



## **Análise da Eficiência Técnica da Pesca da Ilha Terceira**

Eusébio Marote, Fabíola Gil, Gisele Toste, Tomaz Dentinho

[marote@uac.pt](mailto:marote@uac.pt); [fabiolagil@uac.pt](mailto:fabiolagil@uac.pt); [giseletoste@uac.pt](mailto:giseletoste@uac.pt); [tomazdentinho@uac.pt](mailto:tomazdentinho@uac.pt)

Gabinete de Gestão e Conservação da Natureza, Departamento de Ciências Agrárias,  
Universidade dos Açores

### **Resumo**

A actividade piscatória tem relevância económica para a Região Autónoma dos Açores, representando 5% do emprego e 40% das exportações. O principal alvo na pesca demersal é o goraz (*Pagellus bogaraveo*) devido ao seu elevado valor económico, que representou 28,57%, 39,06% e 27,18% das capturas na Ilha Terceira nos anos 2004, 2005 e 2006, respectivamente. O objectivo deste artigo é estimar a eficiência técnica da actividade piscatória, utilizando um método não paramétrico, o DEA (*Data Envelopment Analysis*), e índices Malmquist.

A eficiência técnica média calculada apresentou valores entre 0,525 e 0,596 a rendimentos constantes à escala (CRS) e entre 0,643 e 0,740 a rendimentos variáveis à escala (VRS), sendo a eficiência de escala de 0,805 e 0,844. O cálculo dos índices Malmquist tiveram uma ligeiríssima diminuição no geral dos seus componentes ao fim do período em análise, sendo que o índice do factor de produtividade total foi de 0.996.

**Palavras-chave:** actividade piscatória; goraz, *Pagellus bogaraveo*; eficiência técnica; *Data Envelopment Analysis*; índice Malmquist.

### **Abstract**

The fishing industry is economically important to the Azores, representing 5% of employment and 40% of exports. The main target in the demersal fishery is the red seabream (*Pagellus bogaraveo*) due to its high economic value, which represented 28.57%, 39.06% and 27.18% of the catch on Terceira Island in the years 2004, 2005 and 2006, respectively. The aim of this paper is to estimate the technical efficiency of

fishing, using a non-parametric method, the DEA (Data Envelopment Analysis) and Malmquist indexes.

The average technical efficiency calculated varied between 0.525 and 0.596 for constant returns to scale (CRS) and between 0.643 and 0.740 for variable returns to scale (VRS) and the scale efficiency varied between 0.805 and 0.844. The calculation of the Malmquist indexes had a slight decrease in the general components at the end of the period in analyses, being that the index of total factor productivity was of 0.996.

**Keywords:** fishing, red seabream, *Pagellus bogaraveo*, technical efficiency, Data Envelopment Analysis, Malmquist index.

## 1. Introdução

A actividade piscatória tem relevância económica para a Região Autónoma dos Açores, representando 5% do emprego e 40% das exportações, segundo dados da Comissão Europeia (2006). A maior parte das capturas são de pesca costeira (7200 toneladas por ano) e a pesca de tunídeos (5200 toneladas por ano). A frota de pesca açoriana é composta 1580 embarcações, das quais 1500 dedicam-se à pesca costeira artesanal, 93% têm menos de 12m e 75% são motorizadas (CE, 2006), sendo considerada uma frota sobretudo artesanal.

Os factores favoráveis a uma pesca sustentável nos Açores são a extensa Zona Económica Exclusiva, que ocupa uma área de um milhão de quilómetros quadrados, e a tradição da pesca artesanal, que é menos intensiva e menos agressiva do que a pesca industrial. Os factores desfavoráveis à pesca sustentável são ausência de plataforma continental, a existência de um ecossistema frágil e a dificuldade em determinar os *stocks*, o que dificulta a calibração da gestão das pescas.

O principal alvo na pesca demersal é o goraz (*Pagellus bogaraveo*), devido ao seu elevado valor económico. Esta espécie representou 28,57%, 39,06% e 27,18% do total das capturas na Ilha Terceira nos anos 2004, 2005 e 2006, respectivamente, e representa em termos de receitas 49,31%, 54,96% e 49,56% do total das capturas na Ilha Terceira para os mesmos anos.

A quota global do goraz para os Açores foi excedida no ano de 2005. Assim, em 2006 foi introduzido pela Portaria n.º 40/2006, de 4 de Maio, um novo regime de gestão das pescas que dividia a quota global por ilha e por embarcação. Os Açores possuem uma quota de 1116 toneladas desta espécie, sendo que a ilha Terceira possui 26,55% desse valor.

O objectivo deste trabalho é estimar a eficiência técnica da actividade piscatória, utilizando um método não paramétrico, a Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*). A DEA será feita assumindo rendimentos constantes à escala (CRS – *Constant Returns to Scale*) e rendimentos variáveis à escala (VRS – *Variable Returns to Scale*) e que envolvem o cálculo da eficiência técnica a CRS, VRS e eficiência de escala, aplicação dos índices Malmquist ao DEA, que são índice TFP (Factor de Produtividade Total) que é calculo das suas componentes índice de alteração tecnológico e de alteração da eficiência técnica a CRS, e também é calculo os índices de alteração da eficiência técnica de VRS e de escala.

