



# 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

## Comissão de Programa

José Fernando Oliveira (Presidente), Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia  
Agostinho Agra, Universidade de Aveiro, Departamento de Matemática  
Ana Isabel Pereira, Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Tecnologia e Gestão  
Ana Paula Teixeira, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Departamento de Matemática e CIO  
Ana Viana, Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia  
Clara Bento Vaz, Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Tecnologia e Gestão  
Filipe Alvelos, Universidade do Minho, Escola de Engenharia  
Isabel Gomes, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
João Luís Soares, Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Joaquim Borges Gouveia, Universidade de Aveiro, Dep. de Economia, Gestão e Engenharia Industrial  
Jorge Orestes Cerdeira, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
José Manuel Valério de Carvalho, Universidade do Minho, Escola de Engenharia  
Margarida Vaz Pato, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão  
Maria Antónia Carravilla, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia  
Maria Eugénia Captivo, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências e CIO  
Maria João Alves, Universidade de Coimbra, Faculdade de Economia  
Marília Pires, Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Miguel Constantino, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências  
Mónica Oliveira, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico  
Susana Relvas, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico

## Comissão Organizadora

Clara Bento Vaz, Instituto Politécnico de Bragança (Presidente)  
Ana Isabel Pereira, Instituto Politécnico de Bragança  
António Jorge Trindade Duarte, Instituto Politécnico de Bragança  
Carla Alexandra Soares Geraldês, Instituto Politécnico de Bragança  
Carla Maria Carneiro Alves, Instituto Politécnico de Bragança  
Carla Sofia Renca da Cruz, Instituto Politécnico de Bragança  
Carla Sofia Veiga Fernandes, Instituto Politécnico de Bragança  
Carlos Jorge da Rocha Balsa, Instituto Politécnico de Bragança  
Edite Martins Cordeiro, Instituto Politécnico de Bragança  
Elisa Margarida Correia de Barros, Instituto Politécnico de Bragança  
Florabela Alexandra Pires Fernandes, Instituto Politécnico de Bragança  
Francisco José Pires Peito, Instituto Politécnico de Bragança  
Ilda Marisa de Sá Reis, Instituto Politécnico de Bragança  
João Paulo Pais de Almeida, Instituto Politécnico de Bragança  
José Fernando Oliveira, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia  
José Mário Escudeiro de Aguiar, Instituto Politécnico de Bragança  
José Paulo Macedo Matias, Instituto Politécnico de Bragança  
Maria de Fátima Silva Pacheco, Instituto Politécnico de Bragança  
Maria Prudência Gonçalves Martins, Instituto Politécnico de Bragança  
Paula Maria Pereira de Barros, Instituto Politécnico de Bragança

# 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 Data Envelopment Analysis</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 Data Envelopment Analysis</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>

# Análise da eficiência das microempresas do setor do retalho no interior de Portugal: uma aplicação Data Envelopment Analysis

Fernandes, António B.<sup>\*</sup>, Vaz, Maurício A.<sup>†</sup>

<sup>\*</sup> *Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal*  
*E-mail:antoniof@ipb.pt*

<sup>†</sup> *Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal,*  
*E-mail:mav@ipb.pt*

## Resumo

A avaliação das organizações e a determinação do desempenho, obtido pelo exercício da gestão, tem sido uma preocupação constante de gestores e detentores de capital. Nos dias de hoje, a questão coloca-se com maior acuidade quer pela competitividade acrescida quer pela dimensão e complexidade das empresas. Pretende-se, com este trabalho, fazer a aplicação da metodologia DEA - Data Envelopment Analysis a um conjunto de microempresas do setor do comércio a retalho situadas no interior de Portugal. Os resultados obtidos constituem uma medida simples de comparar o desempenho relativo das diversas empresas com base nos valores de inputs e outputs observados.

**Palavras chave:** Micro Empresas, DEA, Desempenho, Eficiência.

## 1 Introdução

Em Portugal, à semelhança de muitos outros países na Europa, nomeadamente Alemanha, Espanha, Grécia, Itália, Bélgica e outros, as Pequenas e Médias Empresas (PME) constituem a maioria das empresas do tecido empresarial Português, representando uma fatia importante da oferta de emprego. As PME são a base da economia de mercado, sendo essencial, a sua existência, para o desenvolvimento de um país ou até mesmo de uma região [Hu & Schive, 1998]. Dada a importância que este tipo de empresas tem, na economia global, procura-se neste trabalho, avaliar a sua eficiência. Para tal, comparam-se os desempenhos, de um conjunto de microempresas do interior de Portugal do setor de atividade da divisão 47 - Comércio a retalho, exceto de veículos automóveis e motociclos. São utilizados dados de 35 microempresas para o ano 2009, recorrendo ao DEA (Data Envelopment Analysis). O DEA é uma técnica que recorre a modelos de programação matemática para analisar as combinações ótimas entre inputs e outputs, com base no desempenho observado de unidades produtivas. Essas combinações constituem uma fronteira e permitem determinar os níveis de ineficiência relativa [Moreira, 2008]. Com este trabalho pretende-se, de alguma forma, contrariar a subjetividade da análise do desempenho das microempresas. A evidência empírica revela que, fundamentalmente as instituições bancárias, fazem as suas análises assentes numa bateria de indicadores ponderados subjetivamente. O modelo aplicado pretende definir uma medida única de eficiência relativa, considerando os valores observados na generalidade das empresas homogéneas, tendo em conta que os pesos são determinados endogenamente pelo próprio modelo e não pelo analista. O artigo encontra-se estruturado da seguinte forma. O ponto 2 contextualiza o enquadramento das microempresas no tecido empresarial português. No ponto 3 apresenta-se de forma breve a metodologia, caracteriza-se a amostra e as variáveis e descreve-se o procedimento de estimação. No ponto 4 comentam-se os resultados, apresentando-se as conclusões no ponto 5.

