



# Investigação Operacional 2013

---

**Atas do**

## **XVI Congresso**

da Associação Portuguesa  
de Investigação Operacional

**Bragança**  
**3 a 5 de junho de 2013**

**Editado por**  
José F. Oliveira  
Clara B. Vaz

Escola Superior de Tecnologia e Gestão  
Instituto Politécnico de Bragança

# Atas do XVI Congresso da Associação Portuguesa de Investigação Operacional

**Editores:**

José Fernando Oliveira

Clara Bento Vaz

**Com a colaboração de:**

Ana Isabel Pereira

Instituto Politécnico de Bragança  
3 a 5 de junho 2013

Este volume contém artigos submetidos e apresentados no XVI Congresso da Associação Portuguesa de Investigação Operacional, realizado em Bragança, Portugal, de 3 a 5 de junho de 2103.

Título: **Livro de Atas do XVI Congresso da Associação Portuguesa de Investigação Operacional**

Editores:

**José Fernando Oliveira**

**Clara Bento Vaz**

Colaboração:

**Ana Isabel Pereira**

Primeira edição, em formato eletrónico, junho 2013

ISBN: 978-972-745-154-8

# Índice

<b>Editorial</b>	<b>8</b>
<b>CSR of Portuguese Companies Listed on Euronext Lisbon: a Multivariate Analysis</b> <i>Sandra Afonso, Paula Fernandes, Ana Paula Monte</i>	<b>9</b>
<b>Production Planning of Perishable Food Products by Mixed-Integer Programming</b> <i>Pedro Amorim, Bernardo Almada-Lobo</i>	<b>16</b>
<b>A stochastic model for a multi-period multi-product closed loop supply chain</b> <i>Susana Baptista, Maria Isabel Gomes, Ana Paula Barbosa-Póvoa</i>	<b>27</b>
<b>Genetic Algorithms for the SearchCol++ framework: application to drivers' rostering</b> <i>Vitor Barbosa, Ana Respício, Filipe Alvelos</i>	<b>38</b>
<b>A Comparative Study of Two Optimization Clustering Techniques on Unemployment Data</b> <i>Elisa Barros, Alcina Nunes, Carlos Balsa</i>	<b>48</b>
<b>Otimização das visitas domiciliárias das equipas de profissionais de saúde nos Centros de Saúde</b> <i>Bruno Bastos, Tiago Heleno, António Trigo, Pedro Martins</i>	<b>58</b>
<b>Aproximação de cálculos iterativos por redes neuronais em sistemas de equações diferenciais ordinárias</b> <i>Ana S. R. Brásio, Andrey Romanenko, Natércia C. P. Fernandes</i>	<b>67</b>
<b>Computational comparison of algorithms for a generalization of the node-weighted Steiner tree and forest problems</b> <i>Raul Brás, J. Orestes Cerdeira</i>	<b>77</b>
<b>A multi-objective and multi-period approach for planning the delivery of long-term care services</b> <i>Teresa Cardoso, Mónica Oliveira, Ana Barbosa-Póvoa, Stefan Nickel</i>	<b>88</b>
<b>Design and planning of resilient closed-loop supply chains</b> <i>Sónia R. Cardoso, Ana Paula F. D. Barbosa-Póvoa, Susana Relvas</i>	<b>98</b>
<b>Benchmarking dos Serviços dos Hospitais Portugueses: Uma Aplicação de <i>Data Envelopment Analysis</i></b> <i>Ricardo A. S. Castro, Conceição Silva Portela, Ana S. Camanho</i>	<b>108</b>
<b>Routing and assignment of clients of garden maintenance services</b> <i>J. Orestes Cerdeira, Manuel Cruz, Ana Moura</i>	<b>120</b>
<b>Discrete lot sizing and scheduling on parallel machines: description of a column generation approach</b> <i>António J.S.T. Duarte, J.M.V. Valério de Carvalho</i>	<b>126</b>
<b>A criação de horários no Ensino Superior Português: uma solução real para o problema real</b> <i>Pedro Fernandes, Carla Sofia Pereira, Armando Barbosa</i>	<b>135</b>
<b>Análise da eficiência das microempresas do setor do retalho no interior de Portugal: uma aplicação <i>Data Envelopment Analysis</i></b> <i>António B. Fernandes, Maurício A. Vaz</i>	<b>145</b>
<b>Incorporação da resistência ao fogo na gestão florestal à escala da paisagem: uma aplicação à Mata Nacional de Leiria</b> <i>L. Ferreira, M. Constantino, J. G. Borges, J. Garcia-Gonzalo</i>	<b>154</b>

<b>A tool to manage tasks of R&amp;D projects</b>	<b>162</b>
<i>Joana Fialho, Pedro Godinho, João Paulo Costa</i>	
<b>An optimisation model for the warehouse design and planning problem</b>	<b>172</b>
<i>Carla A. S. Geraldes, Sameiro Carvalho, Guilherme Pereira</i>	
<b>Assessing residential building sustainability in the operation phase</b>	<b>185</b>
<i>I. M. Horta, A. S. Camanho, T. G. Dias</i>	
<b>Optimization of a Humanoid Robot gait: multilocal optimization approach</b>	<b>194</b>
<i>José Lima, Ana I. Pereira, Paulo Costa, José Gonçalves</i>	
<b>Um método híbrido de pontos interiores e <i>branch-and-bound</i> aplicado ao modelo multi-objetivo de custo de colheita, coleta e aproveitamento de resíduos da cana-de-açúcar</b>	<b>201</b>
<i>Camila de Lima, Antonio Roberto Balbo, Helenice de Oliveira Florentino Silva, Thiago Pedro Donadon Homem</i>	
<b>Development of a Multicriteria Decision Aiding Model for monitoring and evaluating the performance of Health Care Units</b>	<b>212</b>
<i>Diana F. Lopes</i>	
<b>On numerical testing of the regularity of Semidefinite problems</b>	<b>223</b>
<i>Eloísa Macedo</i>	
<b>Dynamic location problem with uncertainty: a branch&amp;bound approach</b>	<b>233</b>
<i>Maria do Céu Marques, Joana Matos Dias</i>	
<b>Dantzig-Wolfe reformulations for the forest harvest scheduling subject to maximum area restrictions</b>	<b>244</b>
<i>Isabel Martins, Filipe Avelos, Miguel Constantino, Ricardo Magalhães</i>	
<b>Numerical Experiments with a Modified Regularization Scheme for Mathematical Programs with Complementarity Constraints</b>	<b>254</b>
<i>Teófilo Miguel M. Melo, João Luís H. Matias, M. Teresa T. Monteiro</i>	
<b>Extending the Resource-Task Network (RTN) for industrial scheduling problems</b>	<b>262</b>
<i>Samuel Moniz, Ana P. Barbosa-Póvoa, Jorge P. Sousa</i>	
<b>Investment Projects: Evaluation Tools and Methods</b>	<b>271</b>
<i>Nuno Moutinho, Helena Mouta</i>	
<b>Planeamento de rotas marítimas e estiva de contentores</b>	<b>275</b>
<i>Jorge Oliveira, Ana Moura</i>	
<b>Tactical and Operational Planning in Reverse Logistics Systems with Multiple Depots</b>	<b>286</b>
<i>Tânia Ramos, Maria Isabel Gomes, Ana Paula Barbosa-Póvoa</i>	
<b>Downstream oil products distribution planning</b>	<b>296</b>
<i>Nuno Mota, Susana Relvas, Jorge Gonçalves</i>	
<b>Distribution based artificial fish swarm in continuous global optimization</b>	<b>306</b>
<i>Ana Maria A.C. Rocha, M. Fernanda P. Costa, Edite M.G.P. Fernandes</i>	
<b>Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos-otimização de rotas</b>	<b>313</b>
<i>Ana Maria Rodrigues, José Soeiro Ferreira</i>	
<b>Energy Efficient Routing for Telecommunication Networks with Multiperiod Traffic</b>	<b>323</b>
<i>Dorabella Santos, Carlos Lopes, Amaro de Sousa, Filipe Avelos</i>	

