



RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

**SELECTIVIDADE EM SACOS DE REDES DE ARRASTO
PARA SEIS ESPÉCIES DE PEIXES,
NA COSTA SUDOESTE PORTUGUESA**

Beatriz Mendes, Paulo Fonseca e Aida Campos



2004

11



Os **RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS DO IPIMAR** destinam-se a uma divulgação rápida de resultados preliminares de carácter científico e técnico, resultantes de actividades de investigação e de desenvolvimento e inovação tecnológica. Esta publicação é aberta à comunidade científica e aos utentes do sector, podendo os trabalhos serem escritos em português, em francês ou em inglês.

A **SÉRIE COOPERAÇÃO** destina-se, primordialmente, à divulgação de trabalhos realizados com países terceiros no âmbito de programas de cooperação.

A **SÉRIE DIGITAL** destina-se a promover uma consulta mais diversificada e expedita dos trabalhos na área da investigação das pescas e do mar.

Edição

IPIMAR
Avenida de Brasília
1449-006 LISBOA
Portugal

Corpo Editorial

Francisco Ruano - Coordenador
Fátima Cardador
Irineu Batista
Manuela Falcão
Teresa Monteiro

Edição Digital

Anabela Farinha/Irineu Batista

As instruções para os autores estão disponíveis no "site" do IPIMAR www.wipimar.pt ou podem ser solicitadas aos membros do Corpo Editorial desta publicação.

Capa

Lúís Catalan

ISSN

1645-863X

Todos os direitos reservados.

SELECTIVIDADE EM SACOS DE REDES DE ARRASTO PARA SEIS ESPÉCIES DE PEIXES, NA COSTA SUDOESTE PORTUGUESA

Beatriz Mendes, Paulo Fonseca, Aida Campos

INIAP/IPIMAR - Departamento de Tecnologia da Pesca e Prospecção

Av. Brasília 1449-006 Lisboa, Portugal

Recebido em 2003 - 06 - 06

Accite em 2004 - 02 - 04

RESUMO

O conhecimento da selectividade das artes de pesca é fundamental na gestão das pescarias. Neste trabalho estudaram-se as características selectivas dos sacos das redes de arrasto para seis espécies de peixes na costa sudoeste Portuguesa. Cinco destas espécies (faneca, *Trisopterus luscus*; boga, *Boops boops*; choupa, *Spondyliosoma cantharus*; cavala, *Scomber japonicus*; salmonete, *Mullus surmuletus*) são características da associação de espécies da plataforma continental e uma delas (carapau-negrão, *Trachurus picturatus*) é característica da zona inferior do talude continental. Foram testados sacos com três malhagens e duas configurações diferentes da malha (65, 70 e 80 mm losangular e 65 mm quadrada). As proporções de retenção observadas foram apresentadas em função do comprimento total e ajustadas por diferentes modelos (logit, probit, log-log, c-log-log e Richards), tendo sido escolhido o modelo ao qual correspondeu o menor valor de AIC (Akaike's Information Criterion). Para a boga foram estimados parâmetros de selecção para as malhagens de 65 e 80 mm losangulares (L_{50} de 14,4 e 18,7 cm, e FS de 2,2 e 2,3, respectivamente). No caso do carapau-negrão, obtiveram-se parâmetros de selecção para a malha de 65 mm quadrada (L_{50} 31,3 cm e FS de 4,8) e para as malhas de 70 e 80 mm losangulares (L_{50} 18,9 e 22,4 cm, e FS de 2,7 e 2,8, respectivamente). Para a cavala os parâmetros de selecção foram estimados somente para a malhagem de 70 mm (L_{50} 19,2 cm e FS de 2,7), e para a faneca e o salmonete somente para a malha quadrada (L_{50} 21,9 e 22,6 cm, e FS de 3,4 e 3,5, respectivamente). É evidenciada a dificuldade de gerir uma pescaria multiespecífica apenas com base na malhagem do sacco.

Palavras chave: arrasto, malhagem, configuração da malha, selectividade do sacco, *Trisopterus luscus*, *Boops boops*, *Spondyliosoma cantharus*, *Trachurus picturatus*, *Scomber japonicus*, *Mullus surmuletus*.

ABSTRACT

Title: Cod end selectivity for six fish species of the Portuguese southwest coast. The knowledge of the selectivity of fishing gears is essential in the management of the fisheries. The cod end selectivity was studied for six species of fish (pouting, *Trisopterus luscus*; bogue, *Boops boops*; black sea bream, *Spondyliosoma cantharus*; blue jack mackerel, *Trachurus picturatus*; chub mackerel, *Scomber japonicus*; striped red mullet, *Mullus surmuletus*) in the Portuguese southwest coast. Four different mesh size and configuration cod ends were used in the surveys (65, 70 and 80 mm diamond mesh and 65 mm square mesh). The retention proportions were presented as a function of the total length and different models (logit, probit, log-log, c-log-log and Richards) were fitted to the data. The model with the lowest AIC (Akaike's Information Criterion) was chosen as the most appropriate. For the bogue, selectivity parameters were estimated for the 65 and 80 mm diamond mesh size cod ends (L_{50} 14.4 and 18.7 cm, and SF 2.2 and 2.3, respectively). For the blue jack mackerel, selectivity parameters were estimated for the 65 mm square cod end (L_{50} 31.3 cm and SF equal to 4.8) and for the 70 and 80 mm diamond mesh size cod ends (L_{50} 18.9 and 22.4 cm, and SF 2.7 and 2.8, correspondingly). For chub mackerel, selectivity parameters were estimated for the 70 mm cod end (L_{50} 19.2 cm and SF 2.7). For the pouting and the striped red mullet, selectivity parameters were estimated for the square mesh cod end (L_{50} 21.9 and 22.6 cm, and SF 3.4 and 3.5, respectively). The difficulty of managing a multi-species fishery based only in cod end mesh size is evidenced.

Keywords: trawl, mesh size, mesh configuration, cod end selectivity, *Trisopterus luscus*, *Boops boops*, *Spondyliosoma cantharus*, *Trachurus picturatus*, *Scomber japonicus*, *Mullus surmuletus*.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MENDES, B.; FONSECA, P.; CAMPOS, A., 2004. Selectividade em sacos de redes de arrasto para seis espécies de peixes, na costa sudoeste portuguesa. *Relat. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital* (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>) n.º 11, 19 p.

INTRODUÇÃO

Ao longo da última década, vários estudos têm vindo a ser desenvolvidos no âmbito do conhecimento das características selectivas das artes de pesca, nomeadamente das redes de arrasto, na costa continental portuguesa (p. ex., Fonseca *et al.*, 2000; Campos e Fonseca, 2003; Campos *et al.*, 2003a, b). Campos e Fonseca (2003) estimaram a selectividade do carapau, da pescada e do besugo, as três espécies mais capturadas ao longo da costa sudoeste entre Sesimbra e Arrifana, na área correspondente à associação de espécies da plataforma continental tal como definida por Gomes *et al.* (2001). Para uma melhor compreensão do padrão de captura de outras espécies capturadas em menores quantidades, algumas igualmente importantes do ponto de vista comercial, apresentam-se os resultados obtidos para cinco outras espécies: a faneca (*Trisopterus luscus*), a boga (*Boops boops*), a choupa (*Spondyliosoma cantharus*), a cavala (*Scomber japonicus*) e o salmonete (*Mullus surmuletus*), capturadas na plataforma continental. Foi caracterizada igualmente a selectividade para o carapau-negrão (*Trachurus picturatus*) capturado na zona do talude a profundidades superiores a 200 m.