## 2 Enquadramento das microempresas em Portugal

Hu e Schive [1998] abordam uma lição das jovens árvores da floresta como elas lutam para cima através da sombra entorpecedora dos seus rivais mais velhos. Muitas sucumbem no caminho, outras apenas sobrevivem. No entanto, as que se tornam mais fortes, a cada ano que passa, recebem uma parcela maior de luz e ar com cada aumento da sua altura, ganhando progressivamente posições aos seus maiores rivais. As PME têm armas de sobrevivência no mercado diferentes das grandes empresas. Atendendo à sua dimensão, as PME não são capazes de desfrutar de economias de escala na produção em massa, ou

nas economias obtidas na diversificação de produtos, no entanto, podem reagir rapidamente aos sinais do mercado [Jenkins, 2006]. Hu e Schive [1998] consideram que, enquanto a inovação não é um pré-requisito para a sobrevivência das PME, a capacidade de recuperar rapidamente, certamente já se torna uma exigência. Segundo dados do Instituto Nacional de Estatística de 2010, como se verifica pela análise da tabela 1, das 1.144.150 empresas existentes em Portugal, 95,81% têm menos de 10 trabalhadores ao seu serviço o que é revelador da importância das microempresas no tecido empresarial português. Desta forma, a importância deste conjunto de empresas, para a economia nacional, manifesta-se naturalmente, em termos de emprego (com 44,51% do total das pessoas ao serviço) e em termos de volume de negócios nacional representam 25,41%, sendo por isso fundamental, na nossa perspetiva, analisar o seu desempenho.

Tabela 1: Estrutura do tecido empresarial Português

	Total	< de 10 PT		10 - 49 PT		50 - 249 PT		≥ 250 PT	
n.º de Empresas	1.144.150	1.096.155	95,8%	41.308	3,6%	5.792	0,5%	895	0,1%
Volume de Neg. (10 <sup>3</sup> €)	356.390.110	90.546.236	25,4%	84.321.035	23,7%	77.952.716	21,9%	103.570.123	29,1%
Pessoas ao Serviço	3.843.268	1.710.671	44,5%	778.710	20,3%	556.619	14,5%	797.268	20,7%

As PME, comparativamente às grandes empresas, apresentam características de gestão muito próprias, nomeadamente: à medida que aumenta a dimensão das empresas, aumenta a sua capacidade de endividamento global, designadamente de médio e longo prazo; à medida que aumenta a capacidade de autofinanciamento da empresa, menos as empresas recorrem ao endividamento; o financiamento externo destas empresas é essencialmente bancário, dado, entre outros fatores, a inacessibilidade ao mercado de capitais, e este é fundamentalmente de curto prazo, uma vez que as empresas apresentam dificuldade em ceder garantias adicionais, particularmente relevantes, em períodos de dificuldade comercial [Vieira & Novo, 2010]. Desta forma, o sucesso, das microempresas, depende muito da capacidade do seu gestor, da sua estrutura bem como da sua capacidade de posicionamento no mercado. Correia, Teixeira e Rebelo [2011] verificaram que, neste tipo de empresas, a intensidade competitiva e a turbulência de mercado têm influência negativa em indicadores de performance como a rendibilidade do ativo, retorno sobre o investimento e rendibilidade operacional das vendas. Os autores consideram que, "a estes resultados não será decerto alheia a maior exigência estrutural a que as empresas estão sujeitas neste tipo de contexto, pois a intensidade competitiva e a turbulência de mercado condicionam a capacidade da empresa em otimizar e rentabilizar a estrutura existente e pode forçá-la a sacrificar as suas margens de lucro para se manter competitiva"[Correia et al., 2011:10]. Segundo os dados do INE<sup>1</sup>, a dispersão das empresas em Portugal é significativa. Ao analisar-se o rácio número de empresas/população ativa verifica-se uma distribuição homogénea pelo território nacional, como se verifica na tabela 2. Algumas regiões do interior apresentam o referido rácio com valores superiores à média nacional, como é o caso de: Alto de Trás-os-Montes com um rácio de 0,2533 para as empresas em geral e 0,2477 para as microempresas; Beira Interior Norte com 0,2327 para as empresas em geral e 0,2289 para as microempresas; e Beira Interior Sul com 0,2327 para as empresas em geral e 0,2265 para as microempresas. Podemos assim concluir que o número de empresas por habitante não apresenta diferenças significativas no território nacional, com exceção das grandes empresas.

Tabela 2: Distribuição das empresas nacionais por população ativa

Região	Total		< 10 PT		10 - 49 PT		50 - 249 PT		≥ 250 PT	
	Distr. Empr.	Empr./Pop.	Distr. Empr.	Empr./Pop.	Distr. Empr.	Empr./Pop.	Distr. Empr.	Empr./Pop.	Distr. Empr.	Empr./Pop.
<b>Portugal</b>	100,00%	0,2278	95,81%	0,2182	3,61%	0,0082	0,51%	0,0012	0,08%	0,0002
<b>Continente</b>	95,86%	0,2294	91,85%	0,2198	3,45%	0,0083	0,49%	0,0012	0,08%	0,0002
<b>Norte</b>	31,99%	0,2084	30,39%	0,1980	1,39%	0,0091	0,19%	0,0012	0,02%	0,0001
<b>Centro</b>	21,68%	0,2349	20,83%	0,2256	0,75%	0,0081	0,10%	0,0011	0,01%	0,0001
<b>Lisboa</b>	29,69%	0,2417	28,53%	0,2323	0,96%	0,0078	0,16%	0,0013	0,04%	0,0003
<b>Alentejo</b>	7,12%	0,2377	6,90%	0,2304	0,19%	0,0065	0,02%	0,0007	0,00%	0,0001
<b>Algarve</b>	5,39%	0,2789	5,20%	0,2694	0,17%	0,0086	0,02%	0,0008	0,00%	0,0001
<b>Açores</b>	2,25%	0,2238	2,16%	0,2155	0,07%	0,0071	0,01%	0,0010	0,00%	0,0002
<b>Madeira</b>	1,89%	0,1694	1,79%	0,1606	0,09%	0,0077	0,01%	0,0010	0,00%	0,0001

<sup>1</sup>INE <http://www.ine.pt/> dados obtidos em 23-04-2013.