<b>Método Previsor Corretor Primal Dual de Pontos Interiores Aplicado a um Problema de Despacho Econômico com Restrições Ambientais</b>	<b>333</b>
<i>Amélia de Lorena Stanzani, Antonio Roberto Balbo</i>	
<b>Cell-free Layer Measurements in Bifurcating Microchannels: a global approach</b>	<b>341</b>
<i>B. Taboada, D. Bento, D. Pinho, A.I. Pereira, R. Lima</i>	
<b>OR/MS EDUCATION: an overview of the 2003-2012 decade</b>	<b>347</b>
<i>Ana Paula Teixeira, João Miranda</i>	
<b>Framework for performance assessment of wind farms</b>	<b>356</b>
<i>Clara Bento Vaz, Ângela Paula Ferreira</i>	
<b>Multi-period and multi-product inventory management model with lateral transshipments</b>	<b>367</b>
<i>Joaquim Jorge Vicente, Susana Relvas, Ana Barbosa-Póvoa</i>	
<b>Scheduling batch processes using the RTN discrete time formulation: a case study</b>	<b>378</b>
<i>Miguel Vieira, Tânia Pinto-Varela, Ana Paula Barbosa-Póvoa</i>	
<b>The construction of composite indicators with undesirable outputs using DEA models</b>	<b>386</b>
<i>Andreia Zanella, Ana S. Camanho, Teresa Galvão Dias</i>	
<b>Índice de autores</b>	<b>396</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>398</b>

# *Benchmarking* dos Serviços dos Hospitais Portugueses: Uma Aplicação de *Data Envelopment Analysis*

Ricardo A. S. Castro\*, Conceição Silva Portela†, Ana S. Camanho‡

\* *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*

*E-mail: ricardo.alves.castro@fe.up.pt*

† *Universidade Católica Portuguesa no Porto,*

*E-mail: csilva@porto.ucp.pt*

‡ *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.*

*E-mail: acamanho@fe.up.pt*

## Resumo

Neste estudo, apresentamos um modelo de avaliação de serviços hospitalares, numa perspetiva de eficiência. Foram escolhidos múltiplos *inputs* e *outputs*, após análise dos seus impactos nos gastos globais dos serviços. Um modelo de DEA foi aplicado a um serviço, Medicina Interna, impondo-se restrições aos pesos e evitando-se obter serviços com pesos pouco razoáveis. As maiores poupanças são possíveis nos medicamentos e material clínico. É feita uma comparação entre serviços eficientes e ineficientes, observando-se que também os meios complementares de diagnóstico e terapêutica (recursos) e as variáveis de acesso aos cuidados (elementos da produção) são determinantes na definição do melhor desempenho.

**Palavras chave:** *Data Envelopment Analysis*, Avaliação Hospitalar, Eficiência de Serviços.

## 1 Introdução: Avaliação de Hospitais – Motivação e Desafios

Em todos os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) tem-se assistido a um aumento constante das despesas em saúde, aumento que tem sido superior ao aumento percentual do Produto Interno Bruto (PIB) nestes países [OCDE(2011)]. Portugal e a grande maioria dos países da OCDE apresentam mecanismos de proteção dos seus cidadãos na doença e, por isso, apresentam uma preponderância dos gastos públicos em saúde, face aos gastos privados. No nosso país, a maior parte da despesa pública incorrida pelo Serviço Nacional de Saúde (SNS) deve-se aos hospitais (mais de 50%).

Os aumentos de custos com saúde têm exercido uma grande pressão sobre os défices nacionais dos países desenvolvidos, o que tem levado os diversos Estados a agir no sentido da sua contenção, tendo em vista a sustentabilidade dos sistemas de saúde no longo prazo. Muito em voga até ao fim da década de 80, a doutrina "mais mercado" na Saúde foi abandonada, mesmo pelo Banco Mundial, tendo o enfoque passado a ser a eficiência da intervenção estatal [Simões(2004)]. A necessidade de controlar mais de perto a despesa pública tem também levado à gradual aceitação da necessidade de se introduzirem mecanismos de avaliação mais profundos nos processos de tomada de decisão nas administrações públicas, nomeadamente ao nível da saúde.

As políticas nacionais para o setor da saúde, nomeadamente a que conduziu à introdução de hospitais empresa e à separação do papel do Estado como prestador e financiador (Lei 27/2002 de 8 de Novembro), supõem, pela sua natureza, a criação de mecanismos de avaliação por parte das próprias instituições hospitalares e quase forçam uma avaliação aos hospitais, para se aferir o impacto da sua implementação. Apesar de necessária, a avaliação do desempenho de um hospital não é uma atividade trivial [Costa e Lopes(2007)]. Das diferentes dificuldades, podem destacar-se a inexistência de objetivos claros e comuns para a atividade de todas as unidades, a existência de objetivos não mensuráveis [Simões(2004)] ou mesmo a existência de diferentes agentes [Costa e Lopes(2007)], no processo da prestação de cuidados de saúde. A extensão de estudos de avaliação do desempenho hospitalar, em Portugal, é, talvez por isso, ainda reduzida. Os estudos que têm sido realizados baseiam-se, maioritariamente, em programas de certificação, acreditação e *benchmarking*, promovidos por entidades anglófonas. Nestas avaliações,

não é, contudo, usual utilizarem-se metodologias de fronteira para avaliar o desempenho dos hospitais, preferindo-se uma avaliação baseada numa longa lista de indicadores, sem se conseguir obter uma imagem única e direta da realidade hospitalar. Isto fica bem patente ao analisar-se os relatórios de retorno enviados pela Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS) aos hospitais do SNS. Esta não é uma realidade exclusivamente nacional, como se pode constatar na longa lista pública de indicadores usados pelo *National Health System* britânico.

As metodologias de fronteira são, no entanto, largamente utilizadas pela comunidade académica [Hollingsworth(2008)]. Na avaliação de cuidados médicos, especialmente em hospitais ou unidades de cuidados primários, consideram-se na literatura, usualmente, duas perspetivas de análise: uma ligada à gestão, que é responsável pela afetação dos recursos necessários à atividade clínica, e outra ligada ao tratamento dos pacientes, que se designa por perspetiva clínica [Chilingirian e Sherman(2004)]. Estas perspetivas estão interligadas, já que os *outputs* da primeira coincidem com os *inputs* da segunda (elementos denominados de *outputs* intermédios). No entanto, enquanto na primeira perspetiva uma gestão eficiente terá como objetivo minimizar o *input*, para um dado nível de *output* intermédio (a capacidade instalada e disponibilizada ao médico, como dias de internamento, número de consultas, etc.), na segunda o tratamento clínico adequado dos doentes preocupa-se com a maximização dos *outcomes* positivos no estado da saúde dos indivíduos, que refletem os resultados finais sobre a sua saúde.

