais de saúde e o número de camas (como nos modelos anteriores dos subgrupos) e como variáveis *output*, além do número de consultas externas e do número de doentes saídos, o número de episódios de urgência. Assim, com 2 variáveis *input* e 3 *output* vê-se igualmente cumprida uma das regras de ouro (mencionadas na secção 5.3) enunciadas por Banker et al. (1989), pelo que o modelo pode ser validado.

A Tabela 21, que consta do Apêndice C, mostra os resultados de eficiência do modelo DEA segundo uma abordagem BCC e eficiência de escala que apenas avalia as 8 entidades hospitalares do tipo ULS (modelo T4). A Figura 6.10 apresenta a evolução da eficiência BCC de cada uma das unidades incluídas no modelo T4.

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

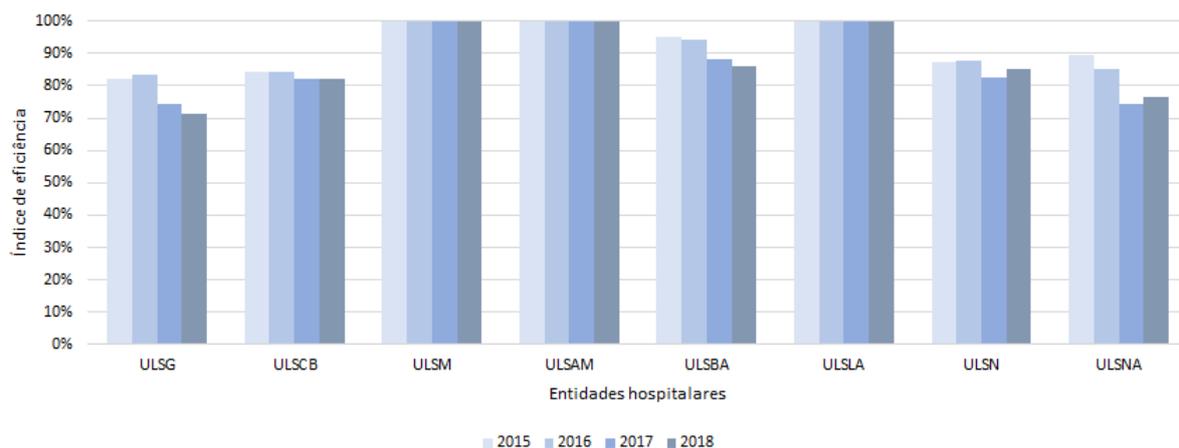


Figura 6.10: Evolução da eficiência BCC no modelo T4

Como pode ser constatado por análise da Tabela 21, que consta do Apêndice C, as ULSM, ULSAM e ULSLA são as entidades hospitalares de melhor desempenho ao longo de todo o período em análise, obtendo assim uma eficiência global. A média de desempenho das ULS situa-se em torno de 90% e os índices mínimos de eficiência estão associados à ULSG em todos os anos estudados, como já havia sido constatado pelo modelo I. Considera-se ainda relevante referir que todas as unidades consideradas ineficientes indicam uma degradação gradual do índice de eficiência ao longo dos quatro anos estudados. As oportunidades de melhoria das unidades ineficientes podem ser consultadas na Tabela 28 do Apêndice D.

## Capítulo 7

# Conclusão

Desde o final do século XIX que os países desenvolvidos têm direcionado esforços no sentido de implementar serviços de saúde que sejam acessíveis ao maior número de pessoas com o objetivo primário de produzir o máximo bem-estar social possível. A Organização Mundial da Saúde (OMS) tem vindo a enfatizar a importância da eficiência em sistemas de saúde, pois só assim será possível a sua sustentabilidade a longo prazo. Nesse sentido, têm surgido inúmeras publicações, sendo este trabalho um contributo adicional na temática da eficiência de serviços de saúde que tem como objetivo acrescentar valor quanto à informação em matéria de eficiência hospitalar e servir de contributo à construção de um instrumento ou ferramenta de política em saúde.

Este trabalho procurou conhecer os níveis de eficiência das entidades hospitalares públicas portuguesas no período de 2015 a 2018, bem como indagar acerca das razões que motivem as ineficiências registadas. A metodologia de suporte neste estudo foi a de DEA por ser a mais utilizada em estudos com um propósito semelhante e por esta possuir características que se adaptam a sistemas complexos como são os hospitais.

Assim, numa primeira fase, foi feito um enquadramento geral da problemática em análise. Em seguida foi feita uma breve descrição da evolução do SNS português. Para melhor compreensão do que já havia sido estudado, realizou-se, de seguida, um levantamento bibliográfico. Numa terceira fase apresentaram-se alguns fundamentos teóricos sobre a metodologia utilizada, bem como os seus pressupostos. Seguidamente foi descrito o modo de seleção da amostra e das variáveis a estudar. Por fim, os resultados sumários deste estudo sugerem o seguinte:

- Existem ineficiências significativas nos hospitais públicos portugueses. O modelo I sugere uma eficiência técnica média, que nos quatro anos foi relativamente constante, de cerca de 91%;
- Em média, no período analisado, cerca de 36% das entidades hospitalares estudadas foram consideradas eficientes;
- Apesar de a Região de Saúde do Algarve se ter mostrado eficiente ao longo de todo o período em análise segundo o modelo I, o modelo T2 coloca-a em última posição em termos de desempenho (recorde-se que existe uma única entidade hospitalar que a represente), demonstrando uma fraca consistência no seu desempenho. Por oposição, deve realçar-se o desempenho de excelência da Região de Saúde do Norte, corroborado por outros estudos sobre o tema;

## 7. CONCLUSÃO

- No que concerne ao tipo de organização, as entidades hospitalares do tipo CHU foram as que mais se destacaram em termos de desempenho;
- No que respeita à variação da eficiência ao longo do período analisado, vale a pena destacar a ULSBA e a ULSN, que apresentaram um decréscimo mais acentuado de 2016 para 2017 de 14,72% e 12,56%, respetivamente. Por outro lado, o HESE foi a única unidade que de um ano para o seguinte apresentou uma melhoria no seu índice de eficiência superior a 10% (12,44%);
- As ULS parecem ter pior desempenho, porém podem estar a ser penalizadas se considerarmos que os dados de *input* incluem recursos hospitalares e recursos alocados aos cuidados de saúde primários. As ULS pior cotadas são a ULSCB e a ULSG, que registam valores de eficiência próximos de 60%;
- São seis as entidades hospitalares que, durante todo o período analisado, revelam ser globalmente eficientes. Essas seis unidades são o CHL, o CHUSJ, o CHTS, o CHUP, o HSMM e a ULSLA;
- Por último, importa destacar o CHTS como a entidade hospitalar de melhor desempenho neste trabalho (por ter servido de *benchmark*, nos quatro anos analisados, por 60 vezes). Em segundo lugar, deve ser distinguido o CHUSJ (que serviu de *benchmark* por 46 vezes, nos quatro anos analisados).

Há ainda muito trabalho pela frente no que se refere à operacionalização do desempenho dos hospitais. Primeiramente faltará validar o modelo junto dos principais agentes de decisão e gestores hospitalares.

A primeira limitação apontada a este estudo é a inacessibilidade dos dados para as restantes unidades hospitalares públicas portuguesas no período selecionado, o que implicou a sua exclusão numa fase inicial. Vale a pena lembrar que este trabalho analisou o desempenho de 39 unidades hospitalares (todas elas do tipo EPE), não sendo este grupo a totalidade de unidades existentes em Portugal. Do grupo estudado não foi possível incluir as restantes entidades hospitalares do tipo EPE (as localizadas nas regiões autónomas da Madeira e Açores e o Centro Hospitalar do Oeste), as do tipo SPA e as do tipo PPP. Uma análise da totalidade dos hospitais públicos portugueses poderia, tendencialmente, produzir resultados mais precisos, rigorosos e confiáveis, todavia considera-se que a amostra usada é representativa da totalidade dos hospitais públicos portugueses.

Assumiu-se que as entidades hospitalares analisadas tinham funções idênticas, o que não será muito afastado da realidade. Na verdade, todavia, há hospitais, na amostra, com especialidades muito próprias. Assim, adicionalmente, pode destacar-se como limitação do presente estudo a evidente heterogeneidade das entidades hospitalares consideradas na análise. A inclusão de hospitais agregados em CH e CHU faz com que unidades singulares e unidades compostas estejam a ser comparadas e na verdade estes dois grupos não se podem considerar homogêneos, até pela sua diferente dimensão. Há ainda que sublinhar que muitas das entidades que resultam de fusões contêm hospitais gerais, hospitais especializados e hospitais universitários. Um bom exemplo disso é o CHULC que é composto atualmente pelos hospitais de São José, de Santo António dos Capuchos, de Santa Marta, de Dona Estefânia (hospital de especialidade em pediatria), de Curry Cabral, Maternidade Doutor Alfredo da Costa (hospital de especialidade em obstetrícia), tendo, adicionalmente, sido reconhecido a 3 de agosto de 2018 como centro universitário. O facto de estes hospitais serem heterogêneos quanto à sua atividade em particular

afeta o rigor da estimação da eficiência da entidade hospitalar que os representa. Consequentemente a sua comparação com um hospital singular pode, também ela, ser imprecisa.

Ainda no que se refere à heterogeneidade das unidades analisadas, destaca-se como limitação, a comparação de hospitais singulares e agregados hospitalares com ULS, unidades compostas tanto por hospitais como por centros de saúde. As ULS surgem, na sua maioria, nesta análise, como sendo as unidades de pior desempenho, o que se pode justificar com o facto de estas incluírem, do lado dos *inputs*, recursos que estão alocados tanto a hospitais como a centros de saúde, enquanto que a produção, *outputs*, se refere à atividade exclusivamente hospitalar. Não foi possível obter informação quanto ao peso que os recursos que não deveriam estar a ser considerados têm no total de recursos considerados.

Os modelos dos subgrupos não puderam fazer uso das variáveis incluídas no modelo I, sob pena de violação das regras de ouro da metodologia de DEA e, consequentemente, perda de capacidade de distinção entre as entidades hospitalares, por excesso de eficientes. Considerou-se a utilização das variáveis que, cumprindo pelo menos uma regra de ouro, melhor espelhassem a realidade dos recursos e produção hospitalares, assumindo o risco de perda de fiabilidade nos resultados e a falta de comparabilidade dos mesmos com os do modelo I.

Na fase final da realização deste trabalho, detetaram-se alguns erros na base de dados da Área da Transparência, nomeadamente na variável associada à taxa de ocupação (que não foi incluída em nenhum dos modelos DEA). Porém, esse facto levanta a questão de que outros erros podem existir na base de dados em variáveis utilizadas nos modelos DEA construídos. Por motivos de calendarização e devido ao facto de se terem detetado erros que, à data de 18 de setembro de 2019, ainda persistem, optou-se por não repetir as análises com a base de dados mais atualizada, tendo essa decisão potenciais consequências e limitações nos resultados finais.

Deve referir-se que este trabalho, muito embora se foque na medição da eficiência dos hospitais públicos portugueses, nada permite concluir quanto à qualidade do serviço prestado. A eficiência foi meramente medida com vista à maximização da produção hospitalar, à otimização da alocação de recursos e, consequentemente, o aumento da quantidade dos serviços prestados em saúde. Nesta medida não foram tidos em consideração indicadores de qualidade, como por exemplo a taxa de readmissões ou taxa de mortalidade após cirurgia.

Como sugestões para futuras investigações aconselha-se a utilização de uma amostra que melhor retrate a totalidade dos serviços de saúde públicos portugueses e, se possível, que inclua um período de análise mais alargado com vista ao estudo da evolução do desempenho das entidades hospitalares. Seria ainda de elevada pertinência o estudo das entidades hospitalares públicas com as privadas ou das primeiras com unidades pertencentes aos SNS de outros países com semelhanças no tipo de prestação. Ainda no que concerne à qualidade da amostra usada no estudo, sugere-se a inclusão de variáveis que melhor espelhem a totalidade dos recursos e produção hospitalar, que neste estudo acabou por ficar restrita às variáveis disponíveis no sítio eletrónico da Área da Transparência do SNS.