### 3 Aplicação da metodologia DEA

O DEA é uma ferramenta estatística não-paramétrica e recorre a técnicas de programação matemática, possibilitando medir a eficiência na presença de múltiplos inputs e outputs, sem ser necessária a especificação de uma forma funcional, e em que os respetivos pesos são determinados endogenamente [Moreira, 2008]. A metodologia DEA, ao permitir a determinação pelo próprio modelo dos "pesos" a atribuir aos inputs e aos outputs, transforma-se num poderoso instrumento de análise pois que retira o caráter subjetivo inerente a outras perspetivas vulgarmente utilizadas, nomeadamente o recurso ao método dos rácios e "score z" ou à análise de regressão [Vaz, 2000]. A medida simples do lucro não permite determinar objetivos realistas ou responder à questão que meios devem ser afetos à atividade, podendo a resposta ser obtida pelo DEA. Na avaliação do desempenho tem-se por base desempenhos observados, e não desempenhos médios ou padrão. As unidades mais eficientes definem uma fronteira em relação à qual se medem as eficiências relativas das outras unidades. Em termos matemáticos a determinação da medida do desempenho será definida através do recurso à programação linear dado que estamos em presença de problemas de otimização. O ponto de partida, do modelo proposto por Charnes, Cooper, e Rhodes, [1978] CCR, consiste em definir os outputs (Y) e inputs (X) que devem ser selecionados, sem especificar, à priori, com que pesos devem ser ponderados, e que entram na definição de medida de eficiência, sendo esta determinada para cada unidade de índice zero por:

$$\max \left\{ h_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m \nu_i x_{ij_0}} \mid \right.$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m \nu_i x_{ij}} &\leq 1, & j = 1, \dots, n, \\ \nu_i &> 0, & i = 1, \dots, m, \\ \mu_r &> 0, & r = 1, \dots, s \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

A primeira questão que se coloca é a da definição ou determinação dos pesos  $U_r$  e  $V_i$ . A grande inovação do modelo é que este considera os referidos pesos como incógnitas a determinar pelo próprio modelo. A solução ótima, para cada unidade, formará a combinação de pesos capaz de otimizar a sua medida de eficiência. O conjunto das unidades com valores de eficiência iguais a um poderá ser considerado o conjunto de unidades de referência para as restantes unidades de eficiência inferior a um [Vaz, 1995]. A questão fundamental que nos preocupa é a de, em presença de uma grande variedade de fatores que possam influenciar a eficiência de uma organização, como determinarmos uma medida simples que traduza essa mesma eficiência. Os diversos aspetos do desempenho podem ser abordados por recurso a diferentes modelos designadamente: modelo de eficiência custo, modelo de eficiência de mercado e modelo de determinação do potencial, retirando conclusões do conjunto de informações por eles produzidas [Vaz, 2000]. Estes modelos, que têm aplicações diversas, respondem também a necessidades diversas em termos de objetivos e resultados da análise pretendida [Norman & Stoker, 1991]. O modelo de eficiência custo é relevante para apreciar o uso económico de recursos utilizados na obtenção de determinado output. O modelo de eficiência de mercado tem como objetivo específico avaliar o desempenho do gestor e da unidade no passado recente. O modelo de determinação do potencial é especialmente relevante para estabelecer o potencial de negócio da unidade, particularmente se se questiona, por deficiências, a gestão anterior ou o encerramento do estabelecimento. Banker, Charnes e Cooper [1984] definem ainda um modelo de eficiência técnica. Este modelo considera que a maior eficiência é sempre possível pela forma de uma diminuição dos inputs mantendo o nível de outputs, aumento dos outputs mantendo o nível de inputs, ou as duas situações em simultâneo. Enquanto que, no modelo apresentado em (1), rendimentos à escala constantes, o rácio obtido, para minimização de inputs, é igual ao rácio obtido para maximização de outputs, nos rendimentos variáveis à escala esses dois rácios são diferentes, somando-se uma constante ao output.

$$\begin{aligned}
 & \max \left\{ h_{j_o} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj_o} + C}{\sum_{i=1}^m \nu_i x_{ij_o}} \right\} \\
 & \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj}}{m} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n, \\
 & \sum_{i=1}^m \nu_i x_{ij} \\
 & \nu_i > 0, \quad i = 1, \dots, m, \\
 & \left. \begin{aligned} & \mu_r > 0, \quad r = 1, \dots, s \end{aligned} \right\} \quad (2)
 \end{aligned}$$

A constante (C) define rendimentos crescentes, decrescentes ou constantes à escala. Existem muitos outros modelos de análise DEA, os quais podem ser aprofundados no trabalho de Banker, Cooper, Seiford, Thrall, e Zhu [2004].

