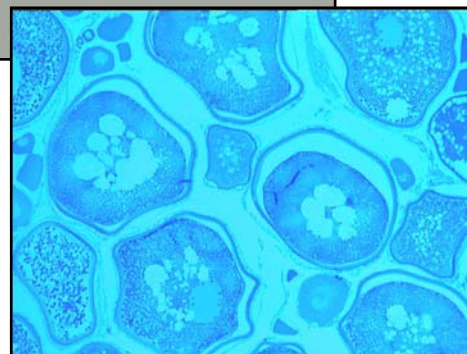


**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA FECUNDIDADE  
TEMPORAL E ESPACIAL DO CARAPAU  
(*Trachurus trachurus* L.)  
NA COSTA PORTUGUESA**



por

***Ana Maria Costa***

Dissertação original apresentada para acesso à  
**Categoria de Investigador Auxiliar**

IPIMAR, 2001

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	v
<b><u>I. INTRODUÇÃO</u></b>	
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>2. BREVE DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE</b> .....	3
<b>3. CARACTERÍSTICAS DA PESCARIA EM PORTUGAL</b>	
<b>3.1. Artes tradicionais</b> .....	6
<b>3.2. Portos de desembarque</b> .....	9
<b>3.3. Importância comercial</b> .....	12
<b>3.4. Valor económico da espécie</b> .....	16
<b><u>II. METODOLOGIAS APLICADAS</u></b>	
<b>1. Amostragem biológica</b> .....	20
<b>2. Metodologia para observação de gónadas</b> .....	22
<b>3. Metodologia para observação de otólitos</b> .....	23
<b><u>III. IDADE E CRESCIMENTO</u></b>	
<b>1. Introdução</b> .....	24
<b>2. Metodologia</b> .....	31

	<b>Pág.</b>
3. Resultados .....	34
4. Discussão .....	55
 <b>IV. <u>MORFOGÉNESE</u></b>	
1. Introdução .....	59
2. Metodologia .....	61
3. Resultados .....	64
 <b>V. <u>ESCALAS DE MATURAÇÃO MACROSCÓPICA E MICROSCÓPICA</u></b>	
1. Introdução .....	73
2. Metodologia .....	74
3. Resultados .....	75
4. Discussão .....	80
 <b>VI. <u>CICLO DE MATURAÇÃO</u></b>	
1. Introdução .....	83
2. Metodologia .....	85
3. Resultados .....	87
4. Discussão .....	102

	<b>Pág.</b>
<b>VII. <u>FECUNDIDADE</u></b>	
1. Introdução geral .....	110
2. A fecundidade do carapau é determinada ou indeterminada? .....	113
3. Fecundidade parcial	
3.1. Introdução .....	115
3.2. Metodologia .....	122
3.3. Resultados .....	124
4. Fecundidade total e atrésia	
4.1. Introdução .....	129
4.2. Metodologia .....	131
4.3. Resultados .....	133
5. Discussão e conclusões .....	146
<b>VIII. <u>DISCUSSÃO FINAL</u></b> .....	153
<b>IX. <u>BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	158

**RESUMO**

Este trabalho, que consiste basicamente no estudo da fecundidade do carapau (*Trachurus trachurus* L.) que habita nas águas portuguesas da Península Ibérica, realizou-se com material obtido entre 1992 e 1998, tendo-se aplicado pela primeira vez em Portugal o método histológico para a obtenção dos valores daquele parâmetro para esta espécie.

Além da fecundidade, são também abordados temas como a idade e crescimento, a morfogénese das gónadas femininas e masculinas, as escalas de maturação macroscópica e microscópica e respectivo ciclo de maturação desta espécie na costa portuguesa.