O modelo DEA utilizado neste estudo assumiu uma orientação para a maximização de *outputs* porque se considerou que o objetivo de um SNS é a proteção dos cidadãos por via de uma melhoria na qualidade do serviço e na satisfação dos doentes. Todavia, a contenção da despesa está mais relacionada

## 7. CONCLUSÃO

com o quanto se pode poupar e nesse sentido, adicionalmente a uma abordagem de maximização de *outputs*, poder-se-à refazer a avaliação das unidades hospitalares numa ótica de minimização de *inputs*.

O presente estudo poderia ser complementado com a implementação de um modelo de regressão que diagnosticasse as potenciais variáveis explicativas dos valores de eficiência estimados e, nessa possibilidade, também o ajuste a fatores ambientais poderia ser incluído. Como complemento ao modelo construído, sugere-se ainda a análise das folgas por forma a identificar as unidades eficientes e as fracamente eficientes. Seria também interessante a aplicação, nesta amostra e período de estudo, de outras metodologias de *benckmarking* com o objetivo da comparação de resultados, como por exemplo a técnica de SFA, uma vez que é a segunda metodologia mais utilizada em estudos com o mesmo fim.

A área da saúde é muito complexa e tem muitas particularidades, o que torna bastante complicada a avaliação dos serviços que a promovem. É fácil apurar o número de recursos humanos e/ou materiais, mas os serviços que estes recursos produzem a um indivíduo nem sempre é fácil quantificar porque muitos deles podem começar numa especialidade e terminar noutra. Os gestores dos hospitais não têm um trabalho muito facilitado no sentido em que nem sempre os dados do ano anterior garantem uma estimativa próxima dos gastos no ano seguinte, isto é, a incerteza quanto ao número de cirurgias ou internamentos a realizar no ano seguinte está sempre dependente de fatores externos e incontrolláveis, o que resulta em incerteza quanto ao material e recursos humanos necessários mais especializados para todas as situações do ano seguinte. Períodos de surto ou catástrofe natural são também imprevisíveis e levam a um aumento inesperado do consumo de recursos de saúde.

Por fim, importa mencionar o facto de Portugal ter evoluído em termos de transparência e disponibilidade de informação prestada, temos vindo a caminhar numa ótica de partilha de informação. Trabalhos anteriores a este, com o mesmo propósito, têm, habitualmente, dificuldades na obtenção de dados por parte das entidades competentes. É importante sublinhar que este trabalho foi realizado com dados públicos, isto é, totalmente disponíveis a todos e isso permite, a qualquer pessoa, reproduzir algo semelhante. Apesar de existirem sempre mais variáveis que pudessem ter sido incluídas e que não foram por não constarem da base de dados da Área da Transparência (por exemplo, o número de equipamento médico como *input* ou o número de exames realizados como *output*), julgo que as de maior importância estavam disponíveis e puderam ser usadas. Iniciativas como a criação da Área da Transparência têm imenso valor porque promovem a partilha de informação e com ela a possibilidade de serem tomadas medidas que, no geral, promovem o bem-estar social.

# Bibliografia

- ACSS. (2018). Termos de Referência para Contratualização de Cuidados de Saúde no SNS para 2019. *ACSS administração Central do Sistema de Saúde, IP*, 85. doi: 10.1039/c004450b
- ACSS. (2019). *Administração Central do Sistema de Saúde, IP*. Retrieved from <http://www2.acss.min-saude.pt>
- Afonso, A., e Fernandes, S. (2008). Assessing Hospital Efficiency: Non-Parametric Evidence for Portugal. doi: 10.2139/ssrn.1092135
- Aletras, V., Kontodimopoulos, N., Zagouldoudis, A., e Niakas, D. (2007). The short-term effect on technical and scale efficiency of establishing regional health systems and general management in Greek NHS hospitals. *Health Policy*, 83(2-3), 236–245. doi: 10.1016/j.healthpol.2007.01.008
- Ali, M., Debela, M., e Bamud, T. (2017). Technical efficiency of selected hospitals in Eastern Ethiopia. *Health Economics Review*, 7(1), 0–13. doi: 10.1186/s13561-017-0161-7
- Almeida, D. B. d. L. Q. e. (2013). *Hospital Efficiency as an Aggregate of Services ' Efficiency : A DEA Approach in Universidade Católica Portuguesa* (Unpublished doctoral dissertation). Universidade Católica Portuguesa.
- Alves, F. A. (2012). A Eficiência Tecnológica dos Hospitais do Norte, no contexto do Sistema de Saúde Português.
- Applanaidu, S. D., Samsudin, S., Ali, J., Dash, U., e Chik, A. R. (2014). Technical and Scale Efficiency of Public District Hospitals in Kedah, Malaysia: A Data Envelopment Analysis (DEA). *Journal of Health Management*, 16(3), 327–335. doi: 10.1177/0972063414539595
- Athanassopoulos, A. D., Gounaris, C., e Sissouras, A. (1999). A descriptive assessment of the production and cost efficiency of general hospitals in Greece. *Health Care Management Science*, 2(2), 97–106. doi: 10.1023/A:1019023408924
- Atilgan, E. (2016). Stochastic frontier analysis of hospital efficiency: does the model specification matter. *Pressacademia*, 5(1), 17–17. doi: 10.17261/pressacademia.2016116550
- Banker, R. D., Charnes, A., e Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 1078–1092.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., Swarts, J., e Thomas, D. A. (1989). An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses. *Research in Governmental and Non-Profit Accounting*, 5, 125–163.
- Barbetta, G., Turati, G., e Zago, A. (2007). Behavioral differences between public and private not-for-profit hospitals in the Italian National Health Service. *Health economics*, 16(1), 75–96.
- Barbetta, G. P., Turati, G., e Zago, A. M. (2001). ON THE IMPACT OF OWNERSHIP STRUCTURE AND. (September).
- Barros, P. P. (2003). Análise de eficiência de hospitais portugueses - apresentado no 8º encontro nacional de economia da saúde. Lisboa: Associação Portuguesa de Economia da Saúde.

## Bibliografia

- Barroso, H. D. R. (2018). *Eficiência Técnica dos Sistemas de Saúde: Comparação entre Portugal e os EUA* (Doctoral dissertation, Universidade do Porto). Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/117190/2/301268.pdf>
- Bentes, M., Gonçalves, M., Tranquada, S., e Urbano, J. (1996). A utilização de GDH's como instrumento de financiamento hospitalar. *Gestão Hospitalar*, 33(9), 33–40.
- Biørn, E., Hagen, T. P., Tor, I., e Magnussen, J. (2003). The effect of activity-based financing on hospital efficiency: A panel data analysis of dea efficiency scores 1992-2000. *Health Care Management Science*, 6(4), 271. Retrieved from <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/8099/>
- Bogetoft, P., e Otto, L. (2012). *Benchmarking with DEA, SFA and R* (Vol. 157) (No. 25). Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-1900-6> doi: 10.1007/978-1-4614-1900-6
- Borden, J. P. (1988). An Assessment of the Impact of Group (DRG). Based Reimbursement on the Technical Efficiency of New Jersey Hospitals Using Data Envelopment Analysis. , 77–96.
- Borenstein, D., Becker, J. L., e do Prado, V. J. (2004). Measuring the efficiency of Brazilian post office stores using data envelopment analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 1055–1078.
- Campanella, P., Elena, A., Izzi, A., Pelone, F., De Meo, C., La Milia, D., ... Ricciardi, W. (2017). The effect of the burden of caregiving for people with spinal cord injury (SCI): a cross-sectional study. *Ann Ist Super Sanità*, 53(1), 46–53. doi: 10.4415/ANN\_17\_01\_10
- Castro, P. S. (2012). *Hospital Efficiency* (Doctoral dissertation, NOVA - School of Business and Economics). doi: 10.1086/211501
- Castro, R. A. d. S. (2011). *Benchmarking de Hospitais Portugueses - Modelação com Data Envelopment Analysis* (Doctoral dissertation, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/62130/1/000148768.pdf>
- Charnes, A., Cooper, W. W., e Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2, 2, 429–444. doi: 10.1016/0377-2217(78)90138-8
- Cheng, Z., Tao, H., Cai, M., Lin, H., Lin, X., Shu, Q., e Zhang, R.-n. (2015). Technical efficiency and productivity of Chinese county hospitals: an exploratory study in Henan province, China. *BMJ Open*, 5(9). doi: 10.1136/bmjopen-2014-007267
- Chern, J. Y., e Wan, T. T. (2000). The impact of the prospective payment system on the technical efficiency of hospitals. *Journal of Medical Systems*, 24(3), 159–172. doi: 10.1023/A:1005542324990
- Coelli, T. J., e Battese, G. (1996). Identification of Factors that Influence the Inefficiencies of Indian Farmers. *American Journal of Agricultural Economics*, 40(2), 104–128.
- Cook, W. D., e Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA). *European Journal of Operational Research*, 192(1), 1–17.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., e Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software* (2<sup>a</sup> ed.). doi: 10.1007/978-0-387-45283-8
- Costa, C., e Lopes, S. (2004). Produção hospitalar: a importância da complexidade e da gravidade. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 4, 35–50. Retrieved from <https://run.unl.pt/bitstream/10362/16742/1/RUN-RPSP-2004-V.Tematicon4a04-p.35-50.pdf>
- Dalmau-Matarrodona, E., e Puig-junoy, J. (1998). Market Structure and Hospital Efficiency : Evaluating Potential Effects of Deregulation in a National Health Service. , 447–466.
- Dash, U. (2009). Evaluating the Comparative Performance of District Head Quarters Hospitals , 2002-07

- : A Non-parametric Malmquist Approach. *Quantitative Approaches to Public Policy*.
- Dismuke, C., e Sena, V. (1999). Has DRG payment influenced the technical efficiency and productivity of diagnostic technologies in Portuguese public hospitals? An empirical analysis using parametric and non-parametric methods. , 2(September 1996), 107–116.
- Ersoy, K., Kavuncubasi, S., Ozcan, Y. A., e Harris, J. M. (1997). Technical efficiencies of Turkish hospitals: DEA approach. *Journal of Medical Systems*, 21(2), 67–74. doi: 10.1023/A:1022801222540
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253–290.
- Farzianpour, F., Emami, A. H., Foroushani, A. R., e Ghiasi, A. (2016). Determining the Technical Efficiency of Hospitals in Tabriz City Using Data Envelopment Analysis for 2013-2014. *Global Journal of Health Science*, 9(5), 42. doi: 10.5539/gjhs.v9n5p42
- Ferreira, M. M. F. (2005). *Empenhamento Organizacional de Profissionais de Saúde com Diferentes Modelos de Gestão* (Unpublished doctoral dissertation). Universidade do Minho - Escola de Economia e Gestão.
- Figueiredo, P. (2010). *Avaliação de Desempenho dos Hospitais Portugueses: Aplicação de Métodos Não - Paramétricos* (Unpublished doctoral dissertation). Instituto Superior Técnico.
- Flokou, A., Aletras, V., e Niakas, D. (2017). A window-DEA based efficiency evaluation of the public hospital sector in Greece during the 5-year economic crisis. *PLoS ONE*, 12(5), 1–26. doi: 10.1371/journal.pone.0177946
- Fried, H. O., Lovell, C. A. K., e Schmidt, S. S. (2008). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*.
- Gai, R., Zhou, C., Xu, L., Zhu, M., Wang, X., Li, S., ... Tang, W. (2010). Gai, R.ab, Zhou, C.a, Xu, L.a , Zhu, M.a, Wang, X.a, Li, S.a, Zheng, W.a, Song, P.a, Yang, X.c, Fang, L.d, Zhen, Y.a, Tang, W.ab.pdf. , 4(5), 218–224.
- Giancotti, M., Guglielmo, A., e Mauro, M. (2017). *Efficiency and optimal size of hospitals: Results of a systematic search* (Vol. 12) (No. 3). doi: 10.1371/journal.pone.0174533
- Gok, M. S., e Sezen, B. (2013). Analyzing the ambiguous relationship between efficiency, quality and patient satisfaction in healthcare services: The case of public hospitals in Turkey. *Health Policy*, 111(3), 290–300. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.healthpol.2013.05.010> doi: 10.1016/j.healthpol.2013.05.010
- Gomes, E. (2015). *Eficiência das unidades hospitalares no âmbito dos novos modelos de gestão: aplicação da metodologia Data Envelopment Analysis* (Doctoral dissertation, Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Aveiro - Universidade de Aveiro). doi: 10.1234/ei.v0i12.3548
- Gonçalves, L. F. M. (2008). *Análise da eficiência dos hospitais SA e SPA* (Unpublished doctoral dissertation).
- Guedes, M. G. (2014). Ciências Sociais e Humanas A análise da eficiência hospitalar Hospitais EPE.
- Guerra, M. (2011). *Análise de Desempenho de Organizações Hospitalares* (Unpublished doctoral dissertation). Universidade Federal de Minas Gerais.
- Hadley, J., Zuckerman, S., e Feder, J. (1989). Profits and Fiscal Pressure in the Prospective Payment System: Their Impacts on Hospitals. *Sage Publications, Inc.*.
- Harfouche, A. P. d. J. (2005). *Impacto na performance do Hospital transformado em sociedade anónima: um estudo comparativo*. (Unpublished doctoral dissertation). Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas - Universidade Técnica de Lisboa.
- Harfouche, A. P. d. J. (2009). Hospitais transformados em empresa: análise do impacto na eficiência através do Data Envelopment Analysis. , 27–30.