### 3.1 Definição da amostra

Para classificar as empresas, quanto à sua dimensão, foram consideradas três variáveis: postos de trabalho, volume de negócios ou o total do ativo líquido, utilizadas pela recomendação da Comissão Europeia de 3 de Abril de 1996 n.º 96/280/CE. Ou seja: postos de trabalho inferiores a 10, volume de negócios ou o ativo total líquido inferior a 2.000.000€. As empresas foram selecionadas de entre um conjunto de 170 empresas, sediadas no interior de Portugal, pertencentes a uma base de dados de um estudo de doutoramento. A escolha teve por base ainda as características semelhantes que as empresas têm entre si, quer em termos de atividade económica, quer em termos geográficos. Deste grupo de empresas foram selecionadas 35, tendo como critério serem consideradas microempresas tendo por base os três critérios anteriormente referidos, terem a estrutura jurídica de sociedades e pertencerem à divisão do CAE 47. A exigência do CAE é fundamental para se garantir a homogeneidade entre as empresas dado que, como refere Moreira [2008], é uma característica muito importante na aplicação da metodologia DEA, uma vez que se trata de uma análise de eficiência relativa e não-paramétrica. Os dados são contabilísticos e foram recolhidos pela declaração IES - Informação Empresarial Simplificada do ano de 2009.

### 3.2 Escolha dos inputs e outputs

As variáveis utilizadas são vendas e prestação de serviços como outputs e ativo não corrente, custo das mercadorias vendidas e matérias consumidas (CMVMC) e postos de trabalho efetivos (PT) como inputs. A escolha destes outputs e inputs teve como base o recurso a informação contabilística, produzida pelas empresas, que os autores reputam de fiável e que satisfazem as exigências do modelo. Para evitar redundância da informação produzida pelas variáveis, elaborou-se o tabela 3 com as correlações dos inputs e outputs. Como se verifica, todas as correlações são estatisticamente significativas, com um grau de significância de 0,01 ou 0,05 não se verificando uma elevada correlação entre os inputs e os outputs

De seguida indica-se alguma informação relativa às empresas, que constituem a amostra e que definem os outputs e inputs, designadamente: Vendas (Y1); Prestação de Serviços (Y2); Ativo não Corrente (X1); Custo das Mercadorias Vendidas (X2) e número de Postos de Trabalho (X3).

### 3.3 Modelo de eficiência custo

Assim, de acordo com a metodologia anterior, considera-se para o modelo de eficiência custo, com vista à determinação da eficiente utilização de recursos, os seguintes fatores<sup>2</sup>:

<sup>2</sup>Para análise dos resultados utilizou-se o software livre EMS: Efficiency Measurement System, Version 1.3.

Tabela 3: Correlações das variáveis

		Vendas	Prestação Serviços	Ativo não Corrente	CMVMC	PT
Vendas (Y1)	Correlação de Pearson	1	0,250	,382*	,980**	,437**
	Sig. (2 extremidades)		0,148	0,024	0,000	0,009
	N	35	35	35	35	35
Prestação Serviços (Y2)	Correlação de Pearson	0,250	1	0,195	0,313	0,160
	Sig. (2 extremidades)	0,148		0,261	0,067	0,359
	N	35	35	35	35	35
Ativo não Corrente (X1)	Correlação de Pearson	,382*	0,195	1	,374*	,348*
	Sig. (2 extremidades)	0,024	0,261		0,027	0,041
	N	35	35	35	35	35
CMVMC (X2)	Correlação de Pearson	,980**	0,313	,374*	1	,379*
	Sig. (2 extremidades)	0,000	0,067	0,027		0,025
	N	35	35	35	35	35
PT (X3)	Correlação de Pearson	,437**	0,160	,348*	,379*	1
	Sig. (2 extremidades)	0,009	0,359	0,041	0,025	
	N	35	35	35	35	35

\*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).  
\*\*. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Tabela 4: Estatística Descritiva

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Vendas (€) (Y1)	35	3.667,00	990.381,00	299.276,91	271.831,17
Prestação Serviços (€) (Y2)	35	0,00	55.666,26	4.147,20	11.688,80
Ativo não Corrente (€) (X1)	35	379,00	372.699,00	59.343,77	77.337,75
CMVMC (€) (X2)	35	2.001,50	959.053,68	239.282,88	246.820,20
PT (unid.) (X3)	35	1	6	2,97	1,40
N válido	35				

Outputs:

Y1 – Vendas, em euros. Representa a venda de mercadorias e de produtos [C. B. Vaz, Camanho, & Guimarães, 2009].

Y2 – Prestação de Serviços, em euros.

Inputs:

X1 – Ativo não corrente, em euros. Representa o ativo não corrente da empresa líquido de depreciações e amortizações [Kao & Hwang, 2010].

X2 – Custo das mercadorias vendidas e das matérias consumidas em euros.

X3 – Postos de Trabalho em quantidade. Representa os postos de trabalhos remunerados e não remunerados afetos à empresa [Moreira, 2008].

O software utilizado no tratamento da informação permite-nos, para a minimização de inputs ou maximização dos outputs, com rendimentos constantes à escala e rendimentos variáveis à escala, a obtenção dos resultados para os dois modelos. O modelo seguido, tem a estrutura convexa, distância radial com orientação no input.

## 4 Resultados

### 4.1 Homogeneidade das Empresas

As empresas constantes da amostra podem considerar-se homogéneas, dado apresentarem atividade idêntica, CAE 47, e usarem meios similares no seu processo produtivo. Para além disso, procura-se comprovar esta homogeneidade analisando o rácio CMVMC/Vendas e Ativo não Corrente/Vendas que refletem, no primeiro caso, o contributo para os resultados designado de complementar da margem bruta e, no segundo caso, a estrutura do ativo não corrente por unidade vendida. Apenas são trabalhados estes dois rácios para permitir a representação gráfica. Pela análise do gráfico 1 verifica-se que, a maior parte das empresas, se encontram concentradas, com exceção das DMUs 1, 10 e 20 e a DMU 26 que não consta no gráfico. No entanto, estas empresas foram mantidas para efeitos de análise, uma vez que, embora apresentem resultados diferentes nada justifica que não sejam incluídas no modelo. Desta forma, a estrutura produtiva das empresas é similar, porquanto para produção de uma unidade de output 1 são consumidas idênticas combinações de input 1 e input 2.