MATERIAL e MÉTODOS

Área de trabalho, embarcação e artes

A experiência decorreu a bordo do navio de investigação “Noruega”, do INIAP/IPIMAR. Os resultados aqui apresentados dizem respeito a 95 lances realizados ao longo da costa sudoeste portuguesa, entre Sesimbra e a Arrifana, nos meses de Maio e Agosto de 1992, a profundidades compreendidas entre 45 e 100 m aproximadamente, na plataforma continental, e 200 e 385 m no talude (Fig. 1). Cada lance teve a duração de 60 minutos, tendo a velocidade média de arrasto sido de 3,5 nós.

Foram testados 4 sacos, com diferentes malhagens e/ou configuração da malha (65, 70 e 80 mm losangular e 65 mm quadrada), todos do mesmo material (fio simples, entrançado, de polietileno) e com 10 m de comprimento (Fig. 2). Dos 95 lances efectuados, 18 foram com

malha quadrada de 65 mm, 22, 25 e 30 com malha losangular de 65, 70 e 80 mm, respectivamente.

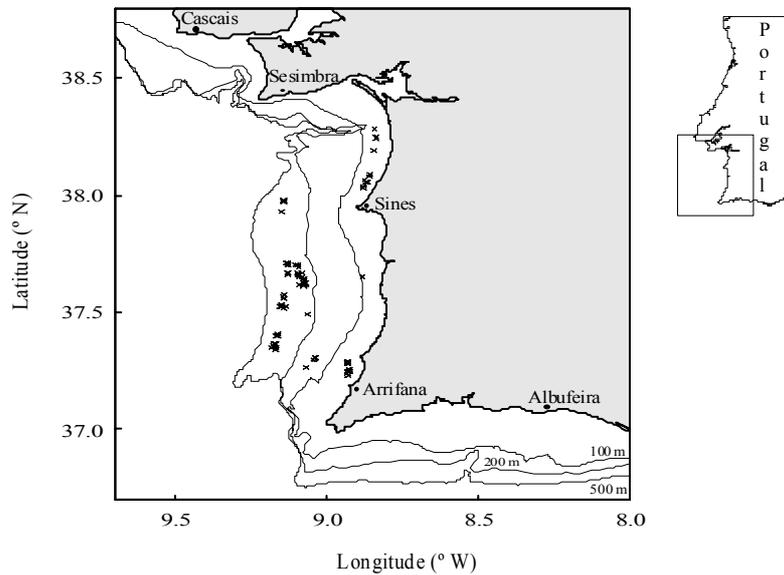


Figura 1 – Costa sudoeste Portuguesa, localização dos lances.

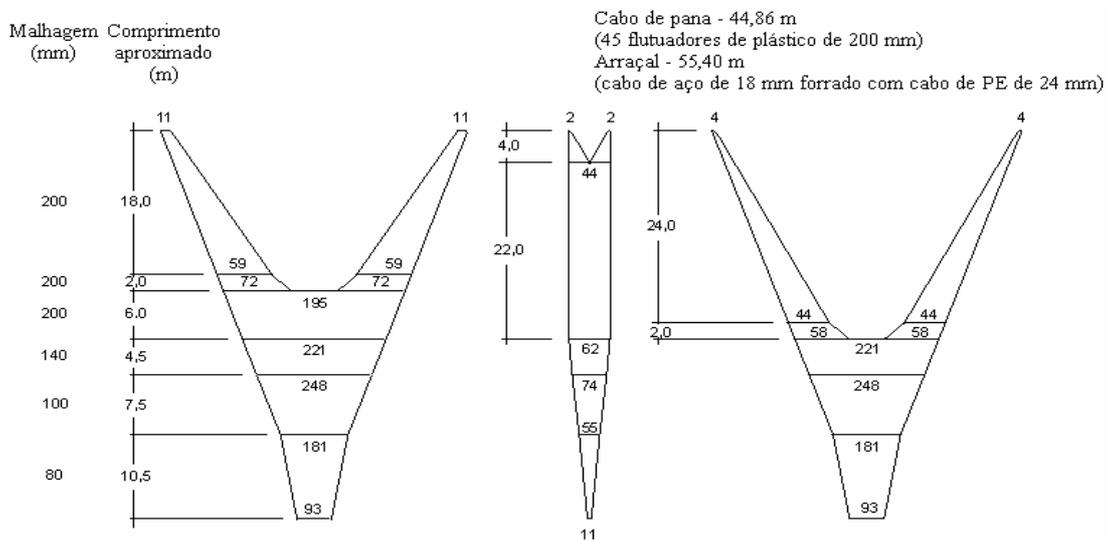


Figura 2 – Plano técnico da rede (adaptado de Campos e Fonseca, 2003).

Método experimental

A utilização do método do saco coberto é comum no estudo da selectividade nas artes de arrasto, especialmente em pescarias onde é usada uma única rede (Wileman *et al.*, 1996). Não

obstante este método permitir estimar directamente a selectividade, pois os indivíduos que escapam ficam retidos na cobertura, a utilização de uma malha de pequena dimensão pode obstruir as malhas do saco ou restringir o fluxo de água através das malhas. Assim, para que a selectividade não seja subestimada, é necessário que a cobertura não condicione o movimento dos peixes, permitindo a sua fuga. A cobertura utilizada foi construída de acordo com as recomendações de Stewart e Robertson (1985), *i.e.*, com comprimento e largura 1,5 vezes superior às dimensões do saco, apresentando um comprimento de 14 m e uma malhagem de 20 mm de fio simples, torcido, de poliamida.

Amostragem e espécies analisadas

Analisaram-se as capturas do saco e da cobertura em separado, determinando primeiramente o seu peso total em ambos os compartimentos. Posteriormente, identificaram-se as espécies e registou-se o peso total e o número de indivíduos. As espécies de interesse comercial e algumas espécies que constituem as rejeições, cuja captura foi significativa (p. ex., verdinho), foram amostradas por classe de comprimento. Nos lances em que a captura num dos compartimentos foi elevada recorreu-se a uma sub-amostragem à qual correspondia um determinado factor de ampliação. O comprimento total foi medido ao centímetro inferior. No presente estudo, foram analisadas as capturas das seis espécies mencionadas anteriormente.