## Bibliografia

- Harrison, J. P., e Meyer, S. (2014). Measuring efficiency among US federal hospitals. *Health Care Manager, 33*(2), 117–127. doi: 10.1097/HCM.0000000000000005
- Hernández, A. R., e Sebastián, M. S. (2014). Assessing the technical efficiency of health posts in rural Guatemala: A data envelopment analysis. *Global Health Action, 7*(1), 1–9. doi: 10.3402/gha.v7.23190
- Hollingsworth, B. (2008). The measurement of efficiency and productivity of health care delivery. *Health economics, 17*(10), 1107–1128. doi: 10.1002/hec.1391
- Hollingsworth, B., Dawson, P. J., e Maniadakis, N. (1999). Efficiency measurement of health care: A review of non-parametric methods and applications. *Health Care Management Science, 2*(3), 161–172. doi: 10.1023/A:1019087828488
- Hu, H. H., Qi, Q., e Yang, C. H. (2012). Analysis of hospital technical efficiency in China: Effect of health insurance reform. *China Economic Review, 23*(4), 865–877. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.chieco.2012.04.008> doi: 10.1016/j.chieco.2012.04.008
- IASIST. (2015). TOP 5 – A excelência dos Hospitais Portugueses. *British Journal of Healthcare Management, 17*(1), 40. doi: 10.1046/j.1365-2044.2003.03042.x
- IASIST. (2016). TOP 5 – A excelência dos Hospitais Portugueses. Retrieved from <http://www.iasist.pt/archivos/publicacao{-}top5{-}2016{-}151118175124.pdf>
- IASIST. (2017). TOP 5 – A excelência dos Hospitais Portugueses. Retrieved from <http://www.iasist.pt/archivos/revista{-}iasist{-}vs11{-}151118174125.pdf>
- IASIST. (2019). *site da IASIST*. Retrieved 2019-09-01, from <http://www.iasist.pt/pt/1315/top-5>
- INE. (2018). *Estatísticas de Saúde 2016*. Retrieved from <file:///C:/Users/ana{-}p/Downloads/ESaude{-}2016a.pdf>
- INE. (2019). *Conta Satélite da Saúde 2016 - 2018Pe. , 9*. Retrieved from <file:///C:/Users/PFerreira/Downloads/04CSSaude{-}2018.pdf>
- Jat, T. R., e Sebastian, M. S. (2013). Technical efficiency of public district hospitals in Madhya Pradesh, India: A data envelopment analysis. *Global Health Action, 6*(1). doi: 10.3402/gha.v6i0.21742
- Jia, T., e Yuan, H. (2017). The application of DEA (Data Envelopment Analysis) window analysis in the assessment of influence on operational efficiencies after the establishment of branched hospitals. *BMC Health Services Research, 17*(1), 1–8. doi: 10.1186/s12913-017-2203-6
- J.M., K., e E.Z., A. (2013). Technical and scale efficiency of public community hospitals in Eritrea: An exploratory study. *Health Economics Review, 3*(1), 1–16. Retrieved from <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS{&}PAGE=reference{&}D=emed11{&}NEWS=N{&}AN=2013502099>
- Kalhor, R., Amini, S., Sokhanvar, M., Lotfi, F., Sharifi, M., e Kakemam, E. (2016). Factors affecting the technical efficiency of general hospitals in Iran: Data envelopment analysis. *Journal of the Egyptian Public Health Association, 91*(1), 20–25. doi: 10.1097/01.EPX.0000480717.13696.3c
- Kontodimopoulos, N., e Niakas, D. (2005). Efficiency measurement of hemodialysis units in Greece with data envelopment analysis. *Health Policy, 71*(2), 195–204. doi: 10.1016/j.healthpol.2004.08.004
- Lavrador, N. (2014). *Análise Exploratória Do Nível De Eficiência Dos Hospitais Portugueses Através Do Data Envelopment Analysis*.
- Lechintan, A. (2017). *April's smartKPI: % Hospital Bed Occupancy Rate*. Retrieved 2019-09-01, from <https://www.performancemagazine.org/smartkpi-hospital-bed-occupancy-rate/>
- Lovell, K. (1993). *Production Frontiers and Productive Efficiency* (Tech. Rep.). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/239060004>

- Macedo, M. A. d. S., da Silva, F. d. F., e Santos, R. M. (2006). Análise do mercado de seguros no Brasil: uma visão do desempenho organizacional das seguradoras no ano de 2003. *Revista Contabilidade & Finanças*, 17(spe2), 88–100. doi: 10.1590/s1519-70772006000500007
- Mahate, A., Hamidi, S., e Akinci, F. (2016). Measuring the Effect of Size on Technical Efficiency of the United Arab Emirates Hospitals. *Global Journal of Health Science*, 9(3), 116. doi: 10.5539/gjhs.v9n3p116
- Mariano, E. B. (2007). Conceitos Básicos de Análise de Eficiência produtiva Network Data Envelopment Analysis View project Measurement and analysis of climate justice: the relationship between climate change, human development, inequality and cultural values View project. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/257397765> doi: 10.13140/2.1.3202.1441
- Masiye, F. (2007). Investigating health system performance: An application of data envelopment analysis to Zambian hospitals. *BMC Health Services Research*, 7, 1–11. doi: 10.1186/1472-6963-7-58
- Mateus, C., Joaquim, I., e Nunes, C. (2015). Measuring hospital efficiency-comparing four European countries. *European Journal of Public Health*, 25, 52–58. doi: 10.1093/eurpub/cku222
- Miranda, R. O. D. (2009). *Eficiência técnica de cursos de administração : uma análise conjunta de DEA e SFA*. (Unpublished doctoral dissertation). Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.
- Mobley, L. R., e Magnussen, J. (1998). An international comparison of hospital efficiency : does institutional environment matter ? doi: 10.1080/000368498325255
- Monte, A. (2010). XIV Congreso Internacional de la Academia de Ciencias. *Economia*, 29.
- Moreira, S. (2008). ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS HOSPITAIS-EMPRESA: UMA APLICAÇÃO DA DATA ENVELOPMENT ANALYSIS. (1).
- Mujasi, P. N., Asbu, E. Z., e Puig-Junoy, J. (2016). How efficient are referral hospitals in Uganda? A data envelopment analysis and tobit regression approach. *BMC Health Services Research*, 16(1), 1–14. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1186/s12913-016-1472-9> doi: 10.1186/s12913-016-1472-9
- Muller, A. (1993). Medicare prospective payment reforms and hospital utilization: temporary or lasting effects? *Medical Care*, 31, 296–308.
- Nunamaker, T. R. (1983). Measuring routine nursing service efficiency: a comparison of cost per patient day and data envelopment analysis models. *Health services research*, 18(2 Pt 1), 183–208. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6874357> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC1068745>
- OCDE. (2017). *Tackling Wasteful Spending on Health* (Tech. Rep.). Retrieved from [https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/tackling-wasteful-spending-on-health\\_{\\_}9789264266414-en](https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/tackling-wasteful-spending-on-health_{_}9789264266414-en) doi: 10.1787/9789264266414-en
- Odeck, J., e Bråthen, S. (2012). A meta-analysis of DEA and SFA studies of the technical efficiency of seaports: A comparison of fixed and random-effects regression models. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(10), 1574–1585. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2012.08.006> doi: 10.1016/j.tra.2012.08.006
- Oikonomou, N., Tountas, Y., Mariolis, A., Souliotis, K., Athanasakis, K., e Kyriopoulos, J. (2015). Measuring the efficiency of the Greek rural primary health care using a restricted DEA model; the case of southern and western Greece. *Health Care Management Science*, 19(4), 313–325. doi: 10.1007/s10729-015-9324-4
- O'Neill, L., Rauner, M., Heidenberger, K., e Kraus, M. (2008). A cross-national comparison and taxonomy of DEA-based hospital efficiency studies. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3),

## Bibliografia

- 158–189. doi: 10.1016/j.seps.2007.03.001
- Othman, M., Foo, L. Y., Karim, M. S. A., e Aziz, Y. A. (2010). Total factor productivity efficiency changes in a Malaysian hotel chain. *International Journal of Revenue Management*, 4(3/4), 327. doi: 10.1504/ijrm.2010.035960
- Ozcan, Y. A., e Bannick, R. R. (1994). Trends in Department of Defense Hospital Efficiency. , 18(2).
- PORDATA. (2019). *Base de Dados Portugal Contemporâneo*. Retrieved from <https://www.pordata.pt>
- Puig-Junoy, J. (1998). TECHNICAL EFFICIENCY IN THE CLINICAL. *Health Economics*, 263–277.
- Rego, G. (2011). *Gestão Empresarial dos Serviços Públicos*.
- Reis, C. M. d. S. (2011). *Modelos de Gestão Hospitalar* (Unpublished doctoral dissertation). Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.
- Rosko, M. D., e Broyles, R. W. (1987). Short-Term Responses of Hospitals to the DRG Prospective Pricing Mechanism in New Jersey.
- Sahin, I., e Ozcan, Y. A. (2000). Public sector hospital efficiency for provincial markets in Turkey. *Journal of Medical Systems*, 24(6), 307–320. doi: 10.1023/A:1005576009257
- Shahhoseini, R., Tofighi, S., Jaafaripooyan, E., e Safiaryan, R. (2011). Efficiency measurement in developing countries: Application of data envelopment analysis for Iranian hospitals. *Health Services Management Research*, 24(2), 75–80. doi: 10.1258/hsmr.2010.010017
- Shamzaeffa, S., Shri Dewi, A., Jaafar, A. S., Jamal, A., e Rahimah, M. (2014). Performance of Public Hospitals in Malaysia and its Determinants : An Analysis Using Data Envelopment and Tobit Model. *PAK Publishing Group*, 807–815.
- Sherman, H. D., e Ladino, G. (1995). Managing Bank Productivity Using Data Envelopment Analysis (DEA). *Interfaces*.
- Simões, J. (2004). *Retrato Político da Saúde - Dependência do Percurso e Inovação em Saúde: da Ideologia ao Desempenho*. Livraria Almedina.
- Simões, P., e Marques, R. C. (2009). Performance and congestion analysis of the portuguese hospital services. *Central European Journal of Operations Research*, 19(1), 39–63. doi: 10.1007/s10100-009-0122-2
- SNS. (2019a). *Portal do SNS*. Retrieved from <https://www.sns.gov.pt/>
- SNS. (2019b). *Portal do SNS*. Retrieved 2019-09-01, from <https://www.sns.gov.pt/noticias/2018/11/28/top-5-2018/>
- Soares de Mello, J. C. C. B., Meza, L. A., Gomes, E. G., Serapião, B. P., e Lins, M. P. E. (2003). Análise de envoltória de dados no estudo da eficiência e dos benchmarks para companhias aéreas brasileiras. *Pesquisa Operacional*, 23(2), 325–345. doi: 10.1590/s0101-74382003000200005
- Sotomayor, A. M., Rodrigues, J., e Duarte, M. (2017). *Princípios de Gestão das Organizações* (3ª edição ed.). Rei dos Livros.
- Stefko, R., Gavurova, B., e Kocisova, K. (2018). Healthcare efficiency assessment using DEA analysis in the Slovak Republic. *Health Economics Review*, 8(1). Retrieved from <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord{%&}from=export{%&}id=L621148303{%&}0Ahttp://dx.doi.org/10.1186/s13561-018-0191-9{%&}0Ahttp://ak7rt6cb3z.search.serialssolutions.com?sid=EMBASE{%&}issn=21911991{%&}id=doi:10.1186{%&}2Fs13561-018-0191-9{%&}atitle=Healthcare> doi: 10.1186/s13561-018-0191-9
- Steinmann, L., Dittrich, G., Karmann, A., e Zweifel, P. (2004). Measuring and comparing the ( in ) efficiency of German and Swiss hospitals. (May), 216–226. doi: 10.1007/s10198-004-0227-4