A partir da observação de otólitos, e pela aplicação das respectivas equações de von Bertalanffy, foram estimados os parâmetros de crescimento em comprimento e peso, tendo-se obtido as seguintes equações para o período em estudo:

Para o crescimento em comprimento  $L_t = 37.4 * [1 - \exp(-0.1452 * (t + 2.5144))]$

Para o crescimento em peso  $W_t = 952.1 * [1 - \exp(-0.0643 * (t + 5.8763))]^{3.003}$

A relação entre o factor de condição (K) e o tipo de bordo dos otólitos revelou que durante a época de desova, em que aquele índice é mais baixo, se depositam os anéis hialinos, indicadores de um período de pouco alimento e crescimento lento, seguindo-se uma época de crescimento rápido, com valores de K elevados e formação de anéis opacos no bordo dos otólitos.

No que se refere aos estudos de fecundidade e maturação, o trabalho foi desenvolvido com base na observação de cortes histológicos das gónadas, que permitiu, por um lado, elaborar uma escala com 6 estados de maturação e, por outro, definir o ciclo de maturação do carapau da costa portuguesa, como tendo um pico de desova em Fevereiro, ao qual se segue, de Março a Dezembro, um período de repouso e recuperação. A primeira maturação ocorreu, nas fêmeas, aos 18.6 cm de comprimento e 2.1 anos de idade e, nos machos, aos 18.4 cm de comprimento, correspondendo a 2.4 anos de idade.

A distribuição dos diâmetros dos oócitos mostrou que o carapau é uma espécie com fecundidade indeterminada, o que corresponde a postura seriada. Assim, determinou-se, em

1992, a fecundidade parcial (pelo método dos oócitos hidratados), cujo valor obtido foi de 171 ovos/grama, com uma fracção de 4% de fêmeas desovantes e uma periodicidade de desova de 25 dias.

Além da fecundidade parcial, foi determinado também o valor da fecundidade total e atrésia em 1995 (pelo método estereológico) e em 1998 (pelos métodos estereológico e histométrico). Os valores obtidos foram, em 1995, de 1697 oócitos/grama, com 195 oócitos atréticos/grama, o que corresponde a uma fecundidade corrigida de 1502 oócitos/grama. Em 1998 obtiveram-se os seguintes valores: com o método estereológico – 312 oócitos/grama e 63 oócitos atréticos/grama; com o método histométrico – 1484 oócitos/grama e 16 oócitos atréticos/grama; a fecundidade corrigida pela atrésia neste ano foi respectivamente de 249 e 1468 oócitos/grama.

Do primeiro para o último ano em que decorreu o trabalho verificou-se uma forte diminuição tanto nos valores de fecundidade como no próprio número de fêmeas desovantes capturadas, tendência esta confirmada pelos cruzeiros de investigação realizados entre 1999 e 2001. Na tentativa de clarificar as razões para este aparente decréscimo, sugiro que a estratégia de amostragem destinada aos estudos de fecundidade desta espécie seja revista, no sentido de, por um lado, antecipar a época de recolha de gónadas (para Novembro-Dezembro) e, por outro, intensificar a frequência de amostragem numa zona da costa mais restrita (entre Lisboa e a Figueira da Foz).

**CONTRIBUTION TO THE STUDY OF TEMPORAL AND SPATIAL  
FECUNDITY OF HORSE MACKEREL (*Trachurus trachurus* L.)  
OF THE PORTUGUESE COAST**

**Abstract**

This work, consisting basically of a study on the fecundity of the portuguese horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.), was carried out with samples taken between 1992 and 1998 constituting the first time in Portugal that histology was applied to determine that parameter for this species.

In addition to fecundity, this study includes evaluations of age and growth, morphogenesis of male and female gonads, macroscopic and microscopic maturity staging and the maturity cycle of this species living in portuguese waters.

Growth parameters, in length and weight, were studied by means of the observation of otoliths and the application of von Bertalanffy equations.