## **2. Medição da Eficiência**

### **2.1. Métodos de Medida da Eficiência**

Para medir a eficiência existem métodos paramétricos e não paramétricos. Os primeiros medem uma fronteira estocástica por técnicas econométricas; enquanto que os métodos não paramétricos recorrem à programação linear, de que é exemplo, a DEA, que desenvolvemos em seguida.

A técnica do DEA foi introduzida por Charnes *et al.* (1978) e estima os índices de eficiência técnica, mediante programas de optimização. O objectivo deste método, é obter uma escala que represente a mínima proporção em que se podem reduzir ao mínimo os *inputs* sem reduzir a capacidade de produção de *output*.

### **2.2. O Modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*)**

Na apresentação teórica do modelo DEA, apresentaremos as variantes a rendimentos constantes e a rendimentos variáveis, segundo Coelli (1995).

### Modelo a Rendimentos Constantes

Assume-se que existem  $K$  *inputs* ( $x$ ) e  $M$  *outputs* ( $y$ ) de  $N$  empresas, em que a  $i$ -ésima empresa é representada pelos vectores  $x_i$  e  $y_i$  respectivamente.

Neste modelo considera-se que a eficiência de uma empresa é calculada pela maximização do rácio entre os *outputs* ponderados e os *inputs* ponderados, sujeito à condição de que o rácio para todas empresas seja menor ou igual à unidade. Ou seja:

$$\begin{aligned} &Max_{uy} (u' y_i / v' x_i), \\ &st \quad u' y_j / v' x_j \leq 1, j = 1, 2, \dots, N, \\ &(1) \\ &u, v \geq 0, \end{aligned}$$

Em que

$u' y_i / v' x_i$  é o rácio dos *outputs* ponderados pelos *inputs* ponderados;

$u$  é um vector dos *outputs* ponderados  $M \times 1$ ;

$v$  é um vector dos *inputs* ponderados  $K \times 1$ ;

$N$  corresponde às empresas.

Isto implica encontrar valores para  $u$  e  $v$ , em que a medição da  $i$ -ésima empresa é maximizada e sujeita à condição que todas as medições de eficiência tenham de ser menores ou iguais a um. Um problema com este rácio é que tem uma infinidade de soluções [se  $(u^*, v^*)$  é solução, então  $(\alpha u^*, \alpha v^*)$  é outra solução]. Resolve-se este problema impondo a constante  $v' x_i = 1$ , que nos dá a seguinte equação:

$$\begin{aligned} &Max_{uy} (\mu' y_i), \\ &st \quad v' x_i = 1, \\ &(2) \\ &\mu' y_j - v' x_j \leq 0, j = 1, 2, \dots, N, \\ &\mu, v \geq 0, \end{aligned}$$

em que, para reflectir a transformação da equação, a notação mudou,  $u$  e  $v$  para  $\mu$  e  $\nu$ .



Utilizando a dualidade em programação linear, podemos derivar uma forma equivalente deste problema:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{st} \quad & -y + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{3}$$

onde  $\theta$  é um escalar, e  $\lambda$  é o vector de constantes  $N \times 1$ . Esta é a forma mais usual de resolver a DEA. O valor de  $\theta$  obtido é o valor da eficiência da  $i$ -ésima empresa, esse valor varia entre 0 e 1, em que a unidade representa a empresa eficiente.

#### Modelo a Rendimentos Variáveis

Para resolver o problema a rendimentos variáveis, basta acrescentar à equação anterior a seguinte constante de convexidade:  $N1'\lambda = 1$ . Assim a equação fica:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{st} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & N1'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{4}$$

onde  $N1$  é um vector  $N \times 1$  de uns (1). Os dados ficam mais envolvidos pelas superfícies que interceptam em relação ao modelo CRS. Isto implica que os valores obtidos da eficiência técnica a VRS serão superiores ou iguais aos do CRS.

Até a este momento, deduzimos os modelos orientados a *input*, mas os modelos da orientação a *output* diferem pouco. A seguir, mostramos o modelo a VRS com a orientação *output*:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{\phi, \lambda} \phi, \\ \text{st} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{5}$$



$$x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$N1'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0,$$

em que  $\phi$  é o aumento proporcional de *output* que uma *i*-ésima empresa poderia obter.

### 2.3. Utilização do índice Malmquist com o DEA

Quando temos dados de vários anos das mesmas empresas, podemos utilizar a DEA para calcular os índices Malmquist para medir a alteração da produtividade total, e decompor esta em alteração tecnológica e alteração de eficiência técnica.

Fare *et al.* (1994) especificam um índice Malmquist de alteração produtiva de base *output*:

$$mo(y_{t+1}, x_{t+1} + 1, y_t, x_t) = \left[ \frac{d_o^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_o^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (6)$$

Isto representa a produtividade de produção no ponto  $(x_{t+1}, y_{t+1})$  relativamente à produção no ponto  $(x_t, y_t)$ . Um valor maior que um indica que índice de factor de produtividade total (TFP – Total Factor Productivity) teve crescimento do período *t* para *t*+1. Este índice é a média geométrica de dois índices Malmquist de base *output*. Para calcular a equação 6 temos que calcular as quatro funções distância, o que envolve quatro programas lineares.