Análise dos dados

A curva de selecção de uma determinada malhagem para uma dada espécie é caracterizada pelos parâmetros de selecção. Os parâmetros estimados foram: L_{25} , L_{50} e L_{75} , comprimentos correspondentes às probabilidades de retenção de 25, 50 e 75 % dos indivíduos que entram no saco (L_{50} constitui uma medida básica de selectividade de uma rede de arrasto por fornecer uma informação prática sobre o comprimento médio seleccionável pela arte); o intervalo de selecção, IS , corresponde à diferença entre L_{25} e L_{75} , representando uma medida de inclinação da curva de selecção; e o factor de selecção, FS , é a razão entre L_{50} e a malhagem do saco (L_{50}/m). Estes valores podem ser estimados a partir dos parâmetros das curvas de selecção Logística e Normal Cumulativa (curvas simétricas) ou de Gompertz, Complementar-log-log e de Richards (curvas assimétricas) (Wileman *et al.*, 1996). As expressões referentes às diferentes curvas e bem como ao cálculo de L_{50} e IS , são apresentadas de seguida.

Modelo Logístico (logit):

$$P_i = \exp(a+b*L_i)/(1+\exp(a+b*L_i))$$

$$L_{50} = -a/b$$

$$IS = 2*\ln(3)/b = 2,197/b$$

Modelo Normal Cumulativo (probit):

$$P_i = \Phi(a+b*L_i)$$

$$\text{Probit} = \Phi^{-1}(P_i)$$

$$L_{50} = -a/b$$

$$IS = 2*\Phi^{-1}(0,75)/b = 1,349/b$$

Modelo de Gompertz (log-log):

$$P_i = \exp(-\exp(-(a+b*L_i)))$$

$$L_{50} = (-\ln(-\ln(0,5))-a)/b$$

$$IS = \ln(\ln(0,25)/\ln(0,75))/b = 1,573/b$$

Modelo Complementar-log-log (c-log-log):

$$P_i = 1-\exp(-\exp(a+b*L_i))$$

$$L_{50} = (\ln(-\ln(0,5))-a)/b$$

$$IS = \ln(\ln(0,25)/\ln(0,75))/b = 1,573/b$$

Modelo de Richards:

$$P_i = [\exp(a+b*L_i)/(1+\exp(a+b*L_i))]^{1/\delta}$$

$$\text{Logit} = \log(P_i/(1-P_i))$$

$$L_{50} = (\text{logit}(0,5^\delta)-a)/b$$

$$IS = (\text{logit}(0,75^\delta)-\text{logit}(0,25^\delta))/b.$$

Em que: P_i é a proporção de peixes da classe de comprimento; L_i o ponto médio da classe de comprimento; a , b e δ os parâmetros a estimar que condicionam a forma da curva; Φ é a função de distribuição cumulativa da normal.

Foi utilizado o método SELECT (Millar, 1992; Millar e Fryer, 1999) para estimar as curvas de selecção correspondentes aos diferentes modelos acima referidos, usando o *software* CC2000 (ConStat, DK). As estimativas dos parâmetros do modelo foram obtidas através do

método da máxima verosimilhança (MV), apresentando maior probabilidade de traduzirem correctamente os dados observados, pois este método toma em consideração as classes de comprimento com proporção de retenção igual a zero e a um e pondera cada classe de acordo com o número de indivíduos nela incluídos. Os estimadores de MV são pois estimadores de variância mínima. O critério de selecção do modelo baseou-se no valor de AIC (Akaike's Information Criterion), tendo sido escolhidos os modelos aos quais correspondia o menor valor.

Considerando a elevada correlação entre as dimensões do corpo, a proporção de retenção observada foi representada em função da relação entre o perímetro máximo e o perímetro da malha (G_{\max}/pm) para todas as espécies. Na Tabela 1 podem encontrar-se as relações entre o perímetro máximo e o comprimento total (G_{\max} versus L_t) usada no cálculo do G_{\max} para as diferentes espécies, com excepção do carapau-negrão, espécie para a qual esta relação não se encontra estimada.

Tabela 1 – Relação entre o perímetro máximo e o comprimento total (G_{\max} versus L_t), coeficiente de determinação e número de indivíduos amostrados, para cada espécie. ¹Martins e Fonseca (1995); ²Fonseca *et al.* (2000); ³Santos e Monteiro (1995).

Espécie	Relação entre G_{\max} e L_t	r^2	N
Boga ¹	$G_{\max} = - 0,00234 + 0,4997 L_t$	0,89	207
Cavala ²	$G_{\max} = - 0,9765 + 0,4715 L_t$	0,60	697
Salmonete ¹	$G_{\max} = 1,378 + 0,529 L_t$	0,88	126
Faneca ²	$G_{\max} = - 0,373 + 0,6129 L_t$	0,90	1005
Choupa ³	$G_{\max} = - 1,88 + 0,85 L_t$	0,99	283

RESULTADOS

Da observação dos gráficos relativos às distribuições de comprimentos das diferentes espécies para cada malhagem (Fig. 3), verifica-se que, para o carapau-negrão, o comprimento total variou entre 12 e 48 cm, registando-se para a malha losangular de 65 mm uma retenção quase total, com alguma captura abaixo do tamanho mínimo legal de desembarque ($TM = 15$ cm). Para esta malhagem registaram-se duas modas, uma aos 25 cm e outra aos 41 cm; para as restantes malhagens losangulares as modas foram de 27 e 24 cm para 70 e 80 mm,

respectivamente; para a malha quadrada observou-se uma elevada fuga de indivíduos inferiores a 29 cm. Quanto à boga, apenas nas malhagens de 65 e 70 mm losangular, se registou alguma captura abaixo do tamanho mínimo (15 cm). Esta espécie foi capturada no intervalo de comprimentos entre 11 e 35 cm, e apresentou um comprimento modal que, nas malhas losangulares, variou entre 19 e 21 cm; no caso da malha quadrada, as capturas foram reduzidas observando-se que os indivíduos até 25 cm escapavam na sua quase totalidade. Para a cavala registaram-se capturas dos 14 aos 38 cm de comprimento, com retenção de indivíduos pequenos nas malhagens losangulares, apresentando um comprimento modal aos 21 cm para a malha de 70 mm, losangular; nas restantes malhagens, 80 mm losangular e 65 mm quadrada, as capturas foram reduzidas. No caso do salmonete, as capturas em todas as malhagens testadas foram reduzidas e iguais ou superiores ao TM (15 cm), distribuindo-se entre 15 e 35 cm de comprimento e com elevada retenção por parte das malhas losangulares. Para a malha quadrada observaram-se fugas elevadas até 21 cm e retenções de 100% para indivíduos com mais de 24 cm. Para a faneca, capturada somente nos sacos com malhagem de 65 mm, quadrada e losangular, observou-se alguma retenção abaixo do TM (17 cm) para a malha losangular. Registaram-se capturas de indivíduos no intervalo de comprimento de 14 a 40 cm, com especial incidência entre 18 e 26 cm. Ao contrário das restantes espécies, a utilização de uma malha quadrada, para a captura de choupas, resultou numa retenção quase total. Em todos os sacos testados capturou-se choupas, registando-se uma grande retenção de indivíduos de pequena dimensão em todas as malhagens. Embora capturada dos 17 aos 36 cm de comprimento, a maior captura concentrou-se na classe correspondente ao tamanho mínimo de desembarque, 23 cm.