Tendo em conta que não existe uma referência absoluta de desempenho hospitalar, e dado o contexto aqui apresentado, considerou-se oportuno e valioso um estudo que permitisse avaliar os hospitais, comparando-os entre si. Considerou-se que um modelo de *Data Envelopment Analysis* (DEA) poderia ser um elemento fundamental na identificação das melhores práticas e na deteção das maiores fontes de ineficiência, agregando múltiplas variáveis que caracterizem a produção hospitalar. Neste estudo, apresenta-se um modelo para a avaliação da eficiência hospitalar, centrada na atividade de gestão, ao nível dos serviços. Para isso, começa-se por apresentar a técnica usada para avaliar os hospitais, a DEA. De seguida, apresenta-se forma como os hospitais têm sido avaliados, na literatura, e quais os fatores que têm sido tidos em consideração em análises de eficiência. De seguida, apresenta-se o modelo teórico que resulta da análise aos dados obtidos. Estes dados, relativos a 2008, provêm da Base de Dados dos Elementos Analíticos (contabilidade de gestão) dos hospitais do SNS, disponibilizada diretamente pela ACSS. Os restantes dados referem-se aos recursos e à produção dos hospitais, também cedidos pela ACSS. Posteriormente à idealização do modelo, ele será concretizado numa avaliação do serviço de Medicina Interna de hospitais do SNS.

## 2 *Data Envelopment Analysis*

A DEA é uma metodologia que permite não só tratar a complexidade inerente à comparação entre unidades que apresentem multiplicidade de *inputs* e *outputs*, como permite agregar numa única medida os resultados desta comparação complexa. O resultado da DEA é uma medida de eficiência para cada unidade de decisão (em inglês *Decision Making Unit* ou DMU), calculada com base na comparação dessa mesma unidade com uma ou várias unidades de referência, aquelas que representam o melhor desempenho observado. Como esta metodologia é baseada num cálculo de produtividade assente em múltiplos *inputs* e *outputs*, existe a necessidade de atribuir pesos distintos a cada um desses itens, de forma a evidenciar a importância relativa de cada um deles. Para eliminar arbitrariedades, o método consiste no cálculo da produtividade relativa (ou eficiência) de cada DMU, com os pesos que mais a beneficiam. Este processo de otimização permite encontrar unidades de referência que formam a fronteira da produção, lugar onde se situam as unidades eficientes. Nestas unidades, um aumento num qualquer *output* implica a redução de um outro *output*, ou o aumento de pelo menos um dos *inputs* (ou vice-versa) [Fried et al.(2008)].

Na prática, a metodologia de DEA utiliza um modelo de programação linear para calcular as eficiências de cada uma das unidades em estudo. Dependendo das suposições e das restrições impostas pelo (ou ao) objeto de estudo, o programa linear varia. Por exemplo, no caso de se verificar que os aumentos de *outputs* não são proporcionais aos aumentos de *inputs* (rendimentos variáveis à escala), o modelo a usar será o BCC (do trabalho original de [Banker et al.(1984)]):

$$\max_{v,u} \theta = \sum_r u_r y_{ro} - w \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_i v_i x_{io} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} - w \leq 0, (j = 1, \dots, n) \quad (3)$$

$$v_i, u_r \geq 0, \forall i, r \quad (4)$$

$$w \in \Re \quad (5)$$

Neste programa, aplicado a cada uma das unidades em estudo, considera-se existir  $n$  unidades em avaliação,  $m$  *inputs* e  $s$  *outputs*, sendo  $o$  a unidade em estudo. Este programa consiste na maximização do numerador do rácio de produtividade, com as variáveis de decisão a serem os pesos dos *inputs* ( $v_i$ ) e *outputs* ( $u_r$ ) e uma variável livre ( $w$ ). Ao denominador do rácio de produtividade impõe-se uma restrição que o faça ser igual a 1. As restantes restrições do modelo impõe que unidades de dimensão semelhante à unidade  $o$ , ao usarem os mesmos pesos, não possam ter um valor de eficiência ( $\theta$ ) superior a 1. É a imposição destas restrições que torna o resultado uma medida da eficiência de cada unidade, já que elas criam uma referência relativamente à qual todas as unidades se comparam. Esta medida de eficiência representa o fator pelo qual cada unidade deve multiplicar os seus *inputs*, de modo a situar-se sobre a fronteira de produção, isto é, sem alterar o seu *mix* (proporção) de *inputs* (ou de *outputs* para a orientação alternativa).

Existem outras variantes aos modelos básicos de DEA. Uma delas, consiste na introdução de restrições aos valores dos pesos. Esta variante é utilizada quando se pretende impor ao modelo características resultantes de um julgamento *a priori* do avaliador, que o torne mais realista, ou mesmo quando se pretende fazer uma análise de sensibilidade (repare-se como a livre escolha dos pesos permitida pela DEA implica a não assunção de quaisquer juízos de valor *a priori*). Uma das formas de impor este tipo de restrições consiste na utilização do método da região de confiança (traduzido do inglês *Assurance Region Method*, proposto por [Thompson et al.(1986)]), em que se enquadra o valor dos rácios entre os pesos de *inputs* (ou *outputs*) distintos [Thanassoulis et al.(2004)]:

$$\alpha \leq \frac{v_2}{v_1} \leq \beta \quad (6)$$

Estas restrições poderiam ser também aplicadas aos pesos virtuais dos *inputs* e *outputs*, isto é, o produto do valor de cada variável com os respetivos pesos. Contudo, a sua utilização implica, de forma indireta, uma limitação absoluta dos pesos do modelo e não um enquadramento relativo [Thanassoulis et al.(2004)]. A colocação da equação 6 no modelo BCC, altera a fronteira eficiente, diminui o domínio do modelo de programação linear e altera a natureza radial do modelo (para detalhes sobre o assunto, pode consultar-se [Portela e Thanassoulis(2006)]). Como consequência, as unidades veem a sua eficiência piorar ou manter-se, face ao modelo sem restrições de pesos.

### 3 Avaliação de Eficiência nos Hospitais com *Data Envelopment Analysis* – Revisão da Literatura

Na literatura de ciência da gestão, a DEA é a metodologia mais usada em estudos de desempenho em saúde e são os hospitais, por larga margem, os alvos preferenciais destes mesmos estudos [Hollingsworth(2008)]. Estes estudos tentam avaliar a eficiência destas organizações complexas, onde não existe um modelo de produção globalmente aceite e onde, por isso, as avaliações com DEA poderão ser muito sensíveis a erros de medição ou a uma fraca aferição da realidade, por omissão consciente ou inconsciente de variáveis [Hollingsworth et al.(1999)]. É por isto mesmo que se defende que a utilização de DEA numa avaliação de hospitais deveria cingir-se a aferir tendências gerais ou a avaliar unidades mais pequenas e concretas, como por exemplo serviços ou mesmo práticas médicas, onde os potenciais erros de medição serão menores. Os hospitais não são, por isso, considerados unidades suficientemente homogêneas para permitirem a utilização simples e direta desta técnica, apesar da literatura se centrar no seu estudo.