Começamos por assumir tecnologia a CRS. A programação linear a CRS de orientação *output* usada para calcular  $d_o^t(x_t, y_t)$  é praticamente idêntica à equação 5, excepto que a restrição de convexidade VRS foi removida e foi incluído uma referência para o tempo.

$$[[d_o^t(x_t, y_t)]]^{-1} = \text{Max}_{\phi, \lambda} \phi,$$

$$st \quad -y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$(7)$$

$$x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0,$$



Os três restantes programas lineares são simples variantes deste:

$$[[d]_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} = \text{Max}_{\phi, \lambda} \phi,$$

$$st \quad -y_{i,t+1} + Y_{t+1}\lambda \geq 0,$$

(8)

$$x_{i,t+1} - X\lambda_{t+1} \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0,$$

$$[[d]_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} = \text{Max}_{\phi, \lambda} \phi,$$

$$st \quad -y_{i,t+1} + Y_t\lambda \geq 0,$$

(9)

$$x_{i,t+1} - X\lambda_t \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0,$$

$$[[d]_0^{t+1}(x_t, y_t)]^{-1} = \text{Max}_{\phi, \lambda} \phi,$$

$$st \quad -y_{it} + Y_{t+1}\lambda \geq 0,$$

(10)

$$x_{it} - X\lambda_{t+1} \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0,$$

Verifica-se que nos programas lineares 9 e 10 os pontos de produção são comparados para determinar alterações tecnológicas em períodos diferentes.

Os quatro programas lineares têm de ser repetidos para cada uma das empresas. Por exemplo se tivermos 20 empresas em 2 períodos no tempo, teremos que calcular 40 programas lineares.

Com esta abordagem também poderemos calcular a alteração da eficiência a VRS e a alteração de eficiência de escala, bastado para tal introduzir nos programas lineares 7 e

8 a restrição de convexidade ( $N1'\lambda = 1$ ). Com esta introdução de dois programas lineares ficamos com  $N(4T-2)$  programas lineares.

## 2.4. Vantagens e desvantagens do DEA

A informação criada pela DEA é detalhada em relação ao uso de *inputs*, sendo um bom utensílio para auxiliar as empresas a melhorar a sua eficiência. A identificação de empresas eficientes numa amostra permite encontrar as empresas que constituirão o *benchmarking*<sup>1</sup>. Adapta-se à existência de vários *outputs* e *inputs*, e não precisa de informação sobre preços. Outra vantagem é a existência de software fácil de usar e analisar, permitindo a utilização do DEA.

Para Coelli (1995), a DEA tem o problema de não levar em conta a possível influência de erro de medição e outros problemas “residuais” nos dados, mas tem a vantagem de não precisar tomar uma decisão arbitrária sobre a forma funcional da fronteira de produção e a forma distribucional de  $u_i$ <sup>2</sup>.

Coelli (1995) refere dois grandes benefícios da estimação da função fronteira, em vez da função média dos mínimos quadrados (OLS – *Ordinary Least Square Regression*), que são:

- a) A estimação de uma função de produção média dará uma ideia da forma da tecnologia duma empresa média. A estimação de uma fronteira será muito influenciada pelas empresas com as melhores performances e assim reflectirá a tecnologia que elas utilizam.
- b) A fronteira de produção representa a melhor tecnologia praticada a partir da qual as empresas eficientes podem ser avaliadas.

Conceptualmente, é difícil separar os efeitos de variáveis ambientais (típicas das técnicas paramétricas), incontroláveis (típicas das técnicas não paramétricas) e erros de medição do efeito de diferenças na gerência das empresas.

---

<sup>1</sup> *Benchmarking* é, para Jaforullah e Whiteman (1999), um procedimento que serve para melhorar o desempenho pela identificação das melhores práticas; a DEA identifica pares de empresas, associando as empresas com as melhores práticas (eficientes) com as que não tem melhores práticas (ineficientes). Em suma correspondem às empresas referência ou padrão.

<sup>2</sup> É uma variável não negativa que representa a ineficiência na produção.

À medida que o número de variáveis (*outputs* e *inputs*) aumenta, também aumenta a probabilidade de que existam empresas de maior eficiência em algumas combinações *input/output*. Isto significa, que com o mesmo número de empresas, se aumentarmos o número de variáveis, a eficiência terá tendência a aumentar.

Uma forma de minimizar este problema é sugerida por Charnes e Cooper (1990, referidos por Suhariyanto, 1999) que consideram que para a DEA distinguir empresas eficientes, o número de empresas tem de ser pelo menos três vezes superior ao número de variáveis. Ao restringir o número de variáveis pela análise da sua importância para as empresas, eliminam-se as variáveis pouco significativas.

### 3. Material e Métodos

Neste trabalho utilizaram-se dados relativos às pescas nos portos da Ilha Terceira recolhidos junto da Associação de Armadores da Ilha Terceira, por inquérito realizado a armadores, e cedidos pela Lotaçor, S.A. Os dados cobrem as capturas por espécie e por embarcação, as características das embarcações (comprimento fora-a-fora, arqueação bruta, potência do motor) e o número de saídas.