- Sulku, S. N. (2011). The impacts of health care reforms on the efficiency of the Turkish public hospitals: Provincial markets.
- Tauille, J. R., e Debaco, E. S. (2002). Autogestão no Brasil: a viabilidade econômica de empresas geridas por trabalhadores. ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA POLÍTICA.
- Thompson, R. G., Singleton, F. D., Thrall, R. M., e Smith, B. A. (1986). Comparative Site Evaluations for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas. *Interfaces*, 16(6), 35–49. doi: 10.1287/inte.16.6.35
- Tlotlego, N., Nonvignon, J., Sambo, L. G., Asbu, E. Z., e Kirigia, J. M. (2010). Assessment of productivity of hospitals in Botswana: A DEA application. *International Archives of Medicine*, 3(1), 1–14. doi: 10.1186/1755-7682-3-27
- Tribunal de Contas. (2006). Relatório Global de Avaliação do Modelo de Gestão dos Hospitais do SEE – Período de 2001-2004. *Relatório n.º 20/06 – Audit, I-II*.
- Tribunal de Contas. (2011). Auditoria ao sistema de pagamentos e de formação dos preços pagos às unidades hospitalares do Serviço Nacional de Saúde. , I. Retrieved from <http://www.tcontas.pt/pt/actos/rel{ }auditoria/2011/2s/audit-dgtec-re1030-2011-2s.pdf>
- Wang, X., Luo, H., Qin, X., Feng, J., Gao, H., e Feng, Q. (2016). Evaluation of performance and impacts of maternal and child health hospital services using Data Envelopment Analysis in Guangxi Zhuang Autonomous Region, China: A comparison study among poverty and non-poverty county level hospitals. *International Journal for Equity in Health*, 15(1), 1–6. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1186/s12939-016-0420-y> doi: 10.1186/s12939-016-0420-y
- Worthington, A. C. (2004). Frontier Efficiency Measurement in Health Care : A Review of Empirical. *Medical Care Research And Review*, 61(2), 135–170. doi: 10.1177/1077558704263796
- Xenos, P., Yfantopoulos, J., Nektarios, M., Polyzos, N., Tinios, P., e Constantopoulos, A. (2017). Efficiency and productivity assessment of public hospitals in Greece during the crisis period 2009-2012. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 15(1), 1–12. doi: 10.1186/s12962-017-0068-5
- Zucchi, P., Del Nero, C., e Malik, A. M. (1998). Gastos em saúde: os fatores que agem na demanda e na oferta dos serviços de saúde. *Saúde e Sociedade*, 9(1-2), 127–150. doi: 10.1590/s0104-12902000000100010



# Apêndices



## Apêndice A

Tabela 1: Entidades hospitalares públicas portuguesas, hospitais que as compõem e respetivo modelo de gestão

Entidade Hospitalar	Hospitais	Gestão
Centro de Medicina de Reabilitação da Região Centro - Rovisco Pais	-	SPA
Centro de Medicina Física de Reabilitação do Sul - São Brás de Alportel	-	SPA
CHBM	Hospital Nossa Senhora do Rosário (Sede) Hospital Distrital do Montijo	EPE
CHL	Hospital de Santo André - Leiria Hospital Distrital Pombal Hospital Bernardino Lopes de Oliveira - Alcobaça	EPE
Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental (CHLO)	Hospital de Egas Moniz Hospital de Santa Cruz Hospital S. Francisco Xavier	EPE
CHS	Hospital de São Bernardo Hospital Ortopédico Sant'Iago do Outão	EPE
Centro Hospitalar do Baixo Vouga (CHBV)	Hospital Infante D. Pedro - Aveiro Hospital Distrital de Águeda Hospital Visconde de Salreu - Estarreja	EPE
CHMA	Unidade de V.N. Famalicão Unidade de Santo Tirso	EPE
Centro Hospitalar do Oeste	Hospital Distrital Caldas da Rainha Hospital São Pedro Gonçalves Telmo - Peniche Hospital Dr. José Maria Antunes Júnior - Torres Vedras Hospital Termal Rainha D. Leonor	EPE
CHUC	Hospitais da Universidade de Coimbra Hospital Geral Colónia Portuguesa do Brasil - Hospital dos Covões Maternidade Bissaya Barreto Maternidade Dr. Daniel de Matos Centro Hospitalar Psiquiátrico de Coimbra - Unidade Arnes Centro Hospitalar Psiquiátrico de Coimbra - Unidade Lorvão Centro Hospitalar Psiquiátrico de Coimbra - Unidade Sobral Cid	EPE
CHEDV	Hospital de São Sebastião (Sede) Hospital São Miguel - Oliveira de Azeméis Hospital de São João da Madeira	EPE
CHMT	Hospital Rainha Santa Isabel - Torres Novas Hospital Dr. Manoel Constâncio - Abrantes Hospital Nossa Senhora da Graça - Tomar	EPE
CHPVVC	Unidade Hospitalar da Póvoa de Varzim Unidade Hospitalar de Vila do Conde	EPE
Centro Hospitalar Psiquiátrico de Lisboa	Hospital Júlio de Matos Hospital Miguel Bombarda	SPA
CHTS	Unidade Hospital Padre Américo (Sede) - Penafiel Hospital São Gonçalo - Amarante	EPE
CHTV	Hospital de São Teotónio - Viseu Hospital de Cândido Figueiredo - Tondela	EPE
Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro (CHTMAD)	Unidade de Vila Real (sede) (Hospital São Pedro) Unidade hospitalar de Chaves Unidade hospitalar de Lamego Unidade hospitalar de Peso da Régua (Hospital Dom Luiz I)	EPE
CHUCB	Hospital Pêro da Covilhã Hospital do Fundão	EPE
CHULN	Hospital de Santa Maria Hospital Pulido Valente	EPE
CHUSJ	Hospital São João (Sede) Hospital Nossa Senhora da Conceição de Valongo	EPE

<b>Entidade Hospitalar</b>	<b>Hospitais</b>	<b>Gestão</b>
CHUA	Hospital de Faro Hospital de Portimão (Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio) Hospital de Lagos (Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio)	EPE
CHUP	Hospital de Santo António Hospital Joaquim Urbano Instituto de Genética Médica Doutor Jacinto Magalhães Centro Materno Infantil do Norte	EPE
CHULC	Hospital S. José Hospital St. António dos Capuchos Hospital Sta. Marta Hospital D <sup>a</sup> Estefânia Hospital Curry Cabral MAC	EPE
Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia-Espinho (CHVNGE)	Unidade I (antigo Hospital Eduardo Santos Silva) Unidade II (antigo Hospital Distrital de Gaia) Unidade III (antigo Hospital Nossa Senhora da Ajuda - Espinho)	EPE
Hospital Arcebispo João Crisóstomo - Cantanhede	-	SPA
Hospital Beatriz Ângelo	-	PPP
Hospital da Horta	-	EPE
HSOG	-	EPE
Hospital de Braga	-	PPP
Hospital de Cascais Dr. José de Almeida	-	PPP
HML	-	EPE
Hospital de Vila Franca de Xira	-	PPP
HDFP	-	EPE
HDS	-	EPE
Hospital do Divino Espírito Santo de Ponta Delgada	-	EPE
Hospital Dr. Francisco Zagalo - Ovar	-	SPA
HESE	-	EPE
HGOHospital Garcia de Orta	-	EPE
HPDFFHospital Professor Doutor Fernando Fonseca	-	EPE
HSMM	-	EPE
Hospital Santo Espírito de Angra do Heroísmo	-	EPE
Instituto de Oftalmologia Dr. Gama Pinto	-	SPA
IPOC	-	EPE
IPOL	-	EPE
IPOP	-	EPE
Serviço de Saúde da Região Autónoma da Madeira	Hospital Doutor Nélso Mendonça	EPE
ULSG	Hospital Nossa Senhora da Assunção - Seia Hospital Sousa Martins - Guarda	EPE
ULSCB	Hospital Amato Lusitano	EPE
ULSM	-	EPE
ULSAM	Hospital de Santa Luzia - Viana do Castelo Hospital do Conde de Bertiandos - Ponte de Lima	EPE
ULSBA	Hospital José Joaquim Fernandes - Beja	EPE
ULSLA	-	EPE
ULSN	Hospital de Bragança Hospital de Macedo de Cavaleiros Hospital de Mirandela	EPE
Unidade Local de Saúde do Norte Alentejano (ULSNA)	Hospital Dr. José Maria Grande de Portalegre Hospital de Santa Luzia de Elvas	EPE

## Apêndice B

Tabela 2: Resultados de eficiência do primeiro modelo DEA

	2015			2016			2017			2018		
	<i>ECCR</i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>									
CHBM	90.49%	93.69%	96.59%	94.31%	95.89%	98.34%	91.22%	91.79%	99.39%	93.58%	95.86%	97.63%
CHL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHLO	89.85%	95.40%	94.18%	83.30%	92.29%	90.26%	82.28%	91.01%	90.41%	84.73%	91.36%	92.75%
CHS	88.71%	90.16%	98.39%	87.90%	87.93%	99.97%	89.78%	89.78%	100.00%	84.69%	94.57%	89.55%
CHBV	100.00%	100.00%	100.00%	99.66%	100.00%	99.66%	99.35%	99.53%	99.82%	100.00%	100.00%	100.00%
CHMA	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHUC	89.08%	100.00%	89.08%	87.48%	100.00%	87.48%	91.18%	100.00%	91.18%	93.27%	100.00%	93.27%
CHEDV	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	94.43%	100.00%	94.43%
CHMT	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHPVVC	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHTS	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHTV	99.15%	100.00%	99.15%	93.68%	100.00%	93.68%	100.00%	100.00%	100.00%	98.33%	100.00%	98.33%
CHTMAD	96.99%	100.00%	96.99%	94.36%	100.00%	94.36%	96.12%	97.84%	98.24%	99.49%	100.00%	99.49%
CHUCB	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.57%	100.00%	99.57%	100.00%	100.00%	100.00%
CHULN	92.18%	98.51%	93.58%	91.79%	100.00%	91.79%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHUSJ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHUA	91.48%	100.00%	91.48%	91.76%	100.00%	91.76%	94.45%	100.00%	94.45%	89.04%	100.00%	89.04%
CHUP	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHULC	95.61%	100.00%	95.61%	91.57%	100.00%	91.57%	94.55%	100.00%	94.55%	91.86%	100.00%	91.86%
CHVNGE	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	97.53%	100.00%	97.53%
HSOG	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
HDFD	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
HDS	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	95.73%	95.98%	99.73%	94.41%	94.77%	99.62%
HESE	85.99%	86.13%	99.84%	85.25%	87.92%	96.96%	85.51%	87.21%	98.05%	94.38%	95.80%	98.52%
HGO	91.81%	92.03%	99.76%	90.55%	91.66%	98.79%	94.69%	94.88%	99.80%	94.06%	98.35%	95.63%
HPDFF	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.18%	100.00%	98.18%	100.00%	100.00%	100.00%
HSMM	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ULSG	84.20%	84.41%	99.75%	80.48%	80.91%	99.47%	77.67%	78.19%	99.34%	69.77%	80.59%	86.57%
ULSCB	70.65%	70.71%	99.91%	70.00%	71.31%	98.15%	71.10%	72.86%	97.59%	67.45%	70.40%	95.82%
ULSM	97.48%	98.43%	99.03%	97.30%	99.69%	97.61%	97.92%	99.91%	98.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ULSAM	94.52%	97.14%	97.30%	93.64%	93.73%	99.90%	95.64%	97.22%	98.37%	86.43%	97.08%	89.03%
ULSBA	87.60%	90.86%	96.41%	87.69%	90.27%	97.14%	82.31%	85.66%	96.09%	71.85%	80.86%	88.86%
ULSLA	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ULSN	76.57%	77.42%	98.90%	80.12%	80.77%	99.20%	75.02%	76.46%	98.11%	70.86%	76.52%	92.60%
ULSNA	90.72%	91.60%	99.05%	82.80%	83.21%	99.50%	85.64%	86.67%	98.82%	72.35%	80.24%	90.17%