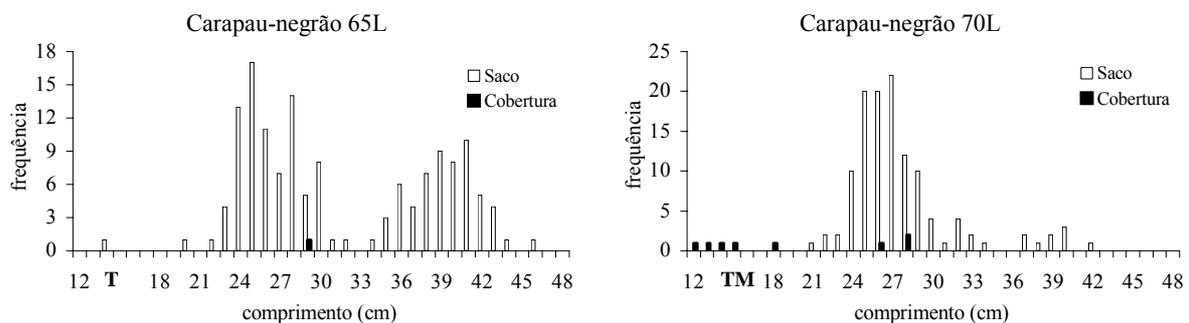


Figura 3 – Distribuição por classes de comprimento das capturas do saco e da cobertura, de acordo com a malhagem, para as diferentes espécies. L - malha losangular; Q - malha quadrada.

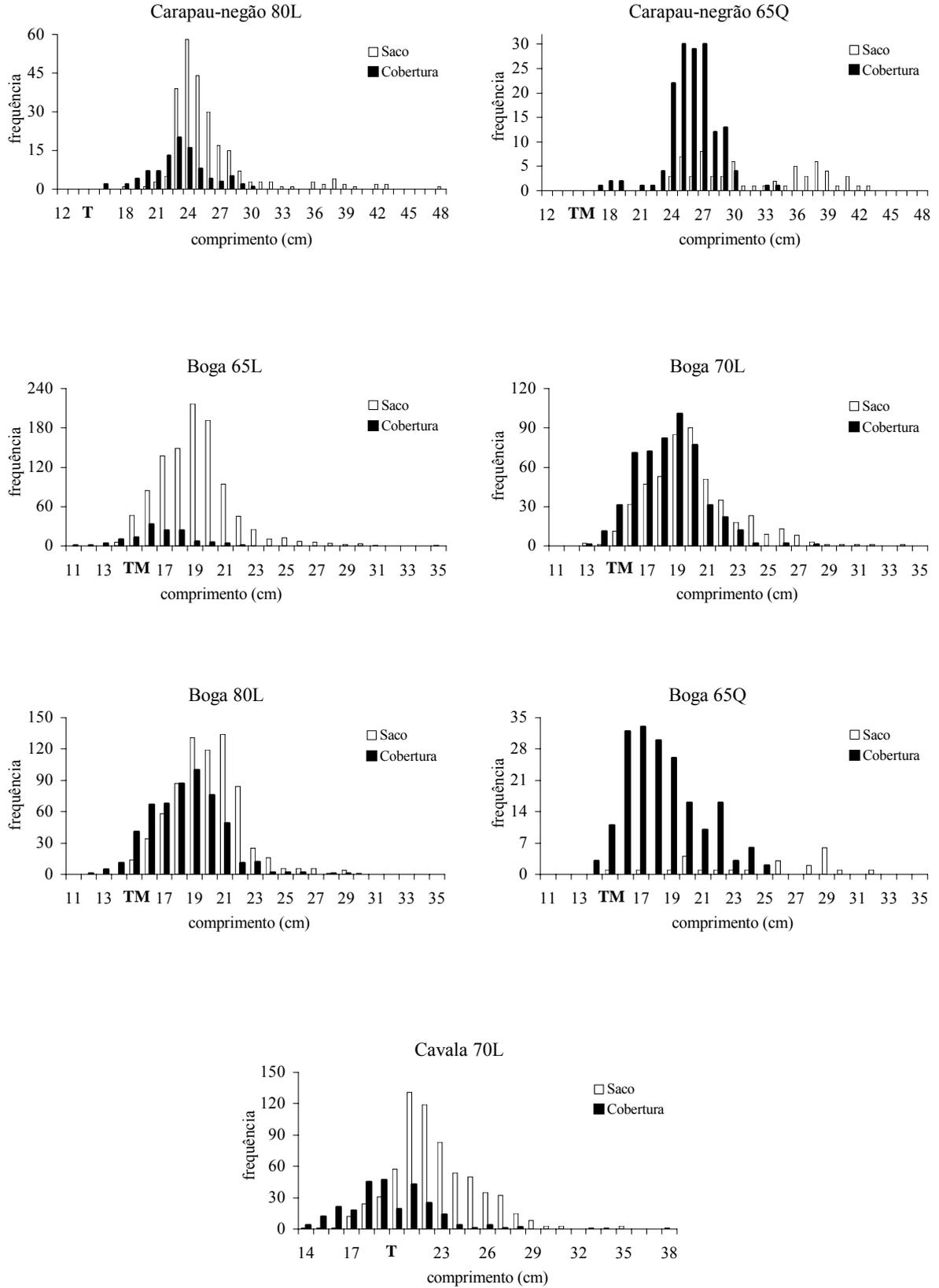


Figura 3. (continuação)