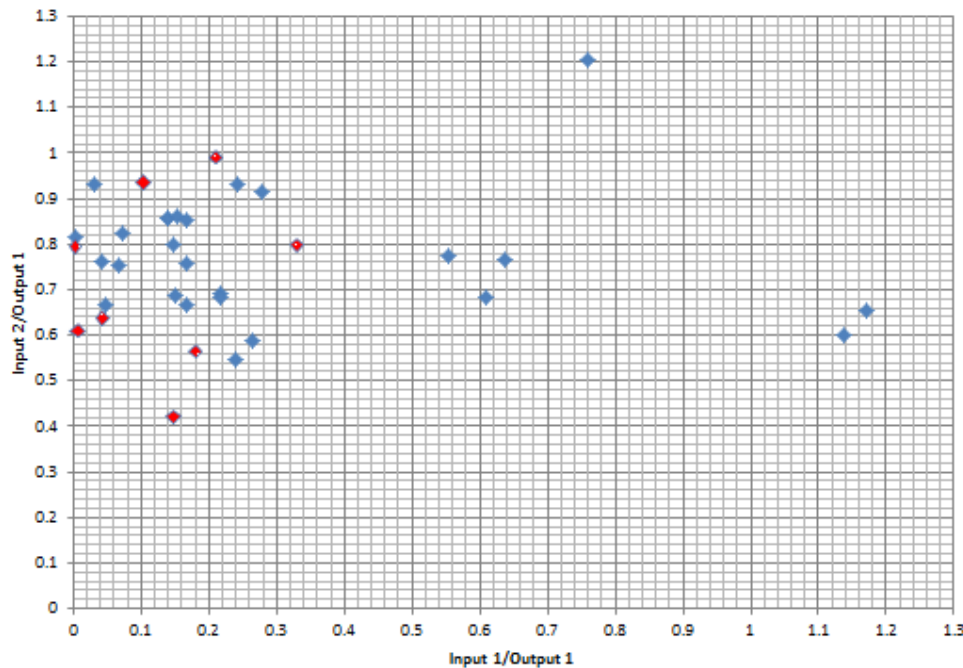


Figura 1: Homogeneidade das Empresas

## 4.2 Rendimentos constantes à escala

Para efeitos de análise, importa detetar as áreas de eficiência. Para tal procede-se à análise dos outputs e inputs virtuais calculados na tabela 5. Trata-se de determinar o produto dos outputs e inputs pelos respetivos pesos. Na tabela 5 a coluna "Benchmarks" indica, para cada unidade ineficiente, as unidades que lhe servem de referência ou padrão, isto é, relativamente às quais ela apresenta um grau mais baixo de realização, para condições idênticas. O sentido que deve ser atribuído às unidades de referência de uma unidade ineficiente é o de que com o mesmo conjunto de pesos que maximizam a função objetivo dessa unidade e que a apontam como ineficiente, as unidades de referência se apresentam eficientes. Os pesos  $\nu_i$  e  $\mu_r$  são os valores que otimizam a função definida para cada unidade. São os parâmetros que para a unidade em avaliação lhe são mais favoráveis. Os pesos, determinados endogenamente, são obtidos para que a unidade respetiva se apresente na sua melhor perspetiva.

Na tabela 5, um valor particular de  $\mu_r$  e  $\nu_i$  representa em que medida o output referido contribui para o seu valor de eficiência, quer a unidade seja ou não eficiente, identificando portanto uma área particular de eficiência. Um valor particular de  $\nu_i x_i$  indica a melhor área de eficiência relativa da unidade na utilização dos recursos. O sentido que deve ser atribuído às unidades de referência de uma unidade ineficiente é o de que, com o mesmo conjunto de pesos que maximizam a função objetivo dessa unidade e que a apontam como ineficiente, as unidades indicadas como de referência apresentam-se como eficientes [Vaz, 2000]. Alguns valores dos pesos apresentam valor zero. A interpretação deste facto é diferente consoante esse peso diz respeito a uma unidade eficiente ou a uma unidade ineficiente. Assim, numa unidade eficiente o valor zero do peso de uma variável significa que a unidade em causa não pode ser padrão de eficiência no valor apresentado por essa variável. Uma unidade eficiente é elemento de referência apenas nos valores atingidos simultaneamente nas variáveis em que os pesos são diferentes de zero. Para as unidades ineficientes o peso zero significa que o desempenho dessa unidade apresenta um desvio no valor atingido por essa variável. Isto porque, uma unidade só é eficiente, relativamente às do grupo mais ou menos homogêneo a que pertence, se, atingindo o valor um na maximização da função objetivo os desvios nos inputs e nos outputs forem simultaneamente todos nulos [Vaz, 2000]. Como exemplo de DMU claramente eficientes veja-se na tabela 6 as DMUs 22 e 35.

## 4.3 Rendimentos variáveis à escala

Verifica-se, pela análise do tabela 7 que a medida de eficiência obtida, considerando rendimentos variáveis à escala, é para as diversas unidades sempre superior, em sentido lato, à obtida pelo recurso à mesma metodologia considerando rendimentos constantes à escala.