Ao contrário da literatura de avaliação de hospitais, que é vasta, a literatura de avaliação de unidades subhospitais não o é. Os estudos de [Puig-Junoy(1998)] e [Kontodimopoulos e Niakas(2005)] são

exemplos de análises feitas a este nível com recurso à DEA. No primeiro caso, o estudo tenta discernir o que determina o desempenho de unidades de cuidados intensivos. O segundo trabalho estuda unidades de hemodiálise gregas, e discute as dificuldades de análise de unidades subhospitais, usando DEA. Em Portugal, encontram-se estudos semelhantes a estes, como os que avaliam Grupos de Diagnósticos Homogêneos (GDH). Como exemplo destes estudos, pode destacar-se o de [Dismuke e Sena(2001)] que, tendo por base os dois mais frequentes GDH (o das desordens cerebrovasculares, exceto ataques isquémicos transitórios, e o das falhas e ataque cardíacos) estudaram a evolução da produtividade de 3 tecnologias de diagnóstico, ao longo de 3 anos (1992 a 1994). Estes estudos avaliaram se o aumento de produtividade nestas tecnologias trouxe consigo uma diminuição da qualidade, aferida pela mortalidade. Utilizando um modelo de DEA com *outputs* indesejáveis e os índices de Malmquist-Luenberger (usados para aferir a evolução da produtividade), verificou-se que não havia evidência de tal realidade.

A aplicação da DEA ao setor hospitalar usa tradicionalmente uma orientação para *inputs*, justificando-se este facto pela predominância da perspectiva da eficiência na avaliação hospitalar. Isto resulta da preocupação que os diferentes agentes da saúde têm na contenção de recursos, uma vez que a produção hospitalar é, essencialmente, ditada pela procura da população, um fator exógeno ao hospital. Nesta categoria, as variáveis mais utilizadas correspondem ao número de camas, número de médicos, enfermeiros, outros funcionários ou mesmo os custos que estas categorias profissionais representam, assim como os custos com consumíveis (medicamentos e material clínico, principalmente) [Castro(2011)]. A maioria dos estudos analisa a eficiência técnica e, tendo em vista uma homogeneização de *outputs*, utilizam-se variáveis que fazem referência à complexidade dos doentes tratados (*case-mix*) ou ao número de serviços dos hospitais (*service-mix*). Devido à inexistência de um modelo de produção globalmente aceite, bem como à heterogeneidade da atividade hospitalar, não há consenso relativamente ao tipo de rendimentos à escala a assumir nas análises, optando-se muitas vezes pelo uso dos dois e posterior comparação.

Em Portugal, a atividade avaliativa tem vindo a ser objeto de atenção crescente e tem-se centrado, principalmente, nas recentes transformações que o setor da saúde tem sofrido. Mais recentemente, utilizou-se o DEA em grande medida, ao nível dos hospitais, para avaliar a reforma da transformação dos hospitais públicos em Sociedades Anónimas (SA) (ou Entidades Públicas Empresariais - EPE, como atualmente se denominam). Deste universo, podem destacar-se os estudos do [Tribunal de Contas(2006)], de [Moreira(2008)] e de [Gonçalves(2008)]. O primeiro tinha por objetivo medir a eficiência económica dos hospitais transformados e medir a qualidade e equidade no acesso aos cuidados de saúde. Só no estudo da eficiência económica se utilizou o DEA. Em [Moreira(2008)], utilizou-se o grupo dos hospitais do Setor Público Administrativo (SPA) como um grupo de controlo, criando-se dois tipos de fronteiras. As conclusões, baseadas em dados de 2001 a 2005, apontam para uma maior eficiência média inicial no grupo dos hospitais SPA, o que se reverteu no ano de 2005. O estudo de [Gonçalves(2008)] obteve um resultado contrário. Utilizando dados referentes ao período entre 2002 e 2004, [Gonçalves(2008)] verificou, usando os Índices de Malmquist, que a fronteira de eficiência técnica evoluiu positivamente neste período, tendo sido os hospitais SPA os que mais contribuíram para esta evolução.

Em conjunto, os estudos apresentam evidência da inadequação do método quando se avaliam hospitais, pela impossibilidade da definição de modelos que capturem mais fielmente a sua complexidade. Em Portugal, não existe, de momento, outra avaliação que, usando DEA, se foque nos serviços dos hospitais.

## 4 Modelo de DEA para os Serviços Médicos/Cirúrgicos dos Hospitais do SNS numa Perspetiva de Eficiência

A estrutura dos hospitais não é homogênea. Cada hospital tem a sua estrutura interna definida de acordo com a sua influência geográfica e, principalmente, de acordo com as valências/especialidades implementadas. No entanto, algo é comum a todos: os serviços são as suas unidades funcionais fundamentais. Destes, são os serviços das especialidades médicas ou cirúrgicas quem tem a responsabilidade de servir diretamente os pacientes através de internamentos, consultas externas, sessões em hospital de dia ou cirurgias em ambulatório, quatro das cinco principais linhas de produção que um hospital realiza. A estes serviços que, em 2008, foram responsáveis por 53% dos custos diretos dos hospitais analisados, chamaremos "serviços principais", em contraponto com os restantes, que denominaremos de "secções de apoio", por incluírem os restantes grupos de serviços. Verificou-se que, cada um destes grupos tem, nos custos diretos, um peso bastante inferior ao dos serviços principais. É, portanto, para os serviços principais que

este estudo apresenta um modelo "ideal", com o objetivo da sua avaliação numa perspetiva de eficiência, considerando apenas a produção das suas quatro principais linhas de produção. Como é nestes serviços que se realiza a maioria da produção hospitalar, é neles que são maioritariamente imputados todos os custos das restantes secções (secções de apoio), o que reforça a sua importância num primeiro estudo.

A criação do modelo iniciou-se com uma revisão bibliográfica, que teve por finalidade identificar as variáveis mais frequentes nos estudos da área. Esta revisão pode ser consultada em [Castro(2011)]. Posteriormente, e para verificar se às variáveis mais usadas na literatura nacional e internacional, correspondiam os recursos mais relevantes à realidade hospitalar do SNS, identificaram-se as estruturas de custos médias para todos os serviços de especialidades médicas e cirúrgicas, com o objetivo de identificar as que melhor as caracterizam. Nesta análise, contabilizaram-se todos os custos incorridos pelas linhas de produção de internamento, consulta externa e hospital de dia, já que a ACSS não dispõe de informação relativa à discriminação dos custos com cirurgia em ambulatório pelos diferentes serviços. No entanto, esta linha de produção apresentou, em 2008, custos residuais face aos restantes.

Como pode ser visto na Figura 1, os tipos de custos mais representativos nos dois grupos de serviços são os mesmos (variando apenas o peso de cada um deles), à exceção do Bloco Operatório, não utilizado pelas especialidades médicas (não realizam cirurgias). As principais categorias de custos são, então, os custos com Pessoal (CP), Matérias Vendidas e Consumidas (CMVMC – representados esmagadoramente pelos medicamentos e material clínico), Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDT), Serviços Administrativos (SA), Fornecimentos e Serviços Externos (FSE) e Serviços Hoteleiros (SH). Nos serviços médicos, estas categorias são responsáveis por 93% do total de custos. Aos serviços cirúrgicos, acrescenta-se o Bloco Operatório (BO) e o total destas categorias representa 94% do total.