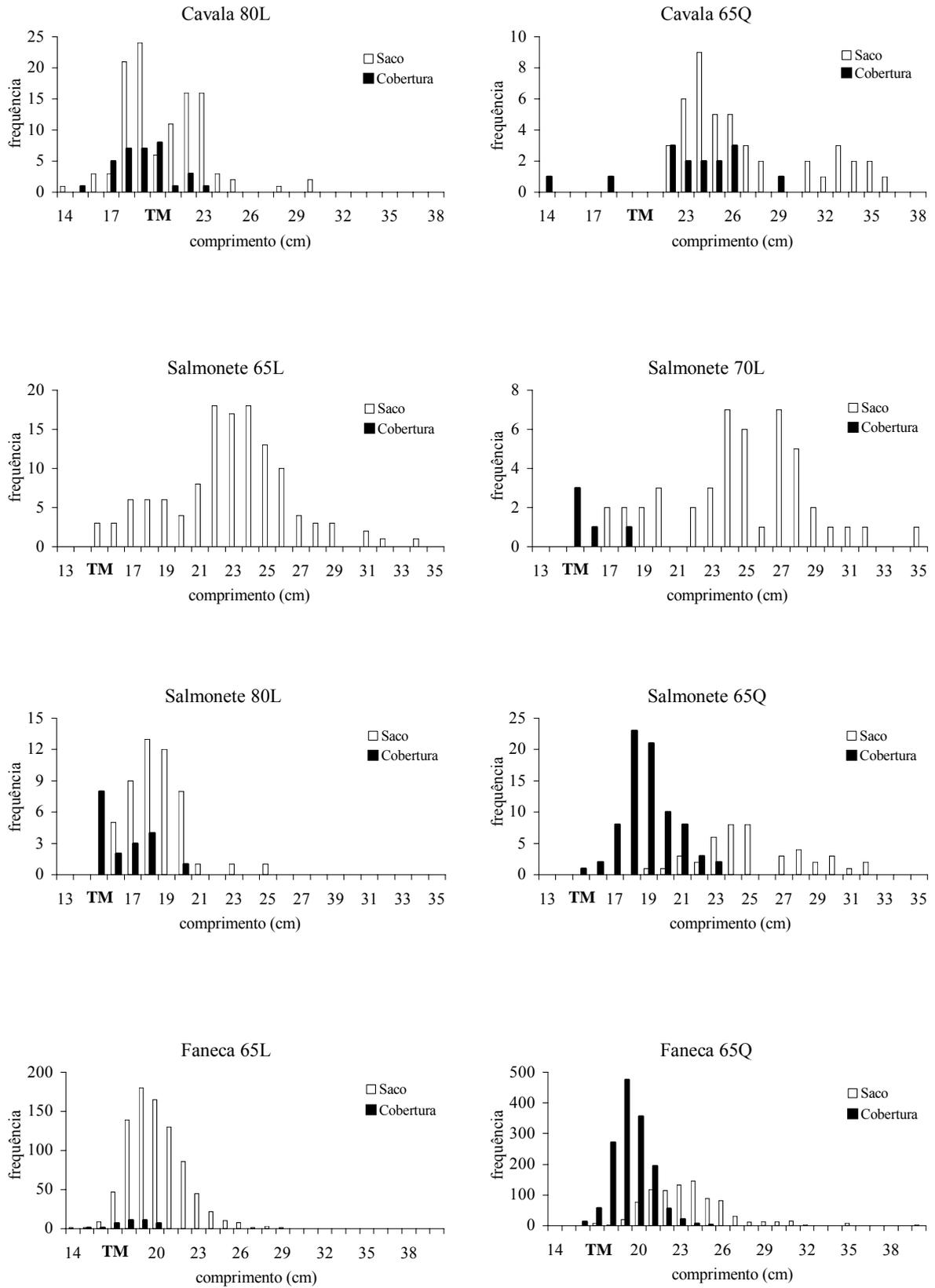


Figura 3. (continuação)

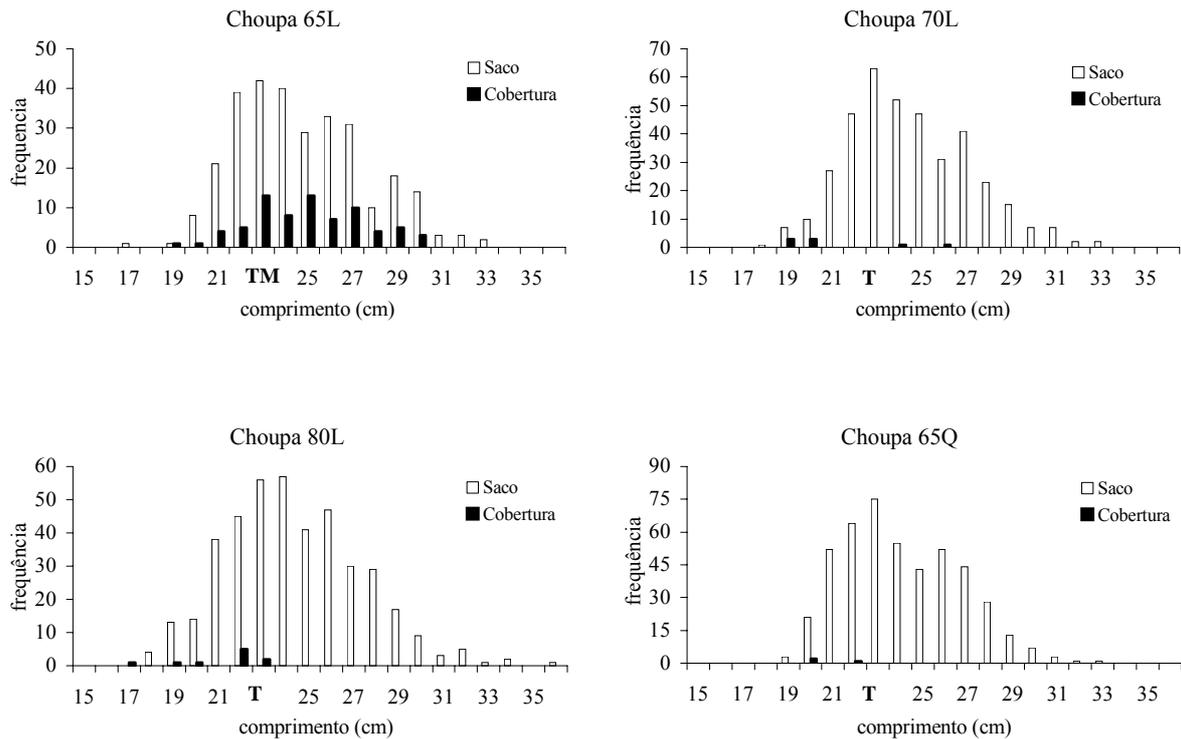


Figura 3. (continuação)

Os valores dos parâmetros de selecção estimados para as diferentes espécies e malhagens encontram-se registados na Tabela 2, observando-se factores de selecção (**FS**) superiores a 3,4 para a malha quadrada e inferiores a 2,8 para as malhas losangulares.

Tabela 2 – Parâmetros de selecção estimados para as diferentes malhagens e espécies. L - malha losangular; Q - malha quadrada.

Espécie	Malha	Modelo	Parâmetros de selecção				
			L_{25} (cm)	L_{50} (cm)	L_{75} (cm)	IS (cm)	FS
Carapau-negrão	70 mm L	Gompertz	17,0	18,9	20,9	3,9	2,7
	80 mm L	Gompertz	20,0	22,4	24,8	4,8	2,8
	65 mm Q	C-log-log	28,6	31,3	33,9	5,3	4,8
Boga	65 mm L	Gompertz	12,9	14,4	15,9	3,0	2,2
	80 mm L	Gompertz	15,6	18,7	21,8	6,2	2,3
Cavala	70 mm L	Gompertz	17,1	19,2	21,4	4,3	2,7
Salmonete	65 mm Q	C-log-log	21,8	22,6	23,4	1,6	3,5
Faneca	65 mm Q	Logístico	20,9	21,9	22,9	2,0	3,4

Carapau-negrão

Obtiveram-se amostras consideráveis em três sacos que permitiram a estimação dos parâmetros de selecção a partir do modelo de Gompertz, para as malhas de 70 e 80 mm, losangulares, e do modelo Complementar-log-log para a malha 65 mm, quadrada (Fig. 4). Para as malhas losangulares, os L_{50} foram bastante inferiores ao estimado para a malha quadrada, verificando-se para todas as malhagens valores superiores ao tamanho mínimo legal de desembarque (15 cm). Em termos de capturas, verificou-se que, na malha losangular de 65 mm quase todos os indivíduos foram retidos, enquanto que para a malha quadrada de 65 mm, e para o mesmo comprimento, a maioria dos peixes escapa.