Tabela 3: Resultados de eficiência do segundo modelo DEA

	2015			2016			2017			2018		
	$E_{CCR}$	$E_{BCC}$	$EE$									
CHBM	90.47%	92.92%	97.37%	92.23%	93.90%	98.22%	90.27%	90.59%	99.65%	91.77%	94.43%	97.19%
CHL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHLO	89.58%	91.40%	98.00%	82.36%	89.20%	92.34%	81.00%	87.83%	92.22%	82.99%	87.75%	94.58%
CHS	88.18%	89.83%	98.16%	87.90%	87.93%	99.97%	89.77%	89.78%	100.00%	80.45%	94.47%	85.16%
CHBV	97.39%	100.00%	97.39%	93.94%	98.09%	95.77%	92.18%	97.84%	94.21%	92.37%	100.00%	92.37%
CHMA	96.51%	96.55%	99.96%	97.61%	100.00%	97.61%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHUC	89.08%	100.00%	89.08%	87.48%	100.00%	87.48%	91.18%	100.00%	91.18%	93.27%	100.00%	93.27%
CHEDV	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	93.17%	100.00%	93.17%
CHMT	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHPVVC	100.00%	100.00%	100.00%	97.65%	99.60%	98.05%	99.66%	99.98%	99.68%	96.53%	97.73%	98.77%
CHTS	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHTV	98.75%	100.00%	98.75%	93.68%	100.00%	93.68%	100.00%	100.00%	100.00%	95.13%	100.00%	95.13%
CHTMAD	96.99%	100.00%	96.99%	93.85%	100.00%	93.85%	96.12%	97.79%	98.29%	97.72%	99.61%	98.10%
CHUCB	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.88%	100.00%	98.88%	100.00%	100.00%	100.00%
CHULN	92.18%	98.51%	93.58%	91.79%	100.00%	91.79%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHUSJ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHUA	91.47%	100.00%	91.47%	91.74%	100.00%	91.74%	94.37%	100.00%	94.37%	89.04%	100.00%	89.04%
CHUP	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CHULC	95.33%	100.00%	95.33%	91.57%	100.00%	91.57%	93.49%	100.00%	93.49%	88.58%	100.00%	88.58%
CHVNGE	96.66%	98.39%	98.23%	99.38%	100.00%	99.38%	100.00%	100.00%	100.00%	94.42%	100.00%	94.42%
HSOG	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
HDFP	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
HDS	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	94.57%	95.49%	99.03%	92.95%	93.09%	99.85%
HESE	85.99%	86.13%	99.84%	85.25%	87.92%	96.96%	85.51%	87.21%	98.05%	94.38%	95.80%	98.52%
HGO	91.81%	92.03%	99.76%	90.55%	91.66%	98.79%	94.69%	94.88%	99.80%	94.06%	98.35%	95.63%
HPDFP	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.18%	100.00%	98.18%	100.00%	100.00%	100.00%
HSMM	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ULSG	84.20%	84.41%	99.75%	80.48%	80.91%	99.47%	77.67%	78.19%	99.34%	69.77%	80.59%	86.57%
ULSCB	70.65%	70.71%	99.91%	70.00%	71.31%	98.15%	71.10%	72.78%	97.70%	67.45%	70.40%	95.82%
ULSM	97.48%	98.43%	99.03%	97.30%	99.69%	97.61%	97.92%	99.91%	98.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ULSAM	94.30%	96.85%	97.36%	93.64%	93.73%	99.90%	90.80%	93.92%	96.68%	83.57%	95.91%	87.13%
ULSBA	87.60%	90.86%	96.41%	87.69%	90.27%	97.14%	82.31%	85.66%	96.09%	71.85%	80.86%	88.86%
ULSLA	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ULSN	76.57%	77.42%	98.90%	80.12%	80.77%	99.20%	75.02%	76.46%	98.11%	70.86%	76.52%	92.60%
ULSNA	90.72%	91.60%	99.05%	82.80%	83.21%	99.50%	85.64%	86.67%	98.82%	72.35%	80.24%	90.17%

Tabela 4: Resultados de eficiência do terceiro modelo DEA

	2015			2016			2017			2018		
	<i>E<sub>CCR</sub></i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>									
CHBM	80%	86%	93%	81%	86%	94%	85%	90%	95%	83%	94%	89%
CHL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHLO	78%	84%	93%	79%	84%	94%	79%	82%	96%	81%	84%	96%
CHS	80%	80%	100%	83%	83%	100%	88%	88%	100%	80%	93%	86%
CHBV	85%	89%	95%	84%	89%	94%	83%	86%	97%	82%	91%	90%
CHMA	96%	96%	100%	96%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUC	86%	100%	86%	85%	100%	85%	91%	100%	91%	92%	100%	92%
CHEDV	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	83%
CHMT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHPVVC	97%	99%	98%	95%	98%	98%	99%	99%	100%	92%	95%	97%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	83%	87%	96%	81%	82%	98%	84%	84%	100%	85%	87%	99%
CHTMAD	92%	97%	95%	92%	96%	96%	96%	97%	99%	97%	100%	97%
CHUCB	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	99%	97%	99%	98%
CHULN	83%	94%	88%	85%	93%	91%	96%	98%	97%	97%	99%	99%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUA	79%	100%	79%	79%	100%	79%	78%	100%	78%	74%	100%	74%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHULC	81%	96%	85%	82%	94%	87%	89%	100%	89%	86%	100%	87%
CHVNGE	96%	98%	97%	99%	100%	99%	100%	100%	100%	94%	100%	94%
HSOG	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDFP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDS	80%	80%	100%	79%	80%	100%	82%	82%	99%	84%	84%	100%
HESE	83%	86%	97%	85%	88%	97%	85%	86%	98%	91%	96%	95%
HGO	84%	84%	100%	87%	87%	100%	93%	93%	100%	93%	93%	99%
HPDFF	86%	100%	86%	81%	100%	81%	94%	100%	94%	91%	100%	91%
HSMM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSG	66%	69%	96%	65%	68%	96%	61%	64%	95%	54%	63%	87%
ULSCB	62%	62%	100%	65%	65%	99%	68%	69%	98%	66%	67%	98%
ULSM	88%	90%	97%	92%	94%	97%	93%	95%	97%	88%	90%	98%
ULSAM	84%	87%	97%	87%	88%	99%	86%	87%	99%	76%	86%	88%
ULSBA	88%	91%	96%	86%	90%	95%	70%	80%	88%	70%	81%	87%
ULSLA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSN	65%	67%	97%	71%	73%	97%	63%	65%	97%	61%	68%	90%
ULSNA	80%	81%	99%	74%	76%	96%	73%	74%	100%	68%	72%	94%

Tabela 5: Resultados de eficiência do quarto modelo DEA

	2015			2016			2017			2018		
	$E_{CCR}$	$E_{BCC}$	$EE$									
CHBM	65%	66%	99%	63%	63%	100%	64%	64%	100%	63%	63%	100%
CHL	88%	88%	99%	89%	90%	99%	82%	85%	97%	82%	85%	96%
CHLO	73%	79%	92%	72%	79%	91%	72%	79%	91%	73%	82%	89%
CHS	66%	66%	99%	67%	67%	100%	69%	70%	99%	71%	75%	94%
CHBV	73%	73%	99%	72%	72%	100%	73%	73%	100%	76%	76%	100%
CHMA	86%	91%	95%	86%	89%	96%	94%	98%	96%	96%	96%	100%
CHUC	84%	100%	84%	84%	100%	84%	79%	100%	79%	79%	100%	79%
CHEDV	94%	95%	98%	91%	91%	100%	83%	85%	99%	83%	84%	99%
CHMT	71%	72%	98%	70%	70%	99%	63%	64%	99%	61%	62%	98%
CHPVVC	80%	96%	83%	80%	94%	84%	83%	92%	89%	86%	88%	98%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	80%	80%	99%	79%	79%	100%	73%	77%	96%	74%	79%	94%
CHTMAD	80%	80%	100%	80%	81%	100%	78%	83%	94%	78%	84%	93%
CHUCB	78%	81%	96%	78%	81%	97%	82%	85%	96%	82%	83%	99%
CHULN	75%	93%	81%	78%	93%	84%	84%	98%	85%	84%	99%	85%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	90%	86%	100%	86%
CHUA	61%	61%	100%	61%	61%	100%	55%	60%	92%	55%	62%	88%
CHUP	100%	100%	100%	99%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	100%	99%
CHULC	75%	96%	79%	76%	94%	80%	73%	100%	73%	72%	100%	72%
CHVNGE	93%	93%	100%	94%	94%	99%	95%	96%	99%	93%	95%	97%
HSOG	95%	95%	99%	98%	98%	99%	99%	100%	100%	96%	96%	100%
HML	72%	100%	72%	73%	100%	73%	73%	100%	73%	69%	100%	69%
HDFP	86%	100%	86%	88%	100%	88%	91%	100%	91%	91%	94%	96%
HDS	69%	71%	97%	68%	70%	98%	65%	65%	100%	66%	67%	100%
HESE	76%	79%	97%	79%	80%	99%	77%	79%	97%	79%	79%	99%
HGO	81%	82%	99%	83%	83%	99%	80%	84%	95%	79%	86%	93%
HPDFP	84%	85%	99%	80%	80%	100%	82%	88%	94%	80%	87%	92%
HSMM	76%	100%	76%	79%	96%	82%	85%	100%	85%	100%	100%	100%
IPOC	86%	94%	92%	81%	86%	94%	79%	85%	94%	81%	81%	100%
IPOL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
IPOP	91%	92%	99%	92%	93%	99%	93%	95%	98%	93%	96%	97%
ULSG	44%	45%	98%	44%	44%	99%	38%	39%	99%	36%	36%	98%
ULSCB	51%	54%	95%	52%	54%	96%	49%	51%	96%	50%	52%	96%
ULSM	80%	80%	99%	80%	82%	98%	87%	88%	100%	82%	90%	92%
ULSAM	65%	66%	99%	66%	66%	99%	66%	68%	98%	64%	68%	94%
ULSBA	46%	51%	91%	45%	50%	91%	47%	51%	93%	45%	46%	98%
ULSLA	55%	87%	63%	64%	95%	67%	66%	100%	66%	78%	86%	92%
ULSN	49%	50%	97%	48%	49%	99%	45%	45%	100%	47%	47%	100%
ULSNA	48%	52%	94%	44%	45%	97%	46%	49%	95%	45%	45%	99%