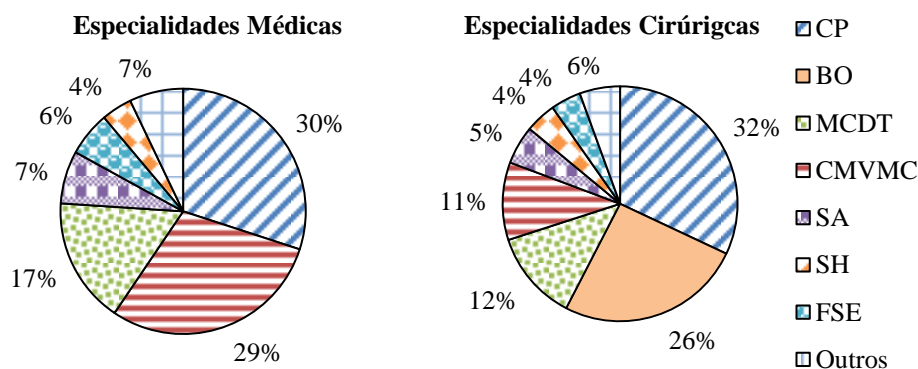


Figura 1: Estrutura dos Custos Gerais (Diretos e Imputados) dos Serviços Principais.

Sendo os custos com o pessoal uma categoria bastante heterogénea, foi necessário avaliá-la de forma mais pormenorizada. Realizando uma análise semelhante à anterior, verificou-se que 90% e 92% dos custos com pessoal nos serviços médicos e cirúrgicos, respetivamente, são atribuíveis aos médicos, enfermeiros e ao pessoal operário e auxiliar.

Após a análise à estrutura de custos dos serviços principais, foi possível definir uma lista de *inputs* e *outputs* para modelar, idealmente, o processo de transformação de recursos numa capacidade clínica de tratar doentes (*outputs* intermédios). Como se pretende calcular a eficiência técnica das unidades em avaliação, definem-se todas as variáveis, em termos de quantidades e não de valores económicos.

Para representar os recursos de pessoal, optou-se por considerar o número de horas semanais disponibilizadas pelos médicos e enfermeiros, como dois dos *inputs* do modelo. Como o pessoal operário e auxiliar tem um peso nos custos bastante inferior ao das classes clínicas (pesa, nos dois tipos de especialidades, somente 10%), optou-se por representar este recurso por uma variável mais genérica. Pretendeu-se que esta variável representasse outros recursos que se possam assumir proporcionais à dimensão de um serviço. A variável escolhida foi o número de camas. Além de representar o pessoal operário, a variável "número de camas" representa, neste modelo, os custos com os FSE (muitas vezes considerados, na

literatura, proporcionais à dimensão de um serviço), com os serviços administrativos e com os serviços hoteleiros. O número de camas é, assim, uma variável que funciona como *proxy* para estas quatro categorias de recursos. Para atestar esta opção, verificou-se a existência de correlações significativas entre estes recursos e o número de camas (valores entre 0,70 e 0,94), o que confirma a proporcionalidade. Os custos incorridos pelos serviços principais, com MCDT, devem-se à prestação de diferentes serviços, por parte de unidades especializadas em meios complementares de diagnóstico e terapêutica, aos primeiros. Isto leva à necessidade de se contabilizar, de forma ponderada, todos os procedimentos, para se refletir a diferente complexidade, associada aos custos, que estes serviços acarretam. O ponderador dos procedimentos, em Portugal, é definido por portaria do Ministério da Saúde (à data do estudo, Portaria nº 839-A/2009). Os custos com MCDT seriam, então, representados idealmente por esta variável. Para representar os CMVMC, seria ideal contabilizarem-se os medicamentos e material clínico, de forma semelhante ao que é feito com os MCDT. Contudo, não existe idêntica definição de ponderadores. Assim, na prática e por agora, não resta alternativa à utilização dos custos para a sua ponderação. Na lista de recursos apresentada abaixo permanece a variável que seria ideal utilizar (e que um dia talvez se possa utilizar), enquanto na secção seguinte, em que se demonstra a aplicação prática do modelo teórico aqui proposto, se utilizam os custos incorridos com os CMVMC, como *proxy* para as quantidades de matérias ponderadas usadas pelos serviços. Para se representar os recursos gastos, pelos serviços, com o bloco operatório (BO), optou-se por escolher a variável que representa o tempo médio semanal que cada especialidade ocupa neste serviço auxiliar. Além do tempo total das intervenções, pode considerar-se o número total de intervenções como produto do BO. O número de horas que um serviço ocupou no bloco será vantajoso relativamente ao total de intervenções, por aferir, simultaneamente, a complexidade e quantidade das mesmas, assumindo-se uma qualidade uniforme dos médicos.

Por fim, é de salientar que as variáveis de recursos escolhidas, e sumariadas na Tabela 1, se referem a 89 e 92% dos custos totais das quatro linhas de produção consideradas nos serviços de especialidades médicas e cirúrgicas, respetivamente, em 2008.

Tabela 1: Variáveis de *Input* dos Modelos de DEA para os Serviços Principais

Nome	Definição Operacional
Nº Horas Médicos	Contabilização do nº de horas semanais de trabalho médico.
Nº Horas Enfermeiros	Contabilização do nº de horas semanais de trabalho enfermeiro.
Nº Exames Ponderados	Contabilização do nº de procedimentos de MCDT requeridos, ponderados pelos fatores definidos na portaria do Ministério da Saúde mais recente.
Nº Matérias Ponderadas	"Contabilização" do nº ponderado de medicamentos e materiais clínicos.
Nº Camas	Contabilização do nº de camas existentes.
Nº Horas de Bloco	Contabilização do nº de horas totais das intervenções cirúrgicas realizadas.

Relativamente às variáveis de *output*, a sua escolha deve refletir o que é fundamental ser medido: o que é produzido pelas diferentes linhas de produção. Nisto incluem-se o número total de doentes atendidos em cada linha de produção, que pode também ser considerado uma medida de acesso aos cuidados de saúde, e a quantidade total de tratamento produzido e disponível para todos os utentes, medida usualmente pelo número de unidades pelas quais se pode dividir cada tipo de tratamento (*proxies* desta quantidade). O número de doentes atendidos, em internamento, é usualmente contabilizado pelo número de altas num ano, em consulta externa, pelo número de primeiras consultas e, em hospital de dia, pela contabilização direta do número de doentes. O número de cirurgias em ambulatório reflete o número de doentes atendidos e as quantidades totais de tratamento produzidas, considerando-se um novo doente sempre que se realiza uma nova cirurgia. Quanto ao total de tratamento produzido nas restantes linhas, ele é usualmente medido, para o internamento, pelo número de dias total que os doentes permaneceram internados, para as consultas, pelo seu total (a soma das primeiras com as consultas de acompanhamento) e, para o hospital de dia, pelo número total de sessões a que os utentes acederam. Todos estes *outputs* encontram-se sumariados na Tabela 2.

Tabela 2: Variáveis de *Output* do Modelo de DEA para os Serviços Principais

Nome	Definição Operacional
Tempo Estadia Total	Soma do nº de dias de estadia dos pacientes que saem do internamento.
Nº Altas Internamento (corrigidas pelo <i>case-mix</i> )	Contabilização do nº total de altas de internamento multiplicadas pelos índices de <i>case-mix</i> respetivos.
Nº de Consultas Externas	Contabilização do nº de consultas externas.
Nº 1 <sup>as</sup> consultas	Contabilização do nº de primeiras consultas
Nº Sessões Hospital Dia	Nº total de sessões de Hospital de Dia.
Nº Utentes Hospital Dia	Contabilização doentes com acesso a sessões de hospital de dia.
Nº Cirurgias Ambulatório (corrigidas pelo <i>case-mix</i> )	Contabilização do nº de cirurgias em ambulatório ponderadas pelo respetivo índice de <i>case-mix</i> .