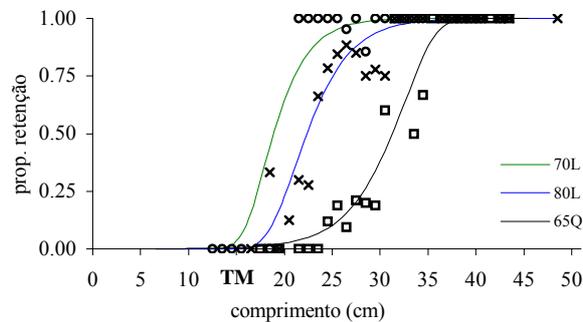


Figura 4 – Carapau-negrão, *Trachurus picturatus*, curvas de selecção estimadas para as diferentes malhagens. L - malha losangular, Q - malha quadrada.

Boga

Foram traçadas curvas de selecção para as malhas de 65 e 80 mm, losangulares, a partir do modelo de Gompertz (Fig. 5a). Os factores de selecção obtidos foram bastante semelhantes, verificando-se o oposto para os intervalos de selecção, que diferem em mais de 3 cm entre as malhagens. Para o mesmo G_{max}/pm a retenção na malha quadrada é bastante inferior face às restantes malhagens, verificando-se que mais de 70 % dos indivíduos com G_{max} inferior ao perímetro da malha escapam. Quando o perímetro do peixe é superior ao da malha todos os peixes ficam retidos, independentemente da malhagem ou configuração da malha (Fig. 5b).

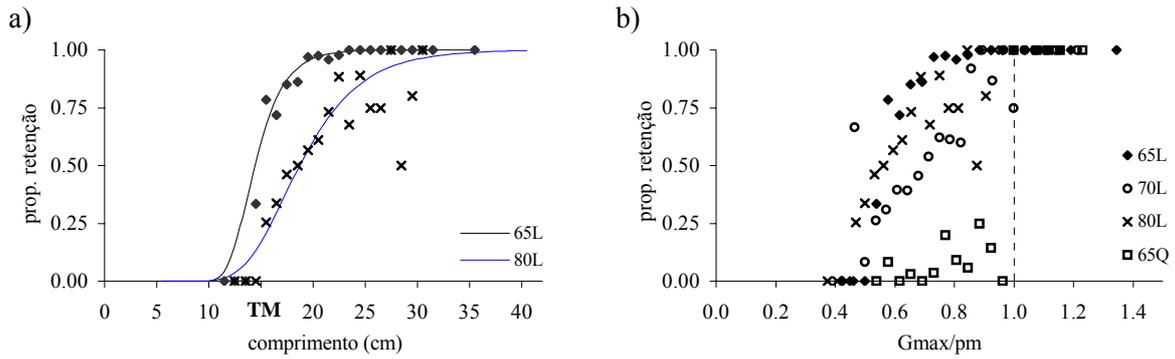


Figura 5 – Boga, *Boops boops*. a) curvas de selecção estimadas; b) proporção da retenção em função do G_{\max}/pm , para as diferentes malhagens. L - malha losangular, Q - malha quadrada.

Cavala

No caso da cavala, apenas para a malha losangular de 70 mm foi possível estimar os parâmetros de selecção, a partir do modelo de Gompertz. O comprimento correspondente a 50 % de retenção obtido foi inferior ao tamanho mínimo legal (TM = 20 cm) estipulado para esta espécie (Fig. 6a). Observaram-se comportamentos semelhantes entre diferentes configurações da malha para o mesmo G_{\max}/pm , com total retenção de indivíduos para G_{\max}/pm igual ou superior a 1 (Fig. 6b).

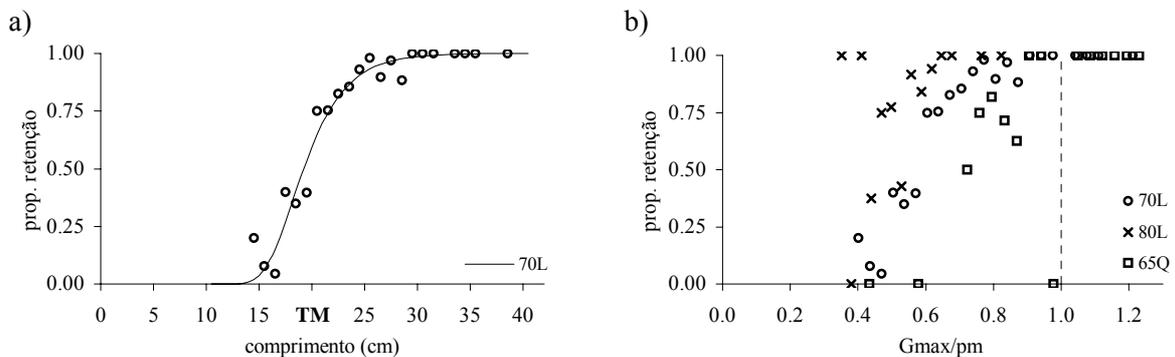


Figura 6 – Cavala, *Scomber japonicus*. a) curva de selecção estimada; b) proporção da retenção em função do G_{\max}/pm , para as diferentes malhagens. L - malha losangular, Q - malha quadrada.

Salmonete

Somente para a malhagem de 65 mm, quadrada, foi possível traçar a curva de selecção, ajustada pelo modelo Complementar-log-log (Fig. 7a). O valor do parâmetro L_{50} obtido foi bastante superior ao TM (15 cm). Para o mesmo G_{\max}/pm observam-se comportamentos

bastante distintos entre diferentes configurações da malha, beneficiando claramente de uma malhagem quadrada (Fig. 7b).