Tendo em conta os objectivos definidos, decidimos analisar os últimos quatro anos das séries de dados da lota sobre capturas que são 2004, 2005, 2006 e 2007.

Os critérios de selecção das embarcações a incluir no estudo foram os seguintes: terem actividade piscatória (no mínimo de 10 entregas em lota em cada ano da análise) e termos informação sobre as suas características. Obtivemos assim 42 embarcações.

#### Quadro 1. Caracterização das embarcações em análise

Características das embarcações	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Comprimento fora-a-fora (m)	8,76	2,61	15,78	3,70
Arqueação Bruta (t)	5,85	7,41	34,86	0,34
Potência do motor (kW)	62,82	44,16	175,30	7,83

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Associação de Armadores da Ilha Terceira e de inquéritos.

Tirando partido da vantagem que a DEA oferece de utilizar *outputs* múltiplos, consideramos 4 *inputs* e 5 *outputs* e no modelo. Os *inputs* foram as características das embarcações (comprimento fora-a-fora, arqueação bruta, potência do motor e número de saídas) e os *outputs* foram as capturas do goraz, peixão (mesma espécie mas com valor comercial muito inferior), cherne, boca negra e outras espécies. Esta divisão é útil visto que a quantidade de espécies diferentes capturadas por embarcações é elevada,

sendo que a seguir ao goraz as duas espécies mas capturadas são o cherne e a boca negra e as restantes espécies individualmente representam menos de 5% do total de capturas, pelo que foram agrupadas.

#### **Quadro 2.** Percentagens das capturas anuais médias das embarcações em estudo

<i>Outputs</i>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Goraz	13,22%	23,24%	15,93%	11,99%
Peixão	31,06%	30,25%	29,45%	28,10%
Cherne	6,94%	5,84%	10,56%	12,13%
Boca Negra	9,85%	4,84%	7,73%	9,09%
Outras capturas	38,93%	35,84%	36,33%	38,69%

Fonte: elaboração própria a partir de dados da Lotaçor, S.A.

## **4. Resultados e Discussão**

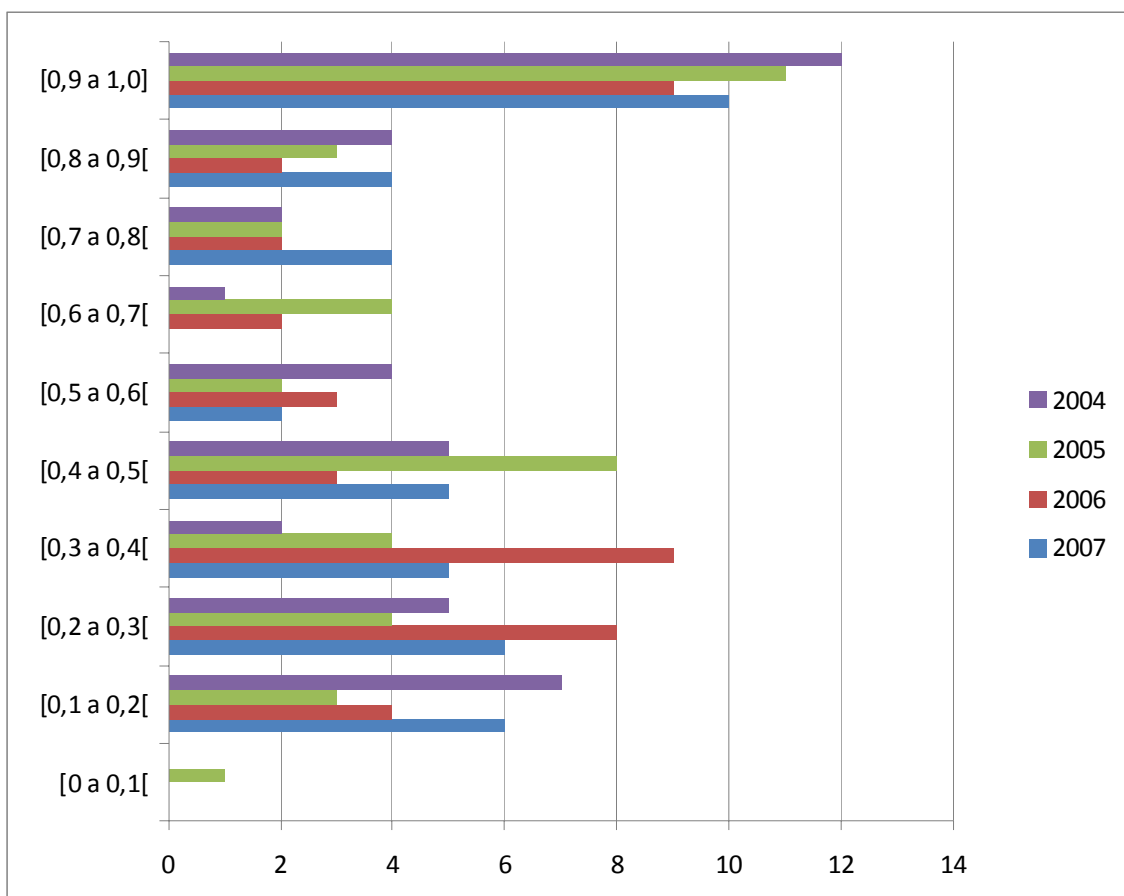
No Quadro 3 é apresentada a eficiência média das embarcações a CRS. Esta apresenta valor ligeiramente menor que em outros estudos e apresenta acentuada descida de 2005 para 2006.