Ao medir ambas as dimensões da produção, comparando duas unidades com o mesmo nível de *inputs* e de produção em quantidade (com os mesmos dias de doentes em internamento, por exemplo), a que apresente o menor acesso de pessoas aos cuidados (menor número de altas), apresenta-se como uma unidade mais ineficiente. No entanto, a um fraco acesso aos cuidados de saúde proporcionado por um hospital (baixo número de altas, por exemplo), pode estar associada uma maior complexidade das doenças que este trata, o que faz prolongar a estadia de um só doente. Para controlar esta heterogeneidade das doenças, utiliza-se aqui a variável mais comum e a única disponível em Portugal: o índice de *case-mix* [CIDES-FMUP-UP e ACSS(2011)]. Este índice apenas pode ser calculado para o internamento e para as cirurgias em ambulatório e não é usado como um *output per se*, mas como um fator de ajuste, multiplicando-se o seu valor pela variável a ajustar.

## 5 Análise de Eficiência ao Serviço de Medicina Interna – Caso de Estudo

### 5.1 Descrição do Procedimento de Implementação do Modelo

Concretizou-se, neste estudo, um modelo piloto para avaliar o desempenho de um serviço. O escolhido foi o serviço de Medicina Interna, por ser o segundo serviço principal mais dispendioso, o que lida com os casos mais comuns e o que existe num maior número de hospitais. Para este serviço médico, o modelo "ideal" tem como variáveis de *input*, o "Nº de Horas de Médicos", o "Nº de Horas de Enfermeiros", o "Nº de Exames Ponderados", o "Nº de Matérias Ponderadas" e o "Nº de Camas". Quanto aos *outputs*, sendo esta uma especialidade onde não existe hospital de dia nem cirurgias, serão relevantes as variáveis "Tempo Estadia Total", "Nº Altas Internamento", "Nº de Consultas Externas" e "Nº 1<sup>as</sup> consultas".

Ao tentar implementar o modelo exemplificativo, encontramos dificuldades na obtenção de alguns dados e na fiabilidade de outros (para uma discussão aprofundada do assunto, consultar [Castro(2011)]). Para além disto, para construir o modelo apresentado na secção anterior, não foi possível obter alguns dados, como o índice de *case-mix* do serviço de Medicina Interna, a quantidade de MCDT ponderados consumidos e as horas de trabalho de enfermeiros, embora esta informação seja recolhida pela ACSS. Devido a estas restrições, foram utilizados os custos incorridos pelos serviços com os enfermeiros, com os exames ponderados e com as matérias ponderadas, como *proxy* para as quantidades em falta. O índice de *case-mix* usado foi o índice para as especialidades médicas de cada hospital, assumindo-se este como *proxy* do de Medicina Interna, algo justificável pelo tipo de doenças tratadas por esta disciplina.

Nos dados recolhidos, contabilizaram-se 55 hospitais que apresentaram dados para o serviço em análise (hospitais que têm, de facto, esta valência), mas apenas 48 foram avaliados. Foram eliminados da amostra os hospitais que apresentavam falhas em qualquer das variáveis, quer por valores em falta, quer terem uma ordem de grandeza incompatível com a realidade medida. Apresentam-se as estatísticas descritivas dos dados na Tabela 3, que evidenciam a heterogeneidade da amostra analisada.

Tabela 3: Estatística Descritiva das Variáveis Utilizadas no Modelo de DEA

Variável	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
<b>Inputs</b>				
$x_1$ – Horas Médicos (h)	1350	1262	6420	46
$x_2$ – Custos Enfermeiros (€)	1509070	1371092	6099323	27602
$x_3$ – Custos Exames Ponderados (€)	1476455	1532799	7980923	27687
$x_4$ – Custos Matérias Ponderadas (€)	1410007	1625900	8805764	297
$x_5$ – Nº Camas	78	58	260	0
<b>Outputs</b>				
$y_1$ – Tempo Estadia Total (dias)	28159	21068	102931	0
$y_2$ – Nº Altas Internamento (corrigidas pelo <i>case-mix</i> )	2680	2568	15032	0
$y_3$ – Nº de Consultas Externas	8350	6334	23932	529
$y_4$ – Nº Primeiras Consultas	1665	1436	8324	108

Utilizou-se o *software* não-comercial EMS (*Efficiency Measurement System*) para calcular os resultados de eficiência das diferentes unidades. Verificou-se que os serviços hospitalares operam com rendimentos variáveis à escala, o que significa que o estudo de *benchmarking* deve apenas comparar diretamente, unidades com dimensão semelhante. No entanto, como a amostra analisada neste estudo era pequena (48 serviços de Medicina Interna), em relação ao número de *inputs* e *outputs* definidos, a análise de DEA, assumindo rendimentos variáveis à escala, não permitiu fazer uma discriminação clara entre o desempenho das várias unidades. A maioria (28) foi mesmo considerada eficiente na análise sem restrições de pesos, por assunção de pesos nulos para várias variáveis, distintas de serviço para serviço. 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, restrições aos valores dos pesos, implementadas usando o método da região de confiança. Desta forma, foi possível garantir que todos os *inputs* e *outputs* têm valorizações ajustadas à realidade, bem como diferenciar os níveis de desempenho dos diversos serviços. Para se identificar as restrições a aplicar aos pesos das diferentes variáveis, começou por identificar-se a importância relativa de cada *output* e *input*. Começando pelos *outputs*, analisaram-se os custos unitários das duas linhas de produção consideradas. Os resultados apresentam-se na Tabela 4.

Tabela 4: Custos Unitários por Unidade Produzida nos Serviços de Medicina Interna

Variável de Output	Volume	Custo Unitário Médio
$y_2$	157.207 altas	2.091,39 €/alta
$y_1$	1.366.808 dias internamento	240,55 €/dia internamento
$y_3$	517.972 consultas	155,28 €/consulta

Estes resultados revelam que, na dimensão referente à quantidade total de tratamento produzido, o peso da variável referente ao internamento deverá ser igual a pelo menos 1,5 vezes o peso da variável referente às consultas externas (valor obtido do rácio entre os custos unitários das consultas e dos dias em internamento). Para impedir uma excessiva disparidade na razão entre os pesos destas variáveis, restringiu-se o limite superior desta relação ao valor de 5. A consideração deste limite está relacionada com a manutenção da ordem de grandeza entre os pesos. Isto permite que os pesos tomem valores de magnitude semelhante, sem, no entanto, se restringir excessivamente a capacidade de cada DMU escolher os seus pesos, o que resulta nas primeiras restrições:

$$1,5 \leq \frac{u_1}{u_3} < 5 \quad (7)$$

De forma a não tornar o modelo demasiado restritivo, apenas se restringiu esta razão entre *outputs* de linhas de produção distintas (consultas e internamento). Relativamente à dimensão referente ao acesso aos cuidados, apenas foi possível obter informação para a linha de produção de internamento (ver

Tabela 4, onde falta  $y_4$ ). Nesta linha, verifica-se que esta dimensão ( $y_2$ ) apresenta um custo unitário aproximadamente dez vezes superior à dimensão da quantidade de tratamento ( $y_1$ ). Assim, optou-se por impor limites à relação entre os pesos que refletissem essa magnitude, usando novamente o conceito de ordem de grandeza de um número:

$$5 \leq \frac{u_2}{u_1} < 50 \quad (8)$$

Dada a inexistência de informação quanto à dimensão de acesso na linha de produção de consulta externa ( $y_4$ ), considerou-se que a relação entre as suas duas dimensões seria semelhante à existente na linha de internamento.