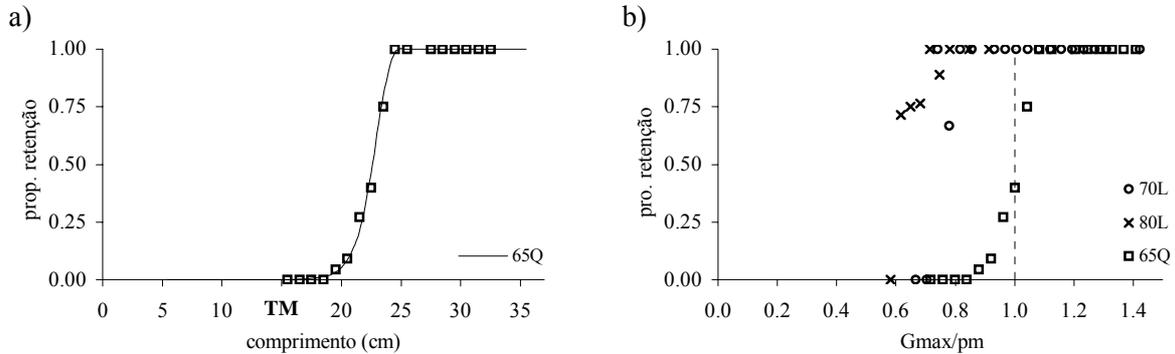


Figura 7 – Salmonete, *Mullus surmuletus*. a) curva de selecção estimada; b) proporção da retenção em função do G_{max}/pm , para as diferentes malhagens. L - malha losangular, Q - malha quadrada.

Faneca

Na Figura 8a, podemos visualizar a curva de selecção, ajustada a partir do modelo logístico, para a malha quadrada (65 mm), sendo o comprimento de 50 % de retenção (21,9 cm) superior ao tamanho mínimo de desembarque para esta espécie. Verificou-se que indivíduos com perímetros iguais escapavam mais facilmente por uma malha de configuração quadrada do que por uma losangular, registando-se, para a forma quadrada, a fuga de uma proporção de indivíduos cujo perímetro máximo era superior ao perímetro da malha, ou seja, G_{max}/pm superior a 1 (Fig. 8b).

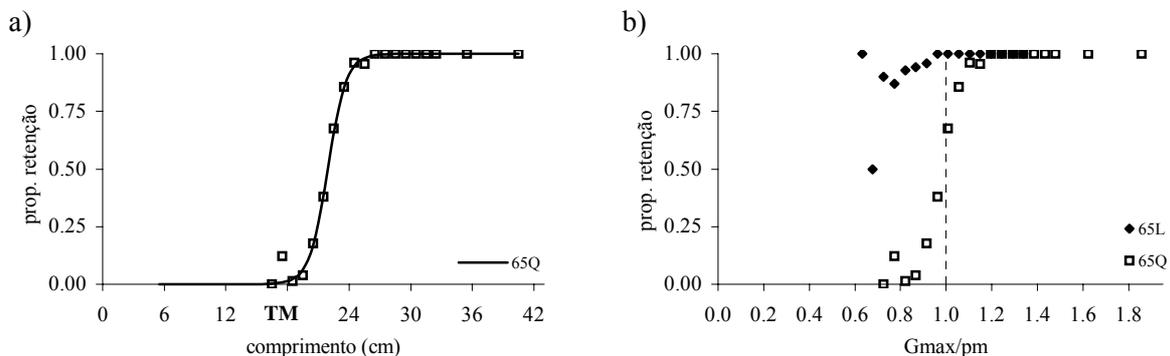


Figura 8 – Faneca, *Trisopterus luscus*. a) curva de selecção estimada; b) proporção da retenção em função do G_{max}/pm , para as diferentes malhagens. L - malha losangular, Q - malha quadrada.

Choupa

A estrutura dos dados referentes à choupa não permitiu estimar parâmetros de selecção para qualquer malhagem nem evidenciar nenhum comportamento específico para as diferentes malhagens. É contudo de assinalar que enquanto na malhagem de 65 mm, losangular, houve alguma fuga de indivíduos pertencentes a diferentes classes de comprimento, nas malhagens de 70 e 80 mm a retenção foi quase total. É também de assinalar, por contraste com as espécies anteriores, que enquanto na malhagem de 65 mm, quadrada, todos os indivíduos com G_{\max}/pm superior a 1 ficaram retidos, na malhagem de 65 mm, losangular, houve uma determinada proporção que escapou (Fig. 9). Embora ressalvando a dificuldade de fazer afirmações peremptórias baseadas numa amostra reduzida, a malha de configuração losangular parece adaptar-se melhor à morfologia desta espécie do que a malha quadrada.

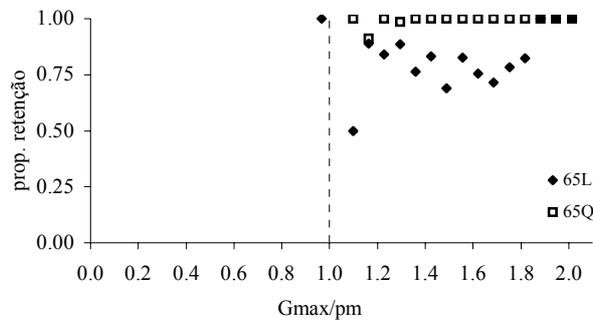


Figura 9 – Choupa, *Spondyliosoma cantharus*, proporção da retenção em função do G_{\max}/pm para as diferentes malhagens. L - malha losangular; Q - malha quadrada.

DISCUSSÃO

Embora não tenha sido possível estimar os parâmetros de selecção para todas as espécies, é possível constatar, a partir da estrutura das capturas nos dois compartimentos (saco e cobertura) da rede, que a actual malhagem mínima utilizada no arrasto para peixe (65 mm losangular) não é a mais apropriada para a captura de determinadas espécies, como é o caso da cavala e, principalmente, da choupa, em que a malhagem mínima não parece estar de acordo com o tamanho mínimo de desembarque, traduzindo-se na captura potencial de uma proporção elevada de indivíduos subdimensionados.

A malha de 65 mm, losangular, parece estar bem ajustada à captura das duas espécies de menor valor comercial, o carapau-negrão e a boga, uma vez que qualquer alteração na dimensão ou na configuração da malha resultaria numa potencial perda de indivíduos comercializáveis. No entanto, a malha mais adequada à gestão do manancial de cavala, tendo em consideração o tamanho mínimo de 20 cm, deveria ter uma dimensão igual ou superior a 70 mm e forma losangular, pois com a utilização de uma malhagem de 65 mm, losangular, (assumindo **FS** constante) haveria uma elevada captura de indivíduos abaixo do TM, enquanto a adopção da malha quadrada implicaria a fuga da maioria dos indivíduos. Para as restantes espécies, a solução mais apropriada passaria por um aumento da malhagem, mantendo a configuração losangular; por um lado, a utilização de malha quadrada de 65 mm afectaria negativamente o salmonete e a faneca, pois haveria perda de um número considerável de peixes com tamanho comercial, excepto se fosse reduzida a malhagem, e, por outro, a choupa, porque muitos indivíduos pequenos ficariam retidos.

Para a malha quadrada, verificou-se que os intervalos de selecção (Tabela 2), correspondentes ao salmonete e à faneca, foram pequenos, traduzindo-se em fuga da maioria dos indivíduos até um determinado comprimento e retenção dos comprimentos superiores. Em geral, para a mesma dimensão da malha, um saco de malha quadrada apresenta uma maior selectividade do que uma malha losangular para peixes arredondados (p. ex., salmonete), verificando-se o contrário para peixes de secção achatada ou com corpo elevado e comprimido (p. ex., choupa).