#### **Quadro 3.** Eficiência técnica a CRS nos quatro períodos em análise

<b>Eficiência a CRS</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Média	0,588	0,596	0,525	0,562
Desvio padrão	0,331	0,305	0,305	0,328
Mínimo	0,119	0,080	0,139	0,115
Nº de eficientes	11	10	8	9
Nº de eficientes sempre eficientes	6			

Fonte: elaboração própria.

O valor do desvio padrão é sempre superior a 0,3, indicando uma grande heterogeneidade na eficiência a CRS, existindo um número considerável de explorações com baixos valores de eficiência (Figura 1). Isso significa que essas embarcações podem melhorar muito a sua eficiência. Existem 6 (14,29%) embarcações eficientes a CRS em todos os períodos que podem ser usadas no procedimento de *benchmarking*.



**Figura 1.** Distribuição das embarcações por intervalos de eficiência técnica a CRS.

Fonte: elaboração própria.

Como se pode observar na Figura 1, a moda para todos os períodos em análise é a mesma, correspondendo ao intervalo [0,9 a 1,0]; apenas o ano de 2006 tem duas modas, correspondendo ao intervalo [0,3 a 0,4]. Note-se ainda que praticamente todos os intervalos têm observações em todos os períodos, sendo que existe um número considerável de embarcações pouco eficientes nos intervalos inferiores ao intervalo [0,4 a 0,5[, correspondendo a 14 (33,33%) em 2004, 12 (28,57%) em 2005, 21 (50,00%) em 2006 e 17 (40,48%) em 2007, sendo o ano 2005 o que apresenta menos embarcações nestes intervalos.

Os intervalos de eficiência razoável de [0,5 a 0,8[ mostram poucas embarcações em todos os períodos em análise, correspondendo entre 6 (14,29%) e 8 (19,05%) embarcações. Podemos concluir que existe um grande número de embarcações que podem melhorar em muito a sua eficiência técnica a CRS, e que existe um número razoável de embarcações com muito boa eficiência técnica a CRS que podem ser usadas para *benchmarking* das embarcações ineficientes.

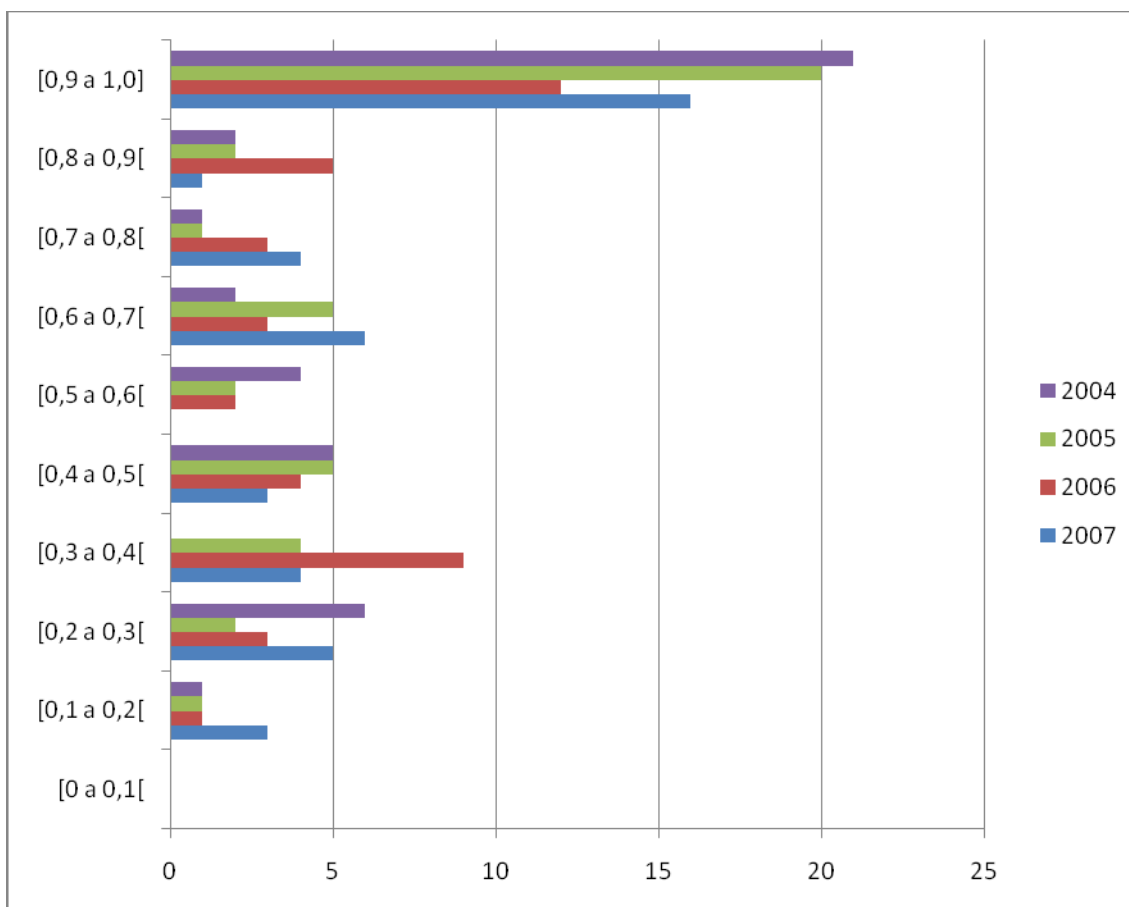
Como seria de esperar a eficiência média a VRS é superior à eficiência média a CRS (Quadro 4) e também o número de embarcações eficientes a VRS é superior em todos os períodos (Figura 2). É de notar uma descida considerável da eficiência média a VRS de 2005 para 2006, bem como do número de embarcações eficientes de 17 (40,48%) para 12 (28,57%).