## Apêndice C

Tabela 6: Resultados de eficiência do modelo I

	2015		TVMA		2016		TVMA		2017		TVMA		2018	
	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$
CHBM	82,50%	94,54%	0,35%	0,95%	82,79%	95,44%	5,68%	0,51%	87,50%	95,93%	4,47%	-8,30%	91,41%	87,96%
CHL	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
CHLO	82,57%	94,77%	-0,02%	-0,10%	82,56%	94,68%	-1,52%	2,26%	81,30%	96,82%	3,61%	-1,20%	84,24%	95,66%
CHS	78,82%	98,85%	2,94%	0,96%	81,14%	99,79%	4,22%	0,21%	84,56%	100,00%	5,20%	-14,66%	88,96%	85,34%
CHBV	88,38%	95,68%	-0,46%	-0,86%	87,97%	94,85%	-2,84%	2,79%	85,47%	97,50%	6,79%	-8,20%	91,28%	89,51%
CHMA	94,02%	99,92%	1,28%	-1,71%	95,22%	98,21%	5,02%	1,82%	100,00%	100,00%	0,00%	-4,37%	100,00%	95,63%
CHUC	100,00%	86,16%	0,00%	-1,57%	100,00%	84,81%	0,00%	6,93%	100,00%	90,68%	0,00%	1,46%	100,00%	92,01%
CHEDV	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	-17,37%	100,00%	82,63%
CHMT	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	-2,25%	-0,38%	97,75%	99,62%	-2,09%	-2,16%	95,70%	97,47%
CHPVVC	97,27%	100,00%	-1,94%	0,00%	95,39%	100,00%	3,58%	0,00%	98,80%	100,00%	-4,70%	-3,55%	94,16%	96,45%
CHTS	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
CHTV	92,53%	92,35%	-11,41%	6,37%	81,97%	98,23%	2,39%	1,37%	83,93%	99,58%	3,17%	-0,91%	86,59%	98,68%
CHTMAD	92,77%	99,23%	-0,83%	0,11%	92,00%	99,34%	2,99%	0,66%	94,75%	100,00%	3,74%	-1,77%	98,29%	98,23%
CHUCB	92,76%	100,00%	0,46%	0,00%	93,19%	100,00%	-0,08%	0,00%	93,12%	100,00%	-1,05%	-1,73%	92,14%	98,27%
CHULN	90,62%	90,84%	-0,06%	2,78%	90,56%	93,36%	8,67%	3,52%	98,41%	96,65%	0,37%	2,05%	98,78%	98,63%
CHUSJ	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
CHUA	100,00%	77,19%	0,00%	0,28%	100,00%	77,40%	0,00%	-0,61%	100,00%	76,93%	0,00%	-6,95%	100,00%	71,58%
CHUP	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
CHULC	95,13%	84,46%	-0,92%	1,41%	94,26%	85,65%	6,09%	1,86%	100,00%	87,24%	-0,62%	-0,73%	99,38%	86,60%
CHVNGE	96,45%	97,17%	3,68%	0,94%	100,00%	98,08%	0,00%	1,95%	100,00%	100,00%	0,00%	-6,57%	100,00%	93,43%
HSOG	96,73%	100,00%	3,23%	0,00%	99,85%	100,00%	0,15%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
HDFP	99,68%	100,00%	0,32%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
HDS	78,96%	100,00%	-1,55%	0,00%	77,73%	100,00%	4,19%	0,00%	80,99%	100,00%	2,78%	-0,45%	83,25%	99,55%
HESE	80,39%	100,00%	3,60%	0,00%	83,29%	100,00%	-1,39%	0,00%	82,13%	100,00%	12,44%	-8,23%	92,35%	91,77%
HGO	83,97%	100,00%	3,28%	0,00%	86,72%	100,00%	6,85%	0,00%	92,66%	100,00%	0,80%	-1,02%	93,40%	98,98%
HPDFP	100,00%	85,45%	0,00%	-5,31%	100,00%	80,91%	0,00%	16,23%	100,00%	94,03%	0,00%	-3,34%	100,00%	90,89%
HSMM	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
ULSG	67,78%	97,18%	-0,60%	-1,28%	67,37%	95,93%	-9,23%	2,14%	61,15%	97,99%	-2,68%	-13,16%	59,51%	85,09%
ULSCB	60,90%	100,00%	4,22%	-0,26%	63,47%	99,74%	4,60%	0,26%	66,39%	100,00%	-1,86%	-1,20%	65,15%	98,80%
ULSM	87,19%	100,00%	4,07%	0,00%	90,74%	100,00%	1,08%	0,00%	91,72%	100,00%	-2,98%	-5,01%	88,99%	94,99%
ULSAM	85,75%	97,16%	1,57%	1,59%	87,09%	98,70%	-0,94%	0,40%	86,27%	99,10%	-0,94%	-12,30%	85,46%	86,91%
ULSBA	89,97%	95,46%	-0,66%	-1,20%	89,37%	94,31%	-14,72%	-3,68%	76,21%	90,84%	-1,11%	-6,21%	75,37%	85,20%
ULSLA	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
ULSN	66,64%	97,68%	9,03%	-0,29%	72,66%	97,40%	-12,56%	0,96%	63,53%	98,33%	6,04%	-8,84%	67,37%	89,63%
ULSNA	80,49%	98,25%	-6,12%	-1,58%	75,56%	96,70%	-7,68%	3,15%	69,75%	99,74%	-1,16%	-13,03%	68,94%	86,75%

Tabela 7: Resultados de eficiência do cenário 1

	2015			2016			2017			2018		
	<i>E<sub>CCR</sub></i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>									
CHBM	80%	86%	93%	81%	86%	94%	85%	90%	95%	83%	94%	89%
CHL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHLO	78%	84%	93%	79%	84%	94%	79%	82%	96%	81%	84%	96%
CHS	80%	80%	100%	83%	83%	100%	88%	88%	100%	80%	93%	86%
CHBV	85%	89%	95%	84%	89%	94%	83%	86%	97%	82%	91%	90%
CHMA	96%	96%	100%	96%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUC	86%	100%	86%	85%	100%	85%	91%	100%	91%	92%	100%	92%
CHEDV	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	83%
CHMT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHPVVC	97%	99%	99%	95%	98%	98%	99%	99%	100%	92%	95%	97%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	87%	95%	91%	81%	83%	97%	84%	84%	99%	86%	87%	98%
CHTMAD	92%	97%	95%	92%	96%	96%	96%	97%	99%	97%	100%	97%
CHUCB	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	99%	97%	99%	98%
CHULN	83%	94%	88%	85%	93%	91%	96%	98%	97%	97%	99%	99%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUA	79%	100%	79%	79%	100%	79%	78%	100%	78%	74%	100%	74%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHULC	81%	96%	85%	82%	94%	87%	89%	100%	89%	86%	100%	87%
CHVNGE	96%	98%	97%	99%	100%	99%	100%	100%	100%	94%	100%	94%
HSOG	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDFP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDS	80%	80%	100%	79%	80%	100%	82%	82%	99%	84%	84%	100%
HESE	82%	84%	98%	85%	87%	98%	85%	86%	98%	85%	93%	91%
HGO	84%	84%	100%	87%	87%	100%	93%	93%	100%	93%	93%	99%
HPDFF	86%	100%	86%	81%	100%	81%	94%	100%	94%	91%	100%	91%
HSM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSG	66%	69%	96%	65%	68%	96%	61%	64%	95%	54%	63%	87%
ULSCB	62%	62%	100%	65%	65%	99%	68%	69%	98%	66%	67%	98%
ULSM	88%	90%	98%	92%	94%	97%	93%	95%	97%	88%	90%	98%
ULSAM	84%	87%	97%	87%	88%	99%	86%	87%	99%	76%	86%	88%
ULSBA	88%	91%	96%	86%	90%	95%	70%	80%	88%	70%	81%	87%
ULSLA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSN	65%	67%	97%	71%	73%	97%	63%	65%	97%	61%	68%	90%
ULSNA	80%	81%	99%	74%	76%	96%	73%	74%	100%	68%	72%	94%

Tabela 8: Resultados de eficiência do cenário 2

	2015			2016			2017			2018		
	<i>E<sub>CCR</sub></i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>									
CHBM	90%	92%	98%	90%	92%	98%	89%	90%	100%	89%	92%	97%
CHL	94%	97%	96%	97%	99%	99%	97%	99%	98%	97%	100%	97%
CHLO	88%	91%	97%	79%	88%	90%	78%	87%	89%	73%	86%	84%
CHS	87%	90%	97%	87%	87%	99%	88%	88%	99%	74%	94%	78%
CHBV	95%	98%	97%	90%	93%	97%	89%	90%	98%	84%	94%	89%
CHMA	94%	95%	99%	92%	92%	100%	100%	100%	100%	97%	99%	98%
CHUC	81%	100%	81%	74%	100%	74%	75%	100%	75%	75%	100%	75%
CHEDV	99%	100%	99%	98%	99%	99%	98%	100%	98%	78%	100%	78%
CHMT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHPVVC	94%	94%	100%	93%	93%	100%	91%	91%	100%	85%	85%	100%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	98%	100%	98%	92%	98%	94%	100%	100%	100%	95%	99%	96%
CHTMAD	94%	99%	95%	89%	95%	94%	86%	93%	92%	86%	96%	90%
CHUCB	98%	98%	100%	98%	98%	100%	97%	97%	100%	98%	98%	100%
CHULN	88%	95%	93%	87%	96%	91%	91%	98%	93%	75%	98%	77%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	85%	100%	85%
CHUA	91%	100%	91%	91%	100%	91%	94%	100%	94%	88%	100%	88%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	89%	100%	89%
CHULC	93%	100%	93%	89%	100%	89%	89%	100%	89%	72%	100%	72%
CHVNGE	96%	98%	99%	97%	98%	99%	97%	98%	99%	80%	96%	83%
HSOG	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDFE	97%	97%	100%	95%	95%	100%	94%	94%	100%	96%	96%	100%
HDS	100%	100%	100%	99%	99%	100%	92%	92%	100%	90%	91%	99%
HESE	85%	85%	100%	82%	82%	100%	84%	84%	100%	85%	92%	92%
HGO	89%	90%	99%	86%	88%	97%	86%	90%	96%	83%	96%	87%
HPDFE	100%	100%	100%	99%	100%	99%	95%	100%	95%	96%	100%	96%
HSM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSG	84%	84%	100%	79%	79%	100%	75%	76%	99%	68%	80%	85%
ULSCB	70%	70%	100%	69%	69%	100%	70%	70%	100%	64%	69%	93%
ULSM	96%	96%	100%	93%	93%	100%	93%	93%	100%	76%	89%	85%
ULSAM	92%	95%	97%	90%	92%	98%	90%	92%	98%	70%	92%	76%
ULSBA	81%	85%	95%	83%	84%	99%	82%	85%	96%	64%	79%	81%
ULSLA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	100%	92%
ULSN	76%	77%	99%	78%	80%	98%	74%	75%	99%	70%	76%	92%
ULSNA	89%	90%	99%	82%	82%	100%	82%	82%	100%	70%	80%	88%