Uma vez que a retenção de um peixe com um certo comprimento, numa determinada malhagem depende, essencialmente, da relação entre o perímetro máximo e o perímetro da malha, seria de esperar que peixes com o mesmo G_{\max} escapassem de uma forma similar através de sacos com a mesma malhagem e configuração. No entanto, isso não se verificou, à semelhança dos resultados obtidos por Campos e Fonseca (2003). Na verdade, as espécies estudadas apresentam diferenças consideráveis a nível morfológico e potenciais diferenças comportamentais após o contacto com a arte, que influenciam a capacidade de fuga. Com base na análise dos gráficos referentes à proporção de retenção em função da relação entre o perímetro máximo do peixe e o perímetro da malha (G_{\max}/pm), verificou-se que a boga, o salmonete e a faneca aproveitam claramente a oportunidade de escape oferecida pela maior abertura da malha quadrada, enquanto que para a cavala este fenómeno é menos evidente. Inversamente, para a choupa, as oportunidades de escape aumentam quando é utilizada a

malha losangular. Este comportamento está de acordo com o observado por Efanov *et al.* (1987) e por Tosunoğlu *et al.* (2003) em que, para a mesma malha, a probabilidade de fuga através das malhas será tanto maior quanto melhor for a aproximação entre a forma do corpo do peixe e a abertura da malha. Com efeito, tanto a boga como o salmonete possuem uma secção transversal aproximadamente circular, enquanto que para a cavala esta é mais elíptica e a choupa apresenta corpo comprimido lateralmente, o que lhe permite escapar mais facilmente através da malha losangular (alongada) do que da malha quadrada. No entanto outros factores, para além da forma do corpo e da sua adaptação à forma da malha, poderão influenciar o processo de selecção, como indicam os resultados obtidos para a faneca. Para esta espécie, que apresenta, tal como a choupa, corpo comprimido lateralmente, observa-se o escape através da malha quadrada de uma proporção de indivíduos cujo perímetro é superior ao perímetro da malha (Fig. 8b). Estes resultados poderão estar relacionados com a maior flexibilidade do corpo desta espécie. Também o comportamento pode influenciar o processo de escape através da malha. Estudos demonstram que alguns esparídeos, como o besugo (*Pagellus acarne*), são extremamente activos e usam força suficiente para deformar as malhas durante o processo de fuga (Tokaç *et al.*, 1998; Campos e Fonseca, 2003). Provavelmente, acontece o mesmo com a choupa, pois neste estudo registaram-se fugas de indivíduos com perímetros máximos superiores ao da malha, como no caso das malhas losangulares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O facto de a pesca de arrasto portuguesa ser uma pescaria multiespecífica dificulta a sua gestão, pois as consequências do aumento da malhagem ou da adopção de outra configuração da malha varia de acordo com as características das diferentes espécies. São diversos os factores - físicos (características técnicas da arte), biológicos e comportamentais -, que contribuem para uma maior ou menor selectividade e a sua influência tem de ser melhor compreendida. Por outro lado, para além do ajustamento das características selectivas da arte ao tamanho mínimo estipulado na legislação, é de salientar que frequentemente esses tamanhos mínimos não se ajustam às características biológicas das diferentes espécies, como é o caso da cavala em que o $TM = 20$ cm e o comprimento de primeira maturação, na costa portuguesa, é de 27,3 cm para os machos e 29,0 cm para as fêmeas (Martins, 1998).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, A.; FONSECA, P., 2003. Selectivity of diamond and square mesh cod ends for horse mackerel (*Trachurus trachurus*), European hake (*Merluccius merluccius*) and axillary seabream (*Pagellus acarne*) in the shallow groundfish assemblage off the south-west coast of Portugal. *Sci. Mar.*, 67 (2): 249-260.
- CAMPOS, A.; FONSECA, P.; ERZINI, K., 2003a. Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for four by-catch species in the crustacean fishery off the Portuguese south coast. *Fish. Res.*, 60: 79-97.
- CAMPOS, A.; FONSECA, P.; HENRIQUES, V., 2003b. Size selectivity for four fish species of the deep groundfish assemblage off the Portuguese southwest coast: evidence of mesh size, mesh configuration and cod end catch effects. *Fish. Res.*, 63: 213-233.
- EFANOV, S. F.; ISTOMIN, I. G.; DOLMATOV, A. A., 1987. Influence of the form of the fish body and mesh on selectivity properties of trawls. ICES CM 1987/B:13, 38p.
- FONSECA, P.; CAMPOS, A.; GARCIA, A.; CARDADOR, F.; MEIXIDE, M.; PADÍN, A.; THERET, F.; MEILLAT, M.; MORANDEAU, F., 2000. Trawl selectivity studies in Region 3. Study contract nº 96/61. Final Report, 178p.
- GOMES, M. C.; SERRÃO, E.; BORGES, M. F., 2001. Spatial patterns of groundfish assemblages on the continental shelf of Portugal. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 633-647.
- MARTINS, M. M. A. B., 1998. As Populações de Género Scomber: Sarda (*S. scombrus* L., 1758) e Cavala (*S. japonicus*, H., 1782). Biologia e estado de conservação destes recursos nas áreas de distribuição do Atlântico Nordeste. Dissertação original apresentada para provas de Investigadora Auxiliar, Área Científica de Dinâmica de Populações Haliêuticas do Instituto de Investigação das Pescas e do Mar, Lisboa, 146p.
- MARTINS, R.; FONSECA, P., 1995. Selectivity studies in the Portuguese gill net and trammel net fisheries (ICES Division IXa). BIOECO/93/02, 41p.
- MILLAR, R., 1992. Estimating the size selectivity of fishing gear by conditioning on the total catch. *Jour. Am. Stat. Assoc.*, Vol. 87 (420): 962-968.
- MILLAR, R.; FRYER, 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. *Rev. Fish Biol. Fish.* 9: 86-116.
- SANTOS, M. N.; MONTEIRO, C. C., 1995. Estudo da selectividade da rede de emalhar de um pano fundeada na costa sul algarvia. *Bol. Inst. Port. Invest. Marít.*, Lisboa, 1: 37-48.
- STEWART, P. A. M.; ROBERTSON, J. H. B., 1985. Small mesh cod end covers. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland. *Scot. Fish. Res. Rep.* Nº 32, Marine Laboratory, Aberdeen, 11p.
- TOKAÇ, A.; LÖK, A.; TOSUNOĞLU, Z.; METIN, C.; FERRO, R. S. T., 1998. Cod-end selectivities of a modified bottom trawl for three fish species in the Aegean Sea. *Fish. Res.*, 39: 17-31.

TOSUNOĞLU, Z.; ÖZBILGIN, Y. D.; ÖZBILGIN, H., 2003. Body shape and trawl cod end selectivity for nine commercial fish species. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 83: 1309-1313.

WILEMAN, D.; FERRO, R. S. T.; FONTEYNE, R.; MILLAR, R. B., 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gear. *ICES Cooperative Research Report*, n° 215, 126p.