**Quadro 4.** Eficiência Técnica a VRS nos quatro períodos em análise

<b>Eficiência a VRS</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Média	0,725	0,740	0,643	0,665
Desvio padrão	0,302	0,284	0,289	0,315
Mínimo	0,171	0,122	0,190	0,143
Nº de eficientes	17	18	12	15
Nº de eficientes sempre eficientes	9			

Fonte: Elaboração própria.

O valor de eficiência a VRS é muito heterogéneo para as embarcações em estudo, já que o valor do desvio padrão é sempre superior a 0,28, o que é facilmente observável na Figura 2.



**Figura 2.** Distribuição das embarcações por intervalos de eficiência técnica a VRS

Fonte: elaboração própria.



Como se pode observar na Figura 2, a moda para todos os períodos em análise é a mesma, correspondendo ao intervalo [0,9 a 1,0]. Nota-se ainda que praticamente todos os intervalos têm observações em todos os períodos, sendo que existe um número considerável de embarcações pouco eficientes nos intervalos inferior ao intervalo [0,4 a 0,5[, correspondendo a 7 (16,67%) em 2004, 7 (16,67%) em 2005, 13 (30,95%) em 2006 e 12 (28,57%) em 2007. Os anos 2004 e 2005 apresentam menos embarcações nestes intervalos.

Os intervalos de eficiência razoável de [0,5 a 0,8] mostram poucas embarcações em todos os períodos em análise, correspondendo a 7 (16,67%) em 2004, 8 (19,05%) em 2005, 8 (19,05%) em 2006 e 10 (23,81%) em 2007. Podemos concluir que existe um grande número de embarcações que podem melhorar em muito a sua eficiência técnica a VRS, e que existe um grande número de embarcações com muito boa eficiência técnica a VRS que podem ser usadas para *benchmarking* das embarcações as ineficientes.

#### **Quadro 5.** Eficiência técnica de escala nos quatro períodos em análise

<b>Eficiência de Escala</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Média	0,805	0,810	0,814	0,844
Desvio Padrão	0,241	0,235	0,213	0,213
Mínimo	0,119	0,177	0,182	0,129
Nº de embarcações de eficientes	11	10	8	9
Nº de embarcações a DRS <sup>3</sup> .	2	2	0	1
Nº de embarcações a IRS <sup>4</sup> .	29	30	34	32
Nº de eficientes sempre eficientes	6			

Fonte: elaboração própria.

A eficiência técnica de escala média apresenta valores superiores as eficiências anteriores, mas ainda assim o número de embarcações eficientes é igual ao número de embarcações eficientes a CRS e tem subido de ano para ano. Praticamente todas as explorações que não são eficientes podem melhorar a sua eficiência aumentando os rendimentos crescentes à escala.