Para identificar a importância de cada *input*, analisou-se a distribuição dos custos que cada uma das variáveis representa em todos os serviços de Medicina Interna. Os resultados apresentam-se na Figura 2, que evidencia que cada uma das cinco variáveis de *input* aqui consideradas tem uma importância muito semelhante nos custos totais do serviço em análise.

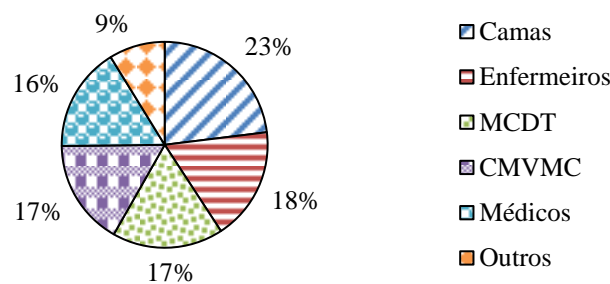


Figura 2: Distribuição dos Custos Gerais (Diretos e Imputados) nos Serviços de Medicina Interna, Representados pelas Variáveis de Interesse.

Para que se reflita nos resultados a importância relativa semelhante de cada *input*, sem se restringir demasiado a liberdade de escolha de cada DMU (como se fez no lado dos *outputs*), optou-se por forçar os hospitais a pesarem todos os *inputs*. Não seria "admissível" que um hospital se tornasse eficiente por pesar apenas alguns *inputs*, negligenciando os restantes. Nesse sentido, limitaram-se as relações entre todos os *inputs* e o *input* "número de horas médicos" ( $x_1$ ), para que mantivessem a mesma magnitude. De notar que, neste caso, as restrições impostas são entre os pesos virtuais de um hospital fictício, usando *inputs* médios. A opção por restrições aos pesos virtuais deveu-se às diferentes unidades de medida das variáveis. Como se pode ver na equação 9, estas restrições virtuais convertem-se em *Assurance Regions*:

$$0,5 \leq \frac{v_i \bar{x}_i}{v_1 \bar{x}_1} < 5 \Leftrightarrow 0,5 \times \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_i} \leq \frac{v_i}{v_1} < 5 \times \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_i} \quad (9)$$

Exemplificando para o caso da variável  $x_2$ , a restrição correspondente fica:

$$0,5 \times 10^{-3} \leq \frac{v_2}{v_1} < 5 \times 10^{-3} \quad (10)$$

## 5.2 Apresentação e Discussão dos Resultados da Avaliação de Eficiência

Na Figura 3, apresenta-se a distribuição das eficiências obtidas para os 48 hospitais analisados. A média dos resultados obtidos foi de 74,2%, com um desvio padrão de 20,1%. O valor mínimo de eficiência obtido foi de 38,4%. Dos resultados, destaca-se a grande amplitude do intervalo de valores de eficiência, evidenciando uma grande disparidade de desempenhos. Aproximadamente um quinto dos hospitais foi considerado eficiente (10 em 48) e é semelhante o número de hospitais com um nível de eficiência baixo (7, abaixo dos 50%) e alto (9, entre os 80% e 100%). A grande maioria dos hospitais, 22, encontra-se no entanto num nível médio de eficiência (entre 50% e 80%). Esta análise permite concluir que há uma grande margem de melhoria da eficiência dos serviços de Medicina Interna, o que justifica a relevância deste assunto para a gestão hospitalar (para resultados mais detalhados, consultar [Castro(2011)])

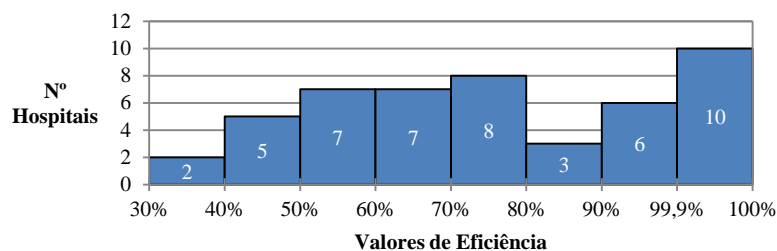


Figura 3: Distribuição dos Valores de Eficiência.

Calculando a razão entre a média dos valores das variáveis de *input* e de *output* das unidades mais ineficientes (eficiência inferior a 80%) e das eficientes, como se apresenta na Figura 4, normalizando para os valores destas últimas, percebemos que os serviços de Medicina Interna mais ineficientes apresentam tempos de internamento e número de consultas externas semelhantes aos serviços eficientes. No entanto, apresentam menos altas de internamento e menor número de primeiras consultas. Foram avaliadas como ineficientes, as unidades que, por comparação, apresentaram níveis de acesso mais baixos, o que valida a necessidade de uma utilização simultânea de duas variáveis, por linha de produção. Ainda assim, as unidades ineficientes apresentam custos bastante superiores aos das unidades eficientes, particularmente em matérias ponderadas, cujos custos são cerca de 1,5 vezes superiores. Os custos com exames ponderados e com enfermeiros também são superiores, mas não se verificam muitas diferenças no número de camas e nas horas de médicos entre os serviços eficientes e ineficientes.

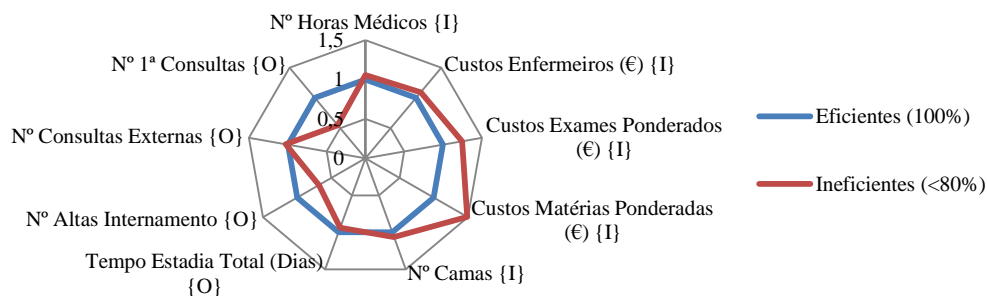


Figura 4: Comparação entre Valores Médios de Unidades Eficientes e Ineficientes.

Nos hospitais avaliados, o total das poupanças potenciais, obtidas por eliminação da totalidade das ineficiências, é apresentado na Figura 5. Este total tem uma magnitude de 100 M€. Pode concluir-se que, tal como verificado anteriormente, as matérias ponderadas, os enfermeiros e os MCDT são as áreas onde maiores poupanças serão possíveis.

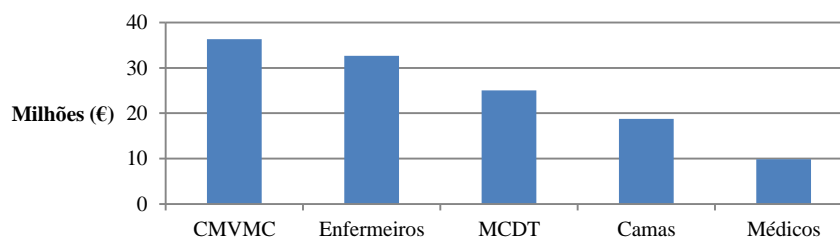


Figura 5: Potencial de Poupanças a Obter, para o SNS, em Medicina Interna.