Tabela 5: Inputs e Outputs virtuais com Rendimentos Constantes à Escala

DMU	Score	X1 IV	X2 IV	X3 IV	Y1 OV	Y2 OV	Benchmarks
1	80,40%	0,0000	0,7824	0,2176	1,0000	0,0000	14 (0,0604) 22 (0,3114)
2	64,50%	0,0000	0,8253	0,1747	1,0000	0,0000	14 (0,3090) 22 (0,8265)
3	100,00%	0,0000	0,4900	0,5100	1,0000	0,0000	1
4	100,00%	0,0000	0,7823	0,2177	0,8915	0,1085	0
5	100,00%	0,2006	0,0000	0,7994	1,0000	0,0000	1
6	64,50%	0,0000	0,8253	0,1747	1,0000	0,0000	14 (0,3090) 22 (0,8265)
7	100,00%	0,0000	0,0000	1,0000	0,3634	0,6366	1
8	100,00%	1,0000	0,0000	0,0000	0,0268	0,9732	0
9	69,75%	0,0000	0,8966	0,1034	1,0000	0,0000	14 (0,3848) 22 (0,1203)
10	83,34%	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	35 (0,8525)
11	57,45%	0,2083	0,7917	0,0000	1,0000	0,0000	14 (0,0836) 22 (0,9047)
12	85,70%	0,0532	0,0000	0,9468	1,0000	0,0000	14 (1,1701) 23 (0,2583)
13	77,75%	0,0000	0,7944	0,2056	1,0000	0,0000	14 (0,1999) 22 (0,8664)
14	100,00%	0,0186	0,9157	0,0657	1,0000	0,0000	22
15	84,95%	0,0853	0,9147	0,0000	1,0000	0,0000	14 (0,0400) 22 (0,0744)
16	61,85%	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	22 (0,4256)
17	73,67%	0,0000	0,7337	0,2663	1,0000	0,0000	14 (0,0308) 22 (0,3222)
18	70,39%	0,0000	0,7232	0,2768	1,0000	0,0000	14 (0,1019) 22 (1,2548)
19	76,82%	0,0000	0,7813	0,2187	1,0000	0,0000	14 (0,1140) 22 (0,5973)
20	76,58%	0,0000	0,6827	0,3173	1,0000	0,0000	14 (0,0687) 22 (1,8113)
21	71,75%	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	22 (2,0445)
22	100,00%	0,0875	0,9125	0,0000	1,0000	0,0000	22
23	100,00%	0,1645	0,0000	0,8355	1,0000	0,0000	1
24	86,12%	0,0201	0,2252	0,7547	1,0000	0,0000	3 (0,0481) 7 (0,0898) 14 (1,0425)
25	70,97%	0,0000	0,8109	0,1891	1,0000	0,0000	14 (0,0728) 22 (0,2457)
26	77,38%	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	22 (0,0341)
27	75,63%	0,0000	0,9024	0,0976	1,0000	0,0000	14 (0,9034) 22 (0,1575)
28	73,39%	0,1062	0,8938	0,0000	1,0000	0,0000	14 (0,1475) 22 (0,3917)
29	99,17%	0,1242	0,8758	0,0000	1,0000	0,0000	5 (0,6107) 14 (0,0280)
30	68,12%	0,0000	0,8359	0,1641	1,0000	0,0000	14 (0,2746) 22 (0,6099)
31	63,83%	0,0000	0,8842	0,1158	1,0000	0,0000	14 (0,4496) 22 (0,2831)
32	76,79%	0,0000	0,8862	0,1138	1,0000	0,0000	14 (0,9254) 22 (0,5316)
33	73,11%	0,0000	0,8229	0,1771	1,0000	0,0000	14 (0,1706) 22 (0,4752)
34	78,36%	0,0000	0,6388	0,3612	1,0000	0,0000	14 (0,0065) 22 (1,1656)
35	100,00%	0,4209	0,5791	0,0000	0,0000	1,0000	1

Tabela 6: Pesos dos Inputs e Outputs com Rendimentos Constantes à Escala

DMU	Score	X1 IW	X2 IW	X3 IW	Y1 OW	Y2 OW	Benchmarks
1	80,40%	0,0000	0,0000	0,2176	0,0000	0,0000	14 (0,0604) 22 (0,3114)
2	64,50%	0,0000	0,0000	0,0437	0,0000	0,0000	14 (0,3090) 22 (0,8265)
3	100,00%	0,0000	0,0000	0,5100	0,0000	0,0000	1
4	100,00%	0,0000	0,0000	0,0544	0,0000	0,0000	0
5	100,00%	0,0005	0,0000	0,7994	0,0000	0,0000	1
6	64,50%	0,0000	0,0000	0,0437	0,0000	0,0000	14 (0,3090) 22 (0,8265)
7	100,00%	0,0000	0,0000	0,3333	0,0000	0,0000	1
8	100,00%	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0
9	69,75%	0,0000	0,0000	0,0517	0,0000	0,0000	14 (0,3848) 22 (0,1203)
10	83,34%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	35 (0,8525)
11	57,45%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	14 (0,0836) 22 (0,9047)
12	85,70%	0,0000	0,0000	0,1894	0,0000	0,0000	14 (1,1701) 23 (0,2583)
13	77,75%	0,0000	0,0000	0,0685	0,0000	0,0000	14 (0,1999) 22 (0,8664)
14	100,00%	0,0000	0,0000	0,0219	0,0000	0,0000	22
15	84,95%	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	14 (0,0400) 22 (0,0744)
16	61,85%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	22 (0,4256)
17	73,67%	0,0000	0,0000	0,2663	0,0000	0,0000	14 (0,0308) 22 (0,3222)
18	70,39%	0,0000	0,0000	0,0692	0,0000	0,0000	14 (0,1019) 22 (1,2548)
19	76,82%	0,0000	0,0000	0,1093	0,0000	0,0000	14 (0,1140) 22 (0,5973)
20	76,58%	0,0000	0,0000	0,0635	0,0000	0,0000	14 (0,0687) 22 (1,8113)
21	71,75%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	22 (2,0445)
22	100,00%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	22
23	100,00%	0,0000	0,0000	0,2785	0,0000	0,0000	1
24	86,12%	0,0000	0,0000	0,1887	0,0000	0,0000	3 (0,0481) 7 (0,0898) 14 (1,0425)
25	70,97%	0,0000	0,0000	0,1891	0,0000	0,0000	14 (0,0728) 22 (0,2457)
26	77,38%	0,0000	0,0005	0,0000	0,0003	0,0000	22 (0,0341)
27	75,63%	0,0000	0,0000	0,0244	0,0000	0,0000	14 (0,9034) 22 (0,1575)
28	73,39%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	14 (0,1475) 22 (0,3917)
29	99,17%	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5 (0,6107) 14 (0,0280)
30	68,12%	0,0000	0,0000	0,0547	0,0000	0,0000	14 (0,2746) 22 (0,6099)
31	63,83%	0,0000	0,0000	0,0386	0,0000	0,0000	14 (0,4496) 22 (0,2831)
32	76,79%	0,0000	0,0000	0,0228	0,0000	0,0000	14 (0,9254) 22 (0,5316)
33	73,11%	0,0000	0,0000	0,0885	0,0000	0,0000	14 (0,1706) 22 (0,4752)
34	78,36%	0,0000	0,0000	0,1204	0,0000	0,0000	14 (0,0065) 22 (1,1656)
35	100,00%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1