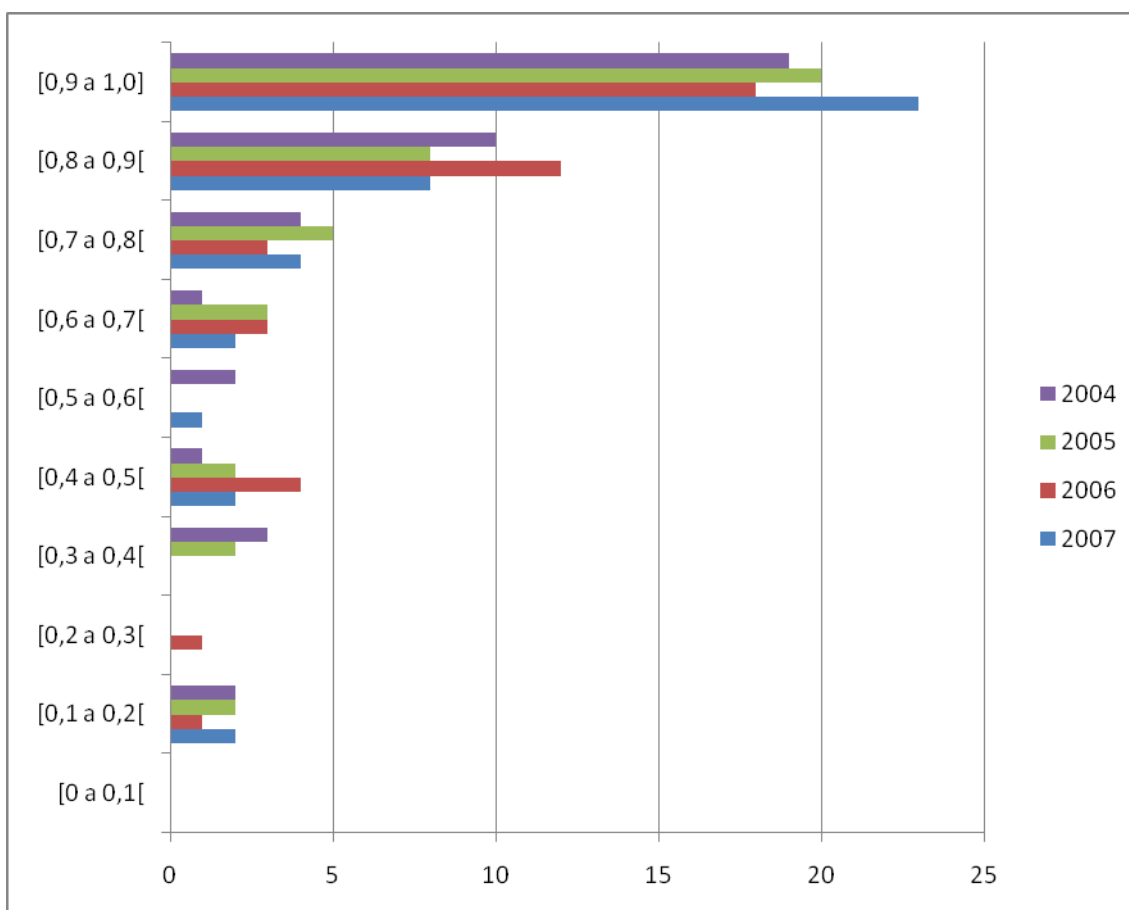
Como se pode observar na Figura 3, a moda para todos os períodos em análise é a mesma, correspondendo ao intervalo [0,9 a 1,0]. É de notar ainda que quase todos os intervalos têm observações em todos os períodos, sendo que existe um número baixo de embarcações pouco eficientes em escala, nos intervalos inferior ao intervalo [0,4 a 0,5] correspondendo a 5 (11,90%) em 2004, 4 (9,52%) em 2005, 2 (4,76%) em 2006 e 2

<sup>3</sup>DRS – Decreasing Returns to Scale (rendimentos decrescentes à escala).

<sup>4</sup>IRS – Increasing Returns to Scale (rendimentos crescentes à escala).

(4,76%) em 2007. Os anos 2006 e 2007 apresentam menos embarcações nestes intervalos.

Os intervalos de eficiência razoável de  $[0,5 \text{ a } 0,8]$  mostram poucas embarcações em todos os períodos em análise, correspondendo a 7 (16,67%) em 2004, 8 (19,05%) em 2005, 6 (14,29%) em 2006 e 7 (16,67%) em 2007. Podemos concluir que existe um considerável número de embarcações que podem melhorar em muito a sua eficiência técnica de escala e que existe um grande número de embarcações com muito boa eficiência técnica a que podem ser usadas para *benchmarking* das embarcações as ineficientes.



**Figura 3.** Distribuição das embarcações por intervalos de eficiência de escala

Fonte: elaboração própria.

Do Quadro 6 podemos concluir que o índice TPF apresenta crescimento na maioria das embarcações 29 (69,05%) em 2005, sendo a componente que mais cresceu a alteração tecnológica. Nesse ano, as capturas do goraz foram bastante superiores ao ano anterior.



#### Quadro 6. Resultado da aplicação dos índices Malmquist para 2005

Ano 2005	Média geométrica	Número de embarcações		
		Crescimento	Decrescimento	Constante
Alteração de eficiência a CRS	1,051	19	14	9
Alteração de eficiência a VRS	1,043	15	12	15
Alteração de eficiência de escala	1,007	15	18	9
Alteração tecnológica	1,218	37	5	0
Índice TPF	1,280	29	13	0

Fonte: elaboração própria.

Do Quadro 7 podemos concluir que o índice TPF decresceu em 2006 e que apenas a alteração de eficiência de escala cresceu muito ligeiramente (1,02). O índice TPF diminuiu na maioria das embarcações 31 (73,81%), as suas componentes decresceram de forma igual. As capturas do goraz decresceram neste ano em que foram introduzidas as quotas por embarcação.

#### Quadro 7. Resultado da aplicação dos índices Malmquist para 2006

Ano 2006	Média geométrica	Número de embarcações		
		Crescimento	Decrescimento	Constante
Alteração de eficiência a CRS	0,874	12	23	7
Alteração de eficiência a VRS	0,857	6	25	11
Alteração de eficiência de escala	1,020	22	13	7
Alteração tecnológica	0,838	9	33	0
Índice TPF	0,732	11	31	0

Fonte: Elaboração própria.

Do Quadro 8 podemos concluir que o índice TPF cresceu ligeiramente em 2007 e que apenas uma das suas componentes desceu muito ligeiramente (0,998). O índice TPF cresceu na maioria das embarcações 22 (52,38%), sendo que as suas componentes cresceram muito ligeiramente, de forma igual. Neste ano verificou-se um ligeiro aumento das capturas do goraz em relação ao ano anterior.