Tabela 9: Resultados de eficiência do cenário 3

	2015			2016			2017			2018		
	<i>ECCR</i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>									
CHBM	78%	83%	95%	79%	83%	96%	84%	87%	96%	81%	91%	88%
CHL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHLO	78%	83%	95%	78%	83%	95%	79%	81%	97%	81%	84%	96%
CHS	78%	79%	99%	81%	81%	100%	85%	85%	100%	76%	89%	85%
CHBV	85%	88%	96%	83%	88%	95%	83%	85%	98%	82%	91%	90%
CHMA	94%	94%	100%	94%	95%	98%	100%	100%	100%	96%	100%	96%
CHUC	86%	100%	86%	85%	100%	85%	91%	100%	91%	92%	100%	92%
CHEDV	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	83%
CHMT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97%	98%	100%	93%	96%	98%
CHPVVC	97%	97%	100%	95%	95%	100%	99%	99%	100%	91%	94%	97%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	83%	93%	90%	81%	82%	98%	83%	84%	99%	84%	87%	97%
CHTMAD	92%	93%	99%	91%	92%	99%	95%	95%	100%	97%	98%	98%
CHUCB	93%	93%	100%	93%	93%	100%	93%	93%	100%	91%	92%	98%
CHULN	82%	91%	91%	85%	91%	93%	95%	98%	97%	97%	99%	99%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUA	77%	100%	77%	77%	100%	77%	77%	100%	77%	72%	100%	72%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHULC	80%	95%	84%	81%	94%	86%	87%	100%	87%	86%	99%	87%
CHVNGE	94%	96%	97%	98%	100%	98%	100%	100%	100%	93%	100%	93%
HSOG	97%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDFP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	100%	96%
HDS	79%	79%	100%	78%	78%	100%	81%	81%	100%	83%	83%	100%
HESE	79%	80%	99%	83%	83%	100%	82%	82%	100%	78%	92%	85%
HGO	84%	84%	100%	87%	87%	100%	93%	93%	100%	92%	93%	99%
HPDFF	86%	100%	86%	81%	100%	81%	94%	100%	94%	91%	100%	91%
HSMM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSG	66%	68%	97%	65%	67%	96%	60%	61%	98%	51%	60%	85%
ULSCB	61%	61%	100%	63%	63%	100%	66%	66%	100%	64%	65%	99%
ULSM	87%	87%	99%	91%	91%	100%	92%	92%	100%	85%	89%	95%
ULSAM	83%	86%	97%	86%	87%	99%	86%	86%	99%	74%	85%	87%
ULSBA	86%	90%	95%	84%	89%	94%	69%	76%	91%	64%	75%	85%
ULSLA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSN	65%	67%	98%	71%	73%	97%	63%	64%	99%	60%	67%	90%
ULSNA	79%	80%	98%	73%	76%	97%	70%	70%	100%	60%	69%	87%

Tabela 10: Resultados de eficiência do cenário 4

	2015			2016			2017			2018		
	<i>E<sub>CCR</sub></i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>									
CHBM	76%	79%	96%	75%	79%	95%	77%	79%	98%	72%	83%	87%
CHL	88%	92%	96%	90%	93%	97%	93%	95%	98%	93%	98%	94%
CHLO	77%	80%	97%	77%	80%	96%	77%	79%	98%	80%	83%	97%
CHS	73%	73%	100%	74%	74%	100%	78%	78%	100%	71%	83%	85%
CHBV	83%	85%	97%	82%	86%	96%	83%	85%	98%	82%	91%	89%
CHMA	93%	93%	100%	93%	94%	99%	100%	100%	100%	95%	100%	95%
CHUC	84%	100%	84%	83%	100%	83%	86%	100%	86%	89%	100%	89%
CHEDV	100%	100%	100%	98%	98%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	83%
CHMT	81%	81%	100%	78%	78%	100%	78%	79%	99%	71%	78%	91%
CHPVVC	97%	97%	100%	95%	95%	100%	99%	99%	100%	90%	94%	96%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	84%	89%	94%	79%	79%	100%	83%	83%	100%	85%	86%	98%
CHTMAD	80%	82%	98%	81%	82%	99%	85%	87%	99%	90%	92%	98%
CHUCB	77%	77%	100%	77%	77%	100%	82%	82%	100%	82%	82%	100%
CHULN	81%	90%	91%	83%	90%	93%	94%	98%	96%	97%	99%	99%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUA	74%	100%	74%	73%	100%	73%	72%	100%	72%	67%	100%	67%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	98%
CHULC	78%	93%	84%	78%	93%	84%	83%	98%	85%	85%	97%	88%
CHVNGE	93%	95%	98%	96%	98%	99%	99%	100%	99%	92%	100%	92%
HSOG	94%	94%	100%	97%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDFP	98%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDS	74%	74%	100%	73%	73%	100%	74%	74%	100%	76%	78%	97%
HESE	77%	77%	100%	79%	79%	100%	78%	78%	100%	85%	88%	96%
HGO	81%	81%	100%	83%	83%	100%	89%	89%	100%	91%	92%	99%
HPDFF	85%	100%	85%	81%	100%	81%	92%	100%	92%	90%	100%	90%
HSM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSG	60%	62%	97%	59%	62%	96%	57%	57%	99%	43%	53%	81%
ULSCB	58%	58%	100%	59%	59%	100%	63%	63%	100%	59%	60%	98%
ULSM	83%	83%	100%	86%	86%	100%	88%	88%	100%	81%	86%	94%
ULSAM	77%	78%	99%	77%	77%	99%	84%	84%	100%	73%	84%	87%
ULSBA	70%	77%	91%	69%	76%	91%	68%	72%	94%	56%	69%	81%
ULSLA	99%	100%	99%	98%	100%	98%	100%	100%	100%	95%	100%	95%
ULSN	61%	62%	100%	64%	65%	98%	61%	62%	99%	56%	63%	88%
ULSNA	67%	69%	97%	63%	66%	96%	65%	65%	100%	50%	61%	82%

Tabela 11: Resultados de eficiência do cenário 5

	2015			2016			2017			2018		
	<i>E<sub>CCR</sub></i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>									
CHBM	73%	73%	100%	73%	73%	100%	80%	80%	100%	79%	79%	99%
CHL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHLO	78%	83%	95%	78%	83%	95%	79%	81%	97%	81%	84%	96%
CHS	76%	76%	100%	79%	79%	100%	82%	82%	100%	76%	85%	89%
CHBV	79%	79%	100%	77%	77%	100%	79%	79%	100%	81%	83%	98%
CHMA	86%	86%	100%	86%	86%	100%	93%	93%	100%	92%	92%	99%
CHUC	86%	100%	86%	85%	100%	85%	91%	100%	91%	92%	100%	92%
CHEDV	100%	100%	100%	99%	99%	100%	93%	93%	100%	83%	93%	89%
CHMT	100%	100%	100%	98%	98%	100%	95%	95%	100%	92%	92%	100%
CHPVVC	90%	90%	100%	86%	86%	100%	91%	91%	100%	88%	88%	100%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	85%	93%	92%	81%	82%	98%	84%	84%	100%	85%	87%	99%
CHTMAD	92%	93%	99%	91%	92%	99%	95%	95%	100%	97%	98%	98%
CHUCB	93%	93%	100%	93%	93%	100%	93%	93%	100%	91%	92%	98%
CHULN	82%	91%	91%	85%	91%	93%	95%	98%	97%	97%	99%	99%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUA	74%	75%	97%	73%	74%	97%	71%	73%	97%	69%	74%	93%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHULC	80%	95%	84%	81%	94%	86%	87%	100%	87%	86%	99%	87%
CHVNGE	91%	91%	100%	94%	94%	100%	96%	96%	100%	93%	96%	97%
HSOG	97%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDFE	86%	86%	100%	88%	88%	100%	93%	93%	100%	90%	90%	100%
HDS	79%	79%	100%	78%	78%	100%	81%	81%	100%	82%	82%	100%
HESE	80%	80%	100%	83%	83%	100%	82%	82%	100%	85%	92%	92%
HGO	84%	84%	100%	87%	87%	100%	92%	92%	100%	93%	93%	99%
HPDFE	85%	87%	98%	81%	82%	98%	94%	95%	99%	90%	93%	97%
HSMM	90%	90%	100%	85%	85%	100%	90%	90%	100%	100%	100%	100%
ULSG	55%	55%	100%	55%	55%	100%	55%	55%	100%	50%	52%	97%
ULSCB	59%	59%	100%	60%	60%	100%	64%	64%	100%	64%	65%	99%
ULSM	83%	83%	100%	87%	87%	100%	89%	89%	100%	85%	89%	95%
ULSAM	70%	70%	100%	72%	72%	100%	76%	76%	100%	73%	76%	97%
ULSBA	55%	55%	100%	57%	57%	100%	59%	59%	100%	57%	58%	97%
ULSLA	53%	53%	100%	62%	62%	100%	93%	93%	100%	89%	90%	99%
ULSN	58%	58%	100%	58%	58%	100%	58%	58%	100%	59%	60%	99%
ULSNA	62%	62%	100%	59%	59%	100%	64%	64%	100%	58%	60%	97%

Tabela 12: Resultados de eficiência do cenário 6

	2015			2016			2017			2018		
	<i>E<sub>CCR</sub></i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>									
CHBM	66%	66%	100%	66%	66%	100%	67%	67%	100%	69%	69%	99%
CHL	88%	88%	100%	89%	89%	100%	87%	88%	99%	91%	91%	100%
CHLO	77%	79%	97%	77%	79%	97%	78%	79%	98%	80%	83%	97%
CHS	67%	67%	100%	69%	69%	100%	70%	70%	100%	71%	74%	96%
CHBV	74%	74%	100%	73%	73%	100%	75%	75%	100%	80%	81%	99%
CHMA	83%	83%	100%	82%	82%	100%	91%	91%	100%	91%	91%	100%
CHUC	84%	100%	84%	84%	100%	84%	86%	100%	86%	90%	100%	90%
CHEDV	94%	94%	100%	91%	91%	100%	85%	85%	100%	83%	85%	97%
CHMT	71%	71%	100%	70%	70%	100%	68%	68%	100%	69%	70%	100%
CHPVVC	81%	81%	100%	82%	82%	100%	85%	85%	100%	87%	87%	100%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	80%	80%	100%	79%	79%	100%	78%	80%	98%	82%	82%	100%
CHTMAD	80%	80%	100%	80%	80%	100%	83%	84%	99%	89%	89%	100%
CHUCB	77%	77%	100%	77%	77%	100%	82%	82%	100%	82%	82%	100%
CHULN	81%	90%	90%	83%	90%	92%	94%	98%	96%	97%	99%	99%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUA	61%	61%	100%	61%	61%	100%	59%	60%	98%	62%	63%	99%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	98%
CHULC	78%	93%	84%	78%	93%	84%	84%	98%	85%	86%	97%	88%
CHVNGE	91%	91%	100%	93%	93%	100%	94%	94%	100%	92%	95%	97%
HSOG	95%	95%	100%	98%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDFP	85%	85%	100%	88%	88%	100%	90%	90%	100%	90%	90%	100%
HDS	69%	69%	100%	68%	68%	100%	69%	69%	100%	73%	73%	100%
HESE	76%	76%	100%	79%	79%	100%	77%	77%	100%	78%	79%	99%
HGO	81%	81%	100%	83%	83%	100%	87%	87%	100%	90%	90%	100%
HPDFF	84%	84%	100%	79%	79%	100%	88%	90%	98%	88%	90%	98%
HSMM	79%	79%	100%	80%	80%	100%	86%	86%	100%	100%	100%	100%
ULSG	46%	46%	100%	46%	46%	100%	44%	44%	100%	42%	42%	100%
ULSCB	52%	52%	100%	53%	53%	100%	55%	55%	100%	58%	58%	100%
ULSM	81%	81%	100%	85%	85%	100%	85%	85%	100%	81%	86%	95%
ULSAM	69%	69%	100%	71%	71%	100%	74%	74%	100%	73%	75%	98%
ULSBA	48%	48%	100%	49%	49%	100%	50%	50%	100%	50%	50%	100%
ULSLA	45%	45%	100%	54%	54%	100%	72%	72%	100%	76%	76%	100%
ULSN	49%	49%	100%	48%	48%	100%	50%	50%	100%	53%	53%	100%
ULSNA	53%	53%	100%	50%	50%	100%	52%	52%	100%	48%	50%	97%