The equations obtained for the studied period were:

For growth in length  $L_t = 37.4 * [1 - \exp(-0.1452 * (t + 2.5144))]$

For growth in weight  $W_t = 952.1 * [1 - \exp(-0.0643 * (t + 5.8763))]^{3.003}$

The relationship between the condition factor (K) and the otolith edge, showed that a low K and the deposition of hyaline rings occur during spawning time, when there is less food available and the growth rate is low, while high values of the condition factor and opaque rings, appear during a period of fast growth.

Based on the study of histology slides, a scale of 6 maturity stages was established, and the portuguese horse mackerel maturity cycle defined as having a maximum spawning in February, followed by a resting and recovering period from March to December. First

maturity occurred in females 18.6 cm in length and 2.1 years of age and in males 18.4 cm in length and 2.4 years of age.

The distribution of oocyte's diameters showed that horse mackerel is a serial spawner. Accordingly, in 1992 the batch fecundity was determined (with the method of hydrated oocytes), indicating a value of 171 eggs/gramme female, with a spawning fraction of 4% and a spawning period of 25 days.

Calculations of total fecundity and atresia were performed on 1995 data, with the stereological method and on 1998 data with the stereological and histometric methods. The potential fecundity, in 1995, was 1697 eggs/gramme, with 195 atretic oocytes/gramme, corresponding to a corrected total fecundity of 1502 eggs/gramme female. In 1998 the values obtained with the stereological method were: potential fecundity – 312 eggs/gramme, atresia – 63 eggs/gramme and total fecundity – 249 eggs/gramme female; with the histometric method: potential fecundity – 1484 eggs/gramme, atresia – 16 eggs/gramme and total fecundity – 1468 eggs/gramme female.

From the first to the last year of this work, a strong decrease in the values of fecundity and in the number of spawning females was noted. The same trend was noted thereafter with data obtained from research cruises carried out in 1999 and 2001. In order to clarify the reasons for these apparent decreases, I suggest that the sampling strategy should be revised, by anticipating the sampling period (to November-December) and intensifying the sampling frequency in a restricted area (from Lisbon to Figueira da Foz).



## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço à Doutora Maria de Fátima Borges, que despertou em mim o gosto pelos estudos de fecundidade e biologia de reprodução dos peixes, em particular do carapau, bem como a sua orientação durante o decorrer deste trabalho.

À Dra. Maria Alice Ramos agradeço todos os ensinamentos que me deu, em particular sobre o estudo morfológico das gónadas (ovogénese e espermatogénese).

Ao Prof. Dr. Leonel Gordo, da Universidade de Lisboa, pela boa vontade e prontidão com que aceitou fazer a leitura crítica do trabalho e pelos bons conselhos prestados.

Agradeço à Dra. Jennifer Watson, do Departamento de Zoologia da Universidade de Aberdeen, a sua deslocação a Portugal com o objectivo de me iniciar na aprendizagem e aplicação do método estereológico, com o qual determinei a fecundidade total do carapau.

À Dra. Ivone Figueiredo, cuja experiência na estimativa da fecundidade de sardinha me proporcionou valiosos esclarecimentos na fase inicial do meu contacto com esta nova linha de trabalho.

Ao Dr. João Pereira quero manifestar o meu apreço pela ajuda prestada na aplicação de alguns métodos estatísticos para tratamento dos resultados.

À técnica Luisa Silveiro pelo precioso auxílio na leitura dos otólitos e na amostragem biológica dos exemplares.

Ao técnico Luís Palma pela colaboração na preparação do material para as análises histológicas, em particular na pesagem das gónadas e manipulação de reagentes.

A todos os meus amigos e colegas que me apoiaram e incentivaram durante a elaboração deste trabalho.

## **I. INTRODUÇÃO**

### **1. INTRODUÇÃO GERAL**

A implementação de medidas adequadas de gestão dos recursos vivos requer o conhecimento das populações biológicas e da sua renovação através do seu ciclo de vida. A monitorização da biomassa da população das espécies exploradas, bem como da sua variação no tempo e/ou no espaço é essencial para a determinação da intensidade de pesca permitida anualmente, sem causar sobre-exploração na população biológica.