## 6 Conclusões e Trabalho Futuro

Neste trabalho idealizou-se um modelo para avaliar os diferentes serviços hospitalares principais, na ótica da eficiência hospitalar. Este modelo teve por base uma revisão bibliográfica que permitiu identificar as variáveis mais comuns e passíveis de ser usadas num modelo de DEA, e um estudo exaustivo da contabilidade analítica dos hospitais do SNS, que permitiu identificar quais as que, efetivamente, são responsáveis pelos gastos mais significativos. Como exemplificado na implementação prática, quando aplicado a cada um dos serviços de um hospital, o modelo tem de ser adaptado mas não deixa de ter uma identidade genérica.

A aplicação do modelo de DEA ao serviço de Medicina Interna, permitiu comparar os níveis de eficiência deste serviço em diferentes hospitais, concluindo-se pela existência de desempenhos muito distintos e por grandes níveis de ineficiência. Verificou-se que os hospitais menos eficientes eram também aqueles que apresentavam os níveis mais baixos de acesso aos cuidados, para esta especialidade. No caso estudado, verificou-se que os maiores ganhos de eficiência podem ser realizados através de reduções nos custos dos medicamentos e material clínico.

Há ainda muito trabalho pela frente para tornar operacional, uma avaliação aos hospitais. Em primeiro lugar, faltará validar o modelo proposto junto dos principais utilizadores, os gestores hospitalares. Posteriormente será necessário idealizar uma forma de agregar os resultados de eficiência de cada serviço numa medida única a atribuir a cada hospital, de forma a permitir uma comparação global entre os hospitais (e perceber o desempenho dos gestores hospitalares). Tendo algumas secções de apoio, um peso significativo nos custos diretos dos hospitais, será também importante fazer-se a sua avaliação. Para que uma avaliação aos hospitais fique completa, será fundamental aferir-se a eficácia no tratamento dos pacientes, através de modelos de avaliação do tratamento das doenças. Para isto será fundamental o envolvimento de clínicos, dada a sua capacidade única de aferir a capacidade das variáveis do modelo representarem adequadamente o que se pretende medir. Por outro lado, a sua colaboração é essencial para validar e apoiar a aceitação por parte da classe médica dos modelos a propor.

Apesar de todos os constrangimentos, os desenvolvimentos alcançados com este trabalho foram significativos, nomeadamente com a concretização de um modelo de avaliação ao nível dos serviços hospitalares, unidades verdadeiramente comparáveis mas até aqui não abordadas na literatura nacional. A aplicação de DEA permite comparar os hospitais recorrendo a uma medida única, mas tendo por base um conjunto alargado de indicadores, cuja importância individual é definida no interesse de cada avaliado. Espera-se, por isso, que este trabalho contribua para uma mais efetiva avaliação dos hospitais e, para já, para a identificação dos fatores que mais contribuem para a ineficiência hospitalar, em cada serviço.

## Referências

- [Banker et al.(1984)] Banker, R. D., Charnes, a., Cooper, W. W., 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science** 30 (9), 1078–1092.
- [Castro(2011)] Castro, R. A. S., 2011. **Benchmarking de Hospitais Portugueses - Modelação com Data Envelopment Analysis**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [Chilingerian e Sherman(2004)] Chilingerian, J. A., Sherman, H. D., 2004. Health Care Applications: From Hospitals to Physicians, From Productive Efficiency to Quality Frontiers. Em: Cooper, W. W., Seiford, L. M., Zhu, J. (Eds.), **Handbook on Data Envelopment Analysis**. Kluwer Academic Publisher.
- [CIDES-FMUP-UP e ACSS(2011)] CIDES-FMUP-UP, ACSS, 2011 **Índice de Case-Mix (ICM) - Portal da Codificação Clínica e dos GDH**. [último acesso a 8 de Março de 2013]. Disponível em: [http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/Índice\\_de\\_Case-Mix\\_\(ICM\)](http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/Índice_de_Case-Mix_(ICM))
- [Costa e Lopes(2007)] Costa, C., Lopes, S., 2007. **Avaliação do Desempenho dos Hospitais Públicos em Portugal Continental - 2005**. Escola Nacional de Saúde Pública - Universidade Nova de Lisboa.

- [Dismuke e Sena(2001)] Dismuke, C., Sena, V., 2001. Is there a trade-off between quality and productivity? The case of diagnostic technologies in Portugal. **Annals of Operations Research**, 101–116.
- [Donabedian(1980)] Donabedian, A., 1980. The definition of quality and approaches to its assessment. Vol. 1. **Health Administration Press**, Ann Arbor, Michigan.
- [Fried et al.(2008)] Fried, H. O., Lovell, C. A. K., Schmidt, S. S., 2008. Efficiency and Productivity. Em: Fried, H. O., Lovell, C. A. K., Schmidt, S. S. (Eds.), **The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth**. Oxford University Press, New York, Ch. 1.
- [Gonçalves(2008)] Gonçalves, L. F. M., 2008. **Análise da eficiência dos hospitais SA e SPA segundo uma abordagem de fronteira de eficiência**. Tese de Doutoramento, ISCTE, Lisboa.
- [Hollingsworth(2008)] Hollingsworth, B., 2008. The measurement of efficiency and productivity of health care delivery. **Health Economics** 17 (10), 1107–1128.
- [Hollingsworth et al.(1999)] Hollingsworth, B., Dawson, P. J., Maniadas, N., Jul. 1999. Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications. **Health care management science** 2 (3), 161–72.
- [Kontodimopoulos e Niakas(2005)] Kontodimopoulos, N., Niakas, D., Feb. 2005. Efficiency measurement of hemodialysis units in Greece with data envelopment analysis. **Health Policy** 71 (2), 195–204.
- [Moreira(2008)] Moreira, S., 2008. Análise da Eficiência dos Hospitais –Empresa: Uma Aplicação da *Data Envelopment Analysis*. **Banco de Portugal –Boletim Económico Primavera**.
- [OCDE(2011)] OECD, 2011. **Health at a Glance 2011: OECD Indicators**. OECD Publishing.
- [Portela e Thanassoulis(2006)] Portela, M. C. A. S., Thanassoulis, E., 2006. Zero weights and non-zero slacks: Different solutions to the same problem. **Annals of Operations Research** 145 (1), 129–147.
- [Puig-Junoy(1998)] Puig-Junoy, J., 1998. Technical efficiency in the clinical management of critically ill patients. **Health Economics** 277, 263–277.
- [Simões(2004)] Simões, J., 2004. **Retrato Político da Saúde - Dependência do Percurso e Inovação em Saúde: da Ideologia ao Desempenho**. Livraria Almedina.
- [Thanassoulis et al.(2004)] Thanassoulis, E., Portela, M. C. a., Allen, R., 2004. Incorporating Value Judgements in DEA. Em: Cooper, W. W., Seiford, L. M., Zhu, J. (Eds.), **Handbook on Data Envelopment Analysis**. Kluwer Academic Publishers.
- [Thompson et al.(1986)] Thompson, R. G., Singleton Jr., F., Thrall, R. M., Smith, B. A., 1986. Comparative site evaluations for locating a high-energy physics lab in Texas. **Interfaces** (December), 35–49.
- [Tribunal de Contas(2006)] Tribunal de Contas, 2006. **Relatório Global de Avaliação do Modelo de Gestão dos Hospitais do SEE –Período de 2001-2004**. Relatório Técnico n.º 20/06 –Audit. I-II.