Tabela 13: Resultados de eficiência do cenário 7

	2015			2016			2017			2018		
	<i>E<sub>CCR</sub></i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>									
CHBM	76%	84%	90%	75%	84%	89%	77%	88%	88%	72%	91%	79%
CHL	88%	100%	88%	90%	100%	90%	93%	100%	93%	93%	100%	93%
CHLO	77%	83%	93%	77%	83%	93%	77%	81%	95%	80%	84%	95%
CHS	73%	79%	92%	74%	81%	92%	78%	85%	93%	71%	89%	79%
CHBV	83%	89%	93%	82%	89%	93%	83%	85%	97%	82%	91%	89%
CHMA	93%	94%	99%	93%	95%	98%	100%	100%	100%	95%	100%	95%
CHUC	84%	100%	84%	83%	100%	83%	86%	100%	86%	89%	100%	89%
CHEDV	100%	100%	100%	98%	100%	98%	100%	100%	100%	83%	100%	83%
CHMT	81%	100%	81%	78%	100%	78%	78%	98%	80%	71%	96%	74%
CHPVVC	97%	97%	100%	95%	95%	100%	99%	99%	99%	90%	94%	96%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	84%	93%	91%	79%	82%	97%	83%	84%	98%	85%	87%	98%
CHTMAD	80%	93%	86%	81%	92%	88%	85%	95%	90%	90%	98%	92%
CHUCB	77%	93%	83%	77%	93%	82%	82%	93%	88%	82%	92%	89%
CHULN	81%	91%	90%	83%	91%	92%	94%	98%	96%	97%	99%	98%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUA	74%	100%	74%	73%	100%	73%	72%	100%	72%	67%	100%	67%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	98%
CHULC	78%	95%	82%	78%	94%	83%	83%	100%	83%	85%	99%	86%
CHVNGE	93%	96%	97%	96%	100%	96%	99%	100%	99%	92%	100%	92%
HSOG	94%	97%	98%	97%	100%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDFE	98%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
HDS	74%	79%	94%	73%	78%	95%	74%	81%	91%	76%	83%	91%
HESE	77%	80%	95%	79%	83%	95%	78%	82%	95%	85%	92%	92%
HGO	81%	84%	97%	83%	87%	96%	89%	93%	96%	91%	93%	97%
HPDFE	85%	100%	85%	81%	100%	81%	92%	100%	92%	90%	100%	90%
HSMM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 14: Resultados de eficiência do modelo R1

	2015		2016		2017		2018	
	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>
CHMA	83%	100%	82%	100%	91%	100%	91%	100%
CHEDV	94%	100%	91%	100%	84%	100%	84%	98%
CHPVVC	81%	100%	82%	100%	85%	100%	87%	100%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTMAD	80%	100%	80%	100%	84%	98%	87%	97%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	93%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%
CHVNGE	91%	100%	93%	100%	94%	100%	95%	97%
HSOG	95%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%
HML	71%	100%	72%	100%	73%	100%	71%	100%
HSMM	79%	100%	80%	100%	86%	100%	100%	100%
IPOP	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSM	81%	100%	84%	100%	84%	100%	86%	95%
ULSAM	69%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	98%
ULSN	49%	100%	48%	100%	49%	100%	50%	100%

Tabela 15: Resultados de eficiência do modelo R2

	2015		2016		2017		2018	
	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$
CHL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHBV	92%	94%	92%	97%	94%	96%	96%	96%
CHUC	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	93%	100%	91%	100%	91%	100%	92%	100%
CHUCB	99%	92%	97%	92%	99%	96%	97%	96%
HDFP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
IPOC	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSG	59%	96%	61%	100%	58%	100%	54%	100%
ULSCB	63%	99%	69%	100%	71%	100%	70%	100%

Tabela 16: Resultados de eficiência do modelo R3

	2015		2016		2017		2018	
	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$
CHBM	71%	100%	66%	100%	67%	99%	64%	100%
CHLO	97%	80%	94%	79%	91%	82%	90%	82%
CHS	73%	92%	72%	92%	73%	93%	76%	93%
CHMT	74%	99%	72%	98%	66%	97%	63%	97%
CHULN	100%	76%	100%	78%	100%	84%	100%	84%
CHULC	100%	77%	100%	77%	100%	73%	100%	72%
HDS	71%	100%	69%	100%	64%	100%	66%	100%
HGO	93%	90%	93%	90%	86%	92%	86%	92%
HPDFP	98%	88%	91%	88%	91%	91%	88%	90%
IPOL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 17: Resultados de eficiência do modelo T1

	2015		2016		2017		2018	
	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$
CHBM	69%	100%	69%	100%	74%	100%	75%	100%
CHL	96%	93%	98%	93%	99%	95%	98%	100%
CHLO	100%	86%	100%	83%	100%	87%	100%	90%
CHS	73%	100%	74%	100%	76%	100%	79%	100%
CHBV	80%	100%	78%	100%	81%	100%	86%	100%
CHMA	85%	100%	83%	100%	92%	100%	93%	100%
CHEDV	100%	100%	97%	100%	92%	100%	93%	100%
CHMT	82%	100%	79%	100%	78%	100%	78%	100%
CHPVVC	85%	100%	85%	100%	92%	100%	93%	100%
CHTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHTV	95%	86%	93%	86%	94%	91%	93%	95%
CHTMAD	96%	92%	96%	89%	99%	94%	100%	99%
CHVNGE	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 18: Resultados de eficiência do modelo T2

	2015		2016		2017		2018	
	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$
CHUC	100%	88%	100%	88%	100%	90%	100%	93%
CHUCB	89%	100%	88%	100%	90%	100%	89%	100%
CHULN	90%	90%	90%	92%	98%	96%	99%	99%
CHUSJ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHUA	61%	100%	61%	100%	61%	100%	64%	100%
CHUP	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CHULC	93%	84%	93%	84%	98%	85%	97%	88%

Tabela 19: Resultados de eficiência do modelo T3

	2015		2016		2017		2018	
	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$
HSOG	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	100%
HML	77%	100%	76%	100%	75%	100%	70%	100%
HDFE	92%	100%	92%	100%	94%	100%	91%	100%
HDS	71%	100%	69%	100%	64%	100%	66%	100%
HESE	80%	100%	80%	100%	77%	100%	77%	100%
HGO	100%	83%	100%	84%	98%	81%	100%	79%
HPDFE	100%	87%	100%	80%	100%	82%	100%	80%
HSMM	81%	100%	81%	100%	88%	100%	100%	100%
IPOC	88%	100%	81%	100%	80%	100%	80%	100%
IPOP	100%	92%	100%	92%	100%	93%	100%	93%

Tabela 20: Resultados de eficiência do modelo que apenas avalia as entidades hospitalares do tipo ULS, considerando as variáveis usadas nos restantes modelos de subgrupos

	2015		2016		2017		2018	
	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$	$E_{BCC}$	$EE$
ULSG	69%	100%	67%	100%	61%	100%	57%	100%
ULSCB	80%	100%	78%	100%	78%	100%	81%	100%
ULSM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSAM	96%	98%	96%	96%	100%	95%	100%	98%
ULSBA	65%	100%	64%	100%	64%	100%	64%	100%
ULSLA	58%	100%	64%	100%	92%	100%	98%	100%
ULSN	78%	100%	74%	100%	72%	100%	76%	100%
ULSNA	70%	100%	65%	100%	68%	100%	65%	100%

Tabela 21: Resultados de eficiência do modelo T4

	2015		2016		2017		2018	
	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>	<i>E<sub>BCC</sub></i>	<i>EE</i>
ULSG	82%	100%	83%	100%	74%	90%	71%	87%
ULSCB	84%	100%	84%	100%	82%	100%	82%	100%
ULSM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSAM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSBA	95%	100%	94%	100%	88%	79%	86%	82%
ULSLA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ULSN	87%	100%	88%	100%	83%	94%	85%	95%
ULSNA	89%	100%	85%	100%	74%	98%	76%	95%

## Apêndice D

Tabela 22: Melhoria potencial na Região de Saúde do Norte

	2015		2016		2017		2018	
	DS	CE	DS	CE	DS	CE	DS	CE
CHMA	45%	16%	51%	17%	38%	6%	50%	5%
CHEDV	6%	6%	13%	10%	19%	19%	19%	19%
CHPVVC	23%	23%	23%	23%	18%	18%	15%	15%
CHTMAD	25%	25%	24%	24%	19%	19%	15%	15%
CHVNGE	20%	8%	15%	6%	7%	6%	7%	6%
HSOG	6%	6%	2%	2%	0%	0%	0%	0%
HML	60%	38%	48%	37%	37%	37%	41%	41%
HSM	27%	27%	25%	25%	16%	16%	0%	0%
IPOP	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ULSM	24%	24%	19%	19%	18%	18%	17%	17%
ULSAM	45%	45%	43%	43%	44%	44%	44%	44%
ULSN	104%	104%	107%	110%	104%	155%	99%	147%

Tabela 23: Melhoria potencial na Região de Saúde do Centro

	2015		2016		2017		2018	
	DS	CE	DS	CE	DS	CE	DS	CE
CHBV	16%	7%	14%	8%	14%	5%	12%	3%
CHTV	7%	14%	10%	12%	10%	17%	9%	17%
CHUCB	21%	2%	21%	0%	10%	1%	13%	1%
ULSG	68%	94%	64%	64%	74%	74%	86%	86%
ULSCB	59%	80%	44%	44%	41%	41%	43%	45%

Tabela 24: Melhoria potencial na Região de Saúde LVT

	2015		2016		2017		2018	
	DS	CE	DS	CE	DS	CE	DS	CE
CHBM	63%	36%	65%	48%	66%	47%	67%	54%
CHLO	12%	1%	18%	4%	31%	6%	27%	8%
CHS	61%	33%	64%	35%	75%	30%	70%	26%
CHMT	36%	50%	39%	54%	59%	50%	62%	57%
HDS	40%	61%	45%	68%	55%	68%	51%	80%
HGO	8%	19%	7%	24%	16%	22%	16%	26%
HPDF	2%	16%	9%	19%	10%	20%	13%	21%

Tabela 25: Melhoria potencial nas entidades hospitalares do tipo CH

	2015		2016		2017		2018	
	DS	CE	DS	CE	DS	CE	DS	CE
CHBM	45%	45%	44%	47%	34%	57%	33%	58%
CHL	4%	27%	2%	27%	1%	30%	1%	16%
CHS	36%	36%	34%	34%	32%	36%	26%	28%
CHBV	25%	38%	29%	39%	23%	38%	16%	30%
CHMA	43%	13%	49%	16%	36%	4%	45%	3%
CHEDV	0%	0%	4%	4%	9%	13%	8%	13%
CHMT	22%	60%	27%	61%	28%	63%	29%	63%
CHPVVC	17%	25%	18%	22%	9%	19%	8%	14%
CHTV	5%	34%	7%	35%	6%	51%	7%	19%
CHTMAD	5%	20%	4%	20%	0%	29%	0%	0%

Tabela 26: Melhoria potencial nas entidades hospitalares do tipo CHU

	2015		2016		2017		2018	
	DS	CE	DS	CE	DS	CE	DS	CE
CHUCB	13%	13%	14%	14%	11%	11%	13%	13%
CHULN	28%	8%	23%	8%	2%	6%	1%	5%
CHUA	64%	72%	65%	75%	64%	82%	57%	86%
CHULC	9%	7%	8%	10%	2%	10%	3%	12%

Tabela 27: Melhoria potencial nas entidades hospitalares do tipo singular

	2015		2016		2017		2018	
	DS	CE	DS	CE	DS	CE	DS	CE
HSOG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	4%
HML	52%	26%	45%	29%	45%	30%	58%	40%
HDFE	11%	8%	17%	7%	29%	2%	40%	4%
HDS	40%	61%	45%	68%	55%	68%	51%	80%
HESE	40%	22%	40%	22%	64%	23%	63%	24%
HGO	0%	0%	0%	0%	2%	5%	0%	5%
HSMM	26%	23%	30%	22%	31%	11%	0%	0%
IPOC	19%	12%	33%	21%	48%	21%	49%	20%

Tabela 28: Melhoria potencial nas entidades hospitalares do tipo ULS

	2015			2016			2017			2018		
	DS	CE	Urg.									
ULSG	22%	65%	22%	20%	60%	20%	53%	70%	35%	68%	86%	41%
ULSCB	19%	44%	19%	19%	46%	19%	22%	37%	22%	21%	38%	28%
ULSBA	5%	43%	5%	6%	50%	6%	44%	46%	14%	48%	56%	16%
ULSN	15%	61%	15%	14%	70%	14%	29%	66%	21%	26%	65%	17%
ULSNA	12%	34%	12%	17%	46%	18%	37%	37%	34%	44%	33%	31%