Tabela 7: Inputs e Outputs virtuais com Rendimentos Variáveis à Escala

DMU	Score	X1 IV	X2 IV	X3 IV	Y1 OV	Y2 OV	Benchmarks
1	100,00%	0,0000	0,4173	0,5827	1,0000	0,0000	6
2	65,49%	0,0000	0,9593	0,0407	1,0000	0,0000	4 (0,1800) 14 (0,2598) 22 (0,5602)
3	100,00%	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	2
4	100,00%	0,0000	1,0000	0,0000	0,9538	0,0462	8
5	100,00%	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	1
6	65,49%	0,0000	0,9593	0,0407	1,0000	0,0000	4 (0,1800) 14 (0,2598) 22 (0,5602)
7	100,00%	0,0472	0,0685	0,8844	0,3823	0,6177	0
8	100,00%	1,0000	0,0000	0,0000	0,3045	0,6955	0
9	76,52%	0,0062	0,6078	0,3860	1,0000	0,0000	1 (0,0671) 3 (0,1889) 14 (0,2652) 17 (0,4789)
10	83,65%	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	26 (0,1475) 35 (0,8525)
11	57,48%	0,2369	0,7631	0,0000	1,0000	0,0000	14 (0,0830) 15 (0,0130) 22 (0,9040)
12	100,00%	0,9991	0,0005	0,0004	1,0000	0,0000	0
13	78,54%	0,0000	0,9506	0,0494	1,0000	0,0000	4 (0,0907) 14 (0,1747) 22 (0,7346)
14	100,00%	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	13
15	100,00%	0,3699	0,6301	0,0000	1,0000	0,0000	3
16	75,06%	0,1996	0,5069	0,2935	1,0000	0,0000	15 (0,2380) 17 (0,1439) 22 (0,2632) 26 (0,3549)
17	100,00%	0,1644	0,2527	0,5830	1,0000	0,0000	6
18	75,38%	0,0260	0,9740	0,0000	1,0000	0,0000	4 (0,3850) 14 (0,0095) 22 (0,6055)
19	81,67%	0,0043	0,6296	0,3661	1,0000	0,0000	1 (0,1691) 14 (0,0962) 17 (0,2938) 22 (0,4410)
20	89,68%	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	4 (0,5696) 22 (0,4304)
21	89,68%	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	4 (0,4812) 22 (0,5188)
22	100,00%	0,0723	0,8173	0,1104	1,0000	0,0000	15
23	100,00%	0,2336	0,0000	0,7664	1,0000	0,0000	0
24	100,00%	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	1
25	100,00%	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1 (0,2347) 3 (0,0705) 5 (0,0224) 17 (0,2939) 26 (0,2807) 29 (0,0979)
26	100,00%	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	3
27	75,86%	0,0000	0,9787	0,0213	1,0000	0,0000	4 (0,0754) 14 (0,8835) 22 (0,0411)
28	75,05%	0,1230	0,8770	0,0000	1,0000	0,0000	14 (0,1265) 15 (0,5184) 22 (0,3551)
29	100,00%	0,2817	0,7183	0,0000	1,0000	0,0000	1
30	69,17%	0,0013	0,7094	0,2893	1,0000	0,0000	1 (0,0107) 14 (0,2703) 17 (0,1845) 22 (0,5345)
31	65,44%	0,0000	0,7957	0,2043	1,0000	0,0000	1 (0,4630) 14 (0,4262) 22 (0,1109)
32	80,19%	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	14 (0,9421) 24 (0,0579)
33	78,16%	0,0032	0,6888	0,3079	1,0000	0,0000	1 (0,1457) 14 (0,1529) 17 (0,4441) 22 (0,2574)
34	83,66%	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	4 (0,0949) 22 (0,9051)
35	100,00%	0,4414	0,5586	0,0000	0,0000	1,0000	1

Também o número de unidades eficientes aumentou como seria de esperar. Esta razão prende-se com o facto de o modelo com rendimentos variáveis entrar em linha de conta com a escala. A medida de eficiência obtida pelo modelo em rendimentos constantes é em termos médios de 81,21 % enquanto que, quando se utiliza rendimentos variáveis esse valor é 87,60%. Esta situação vem em resultado do facto de mais empresas atingirem 100% de eficiência quando se usa o modelo variáveis à escala.