Em Portugal desde finais dos anos 70 que estas questões são alvo de preocupação de investigadores e gestores das pescas. Num seminário realizado em Lisboa em 1979, foram apresentados os valores das capturas nos 10 anos anteriores, os quais sugeriam que a nossa ZEE poderia produzir mais de 500 mil toneladas de pescado (Boavida *et al.*, 1979). Assim, já nessa altura foram sugeridas medidas adequadas de gestão para algumas pescarias, entre elas a do carapau, para a qual foi sugerida a redução do esforço de pesca e o aumento da malhagem da rede de arrasto (Borges, 1978), a fim de se maximizar o rendimento em peso da pesca daquela espécie.

Desde 1981 que esta pescaria é avaliada anualmente pelos cientistas nacionais (IPIMAR) e internacionais no seio do Grupo de Trabalho de Avaliação do Conselho Internacional para a Exploração do Mar (ICES). Com base nesta avaliação anual, a Comissão Europeia propõe medidas de regulamentação, tais como Capturas Totais Admissíveis (Total Admissible Catch) anuais que são apresentadas ao Conselho de Ministros da Europa para legislação comunitária.

A evolução da biomassa total e desovante, das capturas realizadas, do recrutamento anual e da mortalidade por pesca efectuada é avaliada anualmente para que o estado do recurso possa ser regulamentado através de medidas de gestão adequadas (ICES, 1987, 1988a, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1995, 1996, 1996a, 1997, 1998, 1999, 1999c).

Tendo presentes estas considerações e numa tentativa de contribuir para o melhor conhecimento do estado biológico da componente portuguesa do stock sul de carapau, este trabalho aborda várias questões, nomeadamente: idade e crescimento; elaboração de uma escala de maturação; determinação da fecundidade nos três anos estudados (1992, 1995 e 1998); discussão sobre o tipo de fecundidade do carapau – determinada ou indeterminada – e qual o método de produção de ovos (diário ou anual) que se deve aplicar a esta espécie para estimativa da biomassa desovante. Os resultados obtidos nos vários capítulos são posteriormente comparados com os existentes para outras áreas de distribuição da espécie.

## 2. BREVE DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

O carapau que se encontra na costa continental portuguesa é um teleósteo membro da grande família Carangidae e pertencente ao género *Trachurus*. Este género, identificado por Rafinesque em 1810, compreende uma grande variedade de espécies, distribuídas praticamente por todos os mares do mundo.

As espécies do género *Trachurus* são 10, cujos respectivos autores, nomes vulgares (Sanches, 1989) e áreas de distribuição (Borges, 1996) são os seguintes:

<b>Espécie</b>	<b>Autor</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Área de distribuição</b>
<i>Trachurus trachurus</i>	Linnaeus, 1758	Carapau branco	Oceano Atlântico desde a Noruega ao Senegal, Mediterrâneo e Mar Negro
<i>Trachurus trecae</i>	Cadenat, 1949	Carapau-do-Cunene	Costa atlântica da África Central e do Sul
<i>Trachurus capensis</i>	Castelnau, 1861	Carapau-do-Cabo	Costa atlântica da África do Sul
<i>Trachurus mediterraneus</i>	Steindachner, 1868	Carapau-do-Mediterrâneo	Mediterrâneo, Adriático, mar Negro e Golfo da Biscaya e mar Celtaico
<i>Trachurus picturatus</i>	Bowdich, 1825	Carapau-negrão	Açores, Marrocos, Mauritânia e Senegal
<i>Trachurus symmetricus</i>	Ayres, 1855	Carapau-do-Pacífico	Oceano Pacífico da Califórnia ao México
<i>Trachurus murphyi</i>	Nichols, 1920	Carapau-Chileno	Oceano Pacífico desde a América Central até ao Chile
<i>Trachurus japonicus</i>	Temminck e Schlegel, 1844	Carapau-do-Japão	Ásia, nos mares da China e do Japão
<i>Trachurus declivis</i>	Jenys, 1841	Carapau-negrão-austral	Austrália
<i>Trachurus lathami</i>	Nichols, 1920	Carapau-rugoso	Oceano Atlântico, nas costas do Brasil, Uruguai e Argentina