#### Quadro 8. Resultado da aplicação dos índices Malmquist para 2007

Ano 2007	Média geométrica	Número de embarcações		
		Crescimento	Decrescimento	Constante
Alteração de eficiência a CRS	1,029	17	19	6
Alteração de eficiência a VRS	0,998	15	18	9
Alteração de eficiência de escala	1,031	21	15	6
Alteração tecnológica	1,026	25	17	0
Índice TPF	1,056	22	20	0

Fonte: elaboração própria.

Do Quadro 9 podemos concluir que o índice TPF sofreu muito pouca alteração ao fim dos 4 anos estudados, tendo decrescido na maioria das embarcações 24(57,14%). A média final mostra um ligeiríssimo declínio, sendo que as suas componentes têm

valores ligeiramente diferentes, um ligeiramente crescente e o outro ligeiramente decrescente. A alteração de eficiência a VRS sofreu ligeiro decréscimo.

**Quadro 9.** Resultado da aplicação dos índices Malmquist valor médios no final dos 4 anos

Anos 2004 a 2007	Média geométrica	Número de embarcações		
		Crescimento	Decrescimento	Constante
Alteração de eficiência a CRS	0,981	13	22	7
Alteração de eficiência a VRS	0,963	9	21	12
Alteração de eficiência de escala	1,019	19	15	8
Alteração tecnológica	1,015	28	14	0
Índice TPF	0,996	18	24	0

Fonte: elaboração própria.

## 5. Conclusão

As embarcações de pesca apresentam um valor médio de eficiência técnica razoável e níveis de eficiência muito heterogéneos com número considerável de embarcações eficientes ou próximos da eficiência e outras pouco eficientes. O *benchmarking* será a melhor forma de melhorar a eficiência técnica das embarcações ineficientes.

Da aplicação dos índices Malmquist conclui-se que no final do período em análise a média geométrica do índice TPF desceu muito ligeiramente (0,996). Na análise anual verificam-se que índice TPF teve duas variações significativas da média geométrica de 2004 para 2005 cresceu (1,280), decrescendo em seguida em 2006 (0,732). O facto mais relevante nesses anos foi o grande aumento da captura do goraz de 2004 para 2005 em que a quota de pesca nos Açores foi ultrapassada, sendo que em 2006 foi estabelecido quotas individuais por ilha e embarcação, ocorrendo uma descida nessa captura.

## Agradecimentos

Este trabalho foi executado com apoio financeiro da DRCT através do projecto M2.1.2/I/003/2006 – Gestão do Desenvolvimento Sustentável em Comunidades Piscatórias. Foi também parcialmente apoiado pelo FSE através do POCI 2010 (bolsa de doutoramento SFRH/BD/19852/2004). Os autores agradecem a colaboração dos respondentes ao inquérito e do Departamento de Oceanografia e Pescas pela gentil colaboração.

## Bibliografia

- Charnes, A., Cooper, W.W. e Rhodes, E. (1978), “Measurement the efficiency of decision making units” in European Journal of Operational Research, Vol. 2, pp. 429-444.
- Coelli, T. (1995), “Recent Developments in Frontier Modelling and Efficiency Measurement” in Australian Journal of Agricultural Economics, Vol. 39, nº 3, pp. 219-245.
- Coelli, T. (1996), “A guide to DEAP Versión 2.1: A Data Envelopment Analysis Computer Program”, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, Department of Econometrics, University of New England. Armidale. Australia.
- Comissão Europeia (2006), Factos – Açores, [http://ec.europa.eu/fisheries/publications/outermost\\_regions\\_acores\\_pt.htm](http://ec.europa.eu/fisheries/publications/outermost_regions_acores_pt.htm), consultada em 2 de Janeiro de 2009.
- Farrell, M.J. (1957), “The Measurement of Productivity efficiency” in Journal of the Royal Statistical Society (Series A), Vol. 120, Parte III, pp. 253-290.
- Pascoe, S., Tingley, D. e Mardle, S. (Eds) (2003), Multi-output measures of technical efficiency in EU fisheries, CEMARE Report 62, CEMARE, University of Portsmouth, Reino Unido.
- Portaria n.º 40/2006, de 4 de Maio. Estabelece um novo regime de quotas para o goraz. Jornal Oficial da Região Autónoma dos Açores nº 18/2006 – I Série. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar.
- Silva, E., Berbel, J. e Arzubi, A. (2002). Análisis no Parametrico de eficiencia en las Explotaciones Lecheras de las Azores a partir de Datos RICA-A. IV Congreso de la Asociación Española de Economía Agraria y Recursos Naturales: Nuevos Enfoque y Perspectivas, Pamplona, Espanha.
- Silva, E. (2001), Análisis de la Eficiencia Económica de las Explotaciones Agroganaderas de las Azores (Portugal), Tese de doutoramento. Universidad de Córdoba.
- Souza J., Branco G. e Valle-Flor, J. (1984), Dicionário de Economia e Gestão. Livraria Chardron de Lello & Irmão Editores. Porto.

Surharyanto (1999), Productivity Growth efficiency and Technical Changes in Asian Agriculture: A Malmquist Index Analysis, Tese de doutoramento, University of Reading.