## 5 Conclusão

O objetivo inicial deste trabalho é determinar o desempenho das microempresas, do setor do comércio a retalho, ao determinar a eficiência custo, com a preocupação de sintetizar as informações obtidas facilitando uma mais fácil compreensão e análise dos resultados. As empresas nacionais, especialmente as microempresas, enfrentam uma concorrência cada vez mais forte, fruto da conjuntura económica nacional. As questões da eficiência empresarial tornam-se cada vez mais importantes, uma vez que as empresas ineficientes poderão não sobreviver por muito mais tempo. Uma série de estudos têm aplicado a metodologia DEA para diversos setores: setor bancário [Miller & Noulas, 1996]; setor automóvel [Amirteimoori, 2011]; setor do comércio a retalho [Vaz et al., 2009]. Estes estudos à semelhança de muitos outros analisam empresas de grande dimensão. Atendendo às características das empresas em estudo, considera-se o presente trabalho relevante, dado avaliar um grupo de empresas pouco estudado. Não se pretende ser exaustivo na análise da informação obtida, mas tão só evidenciar algumas das potencialidades da metodologia DEA como instrumento de gestão e avaliação de unidade homogéneas. O facto de a metodologia DEA considerar outputs e inputs observados em unidades homogéneas e estabelecer a medida simples da eficiência com base nos resultados e consumo de recursos verificados, revela-se de grande alcance em termos da gestão corrente e da motivação das pessoas envolvidas induzindo credibilidade ao modelo. Ao ser apresentada, para cada unidade ineficiente, a unidade ou unidades de referência, consideradas eficientes é importante para permitir adotar as melhores práticas de gestão. Verificou-se que as empresas em análise apresentam abundância de recursos, nomeadamente ativo não corrente. Uma possível explicação, para este facto, poderá estar relacionada com o tipo de gestão. Neste tipo de empresas a gestão normalmente não é profissional, sendo em muitos casos consideradas empresas familiares [Fernandes & Ussmane, 2012]. Conclui-se, tal como em outros trabalhos, (e.g. Vaz, 1995) que, em ambiente incerto de

concorrência acrescida e global, as organizações públicas ou privadas, para garantirem a eficiência de cada uma das unidades e por esta via vantagens relativas, deverão estar munidas dos instrumentos analíticos que lhes possibilitem o diagnóstico correto que, de forma simples e objetiva, apontem alguns caminhos ou metas com vista a melhorarem o seu desempenho e concomitantemente a sua posição competitiva. Para tal, o recurso à metodologia DEA parece ser um instrumento de particular interesse, não deixando de deverem considerar outras abordagens do desempenho organizacional. Admite-se, no entanto, que a leitura dos resultados deva ser feita com cuidado, não permitindo generalizações uma vez que são apenas 35 empresas. Assim, para permitir uma generalização dos dados propõe-se a elaboração de um trabalho quantitativo, com uma amostra alargada de empresas.

## Referências

- [Amirteimoori, 2011] Amirteimoori, A. (2011). A DEA two-stage decision processes with shared resources. *Central European Journal of Operations Research*, 21(1), 141–151.
- [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.
- [Banker et al., 2004] Banker, Rajiv D., Cooper, W. W., Seiford, L. M., Thrall, R. M., & Zhu, J. (2004). Returns to scale in different DEA models. *European Journal of Operational Research*, 154(2), 345–362.
- [Charnes et al. , 1978] Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
- [Correia et al., 2011] Correia, R., Teixeira, M., & Rebelo, J. (2011). Impacto do marketing e orientação para o mercado na performance económico-financeira nas PME do interior norte de Portugal. *In XXI Jornadas Hispano-Lusas de Gestión Científica*, 1–12.
- [Fernandes & Ussmane, 2012] Fernandes, A. B., & Ussmane, A. M. (2012). Capacidade de Aprendizagem das Empresas Familiares. *XXII Jornadas Luso-Espanholas de Gestão Científica*, 1–21.
- [Hu & Schive, 1998] Hu, M.-W., & Schive, C. (1998). The changing competitiveness of Taiwan's manufacturing SMEs. *Small Business Economics*, (11) 315–326.
- [Jenkins, 2006] Jenkins, H. (2006). Small Business Champions for Corporate Social Responsibility. *Journal of Business Ethics*, 67(3) 241–256.
- [Kao & Hwang, 2010] Kao, C., & Hwang, S. N. (2010). Efficiency measurement for network systems: IT impact on firm performance. *Decision Support Systems*, 48(3) 437–446.
- [Miller et al., 1996] Miller, S. M., & Noulas, A. G. (1996). The technical efficiency of large bank production. *Journal of Banking & Finance*, 20(3) 495–509.
- [Moreira, 2008] Moreira, S. (2008). Análise da eficiência dos hospitais-empresa: uma aplicação da data envelopment analysis. *Boletim Económico - Banco de Portugal*, (Primavera) 127–150.
- [Norman & Stoker, 1991] Michael, N., & Stoker, B. (1991). Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance. NY , EUA: *John Wiley & Sons, Ltd.*
- [Vaz, et al., 2009] Vaz, C. B., Camanho, A. S., & Guimarães, R. C. (2009). Avaliação de desempenho de lojas de retalho utilizando um modelo de Data Envelopment Analysis multi-nível. *14.o Congresso da APDIO*, 227–234.
- [Vaz, 1995] Vaz, M. A. (1995). Eficiência Relativa e Output Potencial: Uma aplicação DEA (Data Envelopment Analysis). *Universidade do Porto*.
- [Vaz, 2000] Vaz, M. A. (2000). Aplicação DEA à Análise da Eficiência de Estações de Correios. Casos de Aplicação da Investigação Operacional. *McGraw-Hil.*, pp. 365-388.
- [Vieira & Novo, 2010] Vieira, E. S., & Novo, A. J. A estrutura de capital das PME: evidência no mercado português. *Centro de Investigação GOVCOPP*, pp. 1-19.