Os exemplares da espécie *Trachurus trachurus* (Figura 1) caracterizam-se por terem o corpo fusiforme, comprimido lateralmente, com uma tonalidade azul-esverdeada no dorso,

flancos prateados e superfície ventral branca. A linha lateral é proeminente, formada por escamas em forma de escudos ósseos (Sanches, 1992).

De todas as espécies, é a que se encontra em latitudes mais elevadas, até às costas da Noruega (Figura 1), estando praticamente confinada à região NE atlântica, sendo raramente capturada nas costas da América do Norte (Lockwood e Johnson, 1977). Por um lado, a distribuição dos adultos, que efectuam grandes migrações sazonais para áreas de alimentação e de desova, parece estar mais relacionada com a latitude; por outro lado, a dos juvenis, que se encontram junto à costa nas zonas de postura (“nurseries”), parece ser mais afectada pela profundidade (Eaton, 1983; Borges, 1984; Cardador *et al.*, 1995).

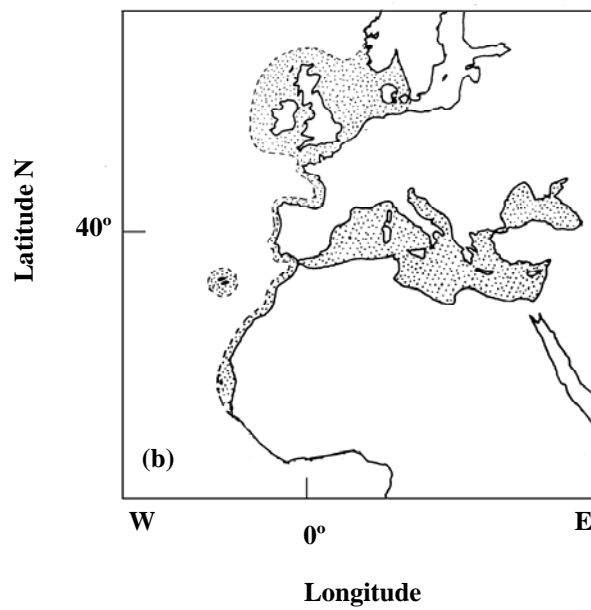
Os ovos de carapau só se desenvolvem a temperaturas superiores a 10° C (Lockwood e Johnson, 1977); assim, a postura inicia-se em Janeiro-Fevereiro na Península Ibérica e vai-se estendendo para norte conforme a temperatura da água do mar aumenta, terminando em Julho nas costas da Irlanda e Mar do Norte (Eaton, 1983).

A dieta alimentar do carapau consiste preferencialmente em crustáceos (copépodes, decápodes e eufausiáceos) e pequenos peixes, tais como *Engraulis* spp., *Gobius* spp. ou Myctophidae (Overko e Barkova, 1973; Dahl e Kirkegaard, 1987; Konchina *et al.*, 1996; Cabral e Murta, 2000). No carapau, tal como na maioria das espécies pelágicas, os períodos de alimentação alternam com as épocas de desova, em que os animais não consomem alimento algum. Este comportamento reflete-se no ciclo anual do teor em gordura, que é mais elevado no outono, após a época de verão em que os animais se alimentam, decrescendo no inverno, correspondendo à época de desova (Lockwood e Johnson, 1977; Eaton, 1983).



Foto de: A. M. Costa

Exemplar com 25.3 cm, colhido em Peniche (Portugal)



**Figura 1.** Exemplar da espécie *Trachurus trachurus* L. (a) e respectiva área de distribuição (segundo Eaton, 1983) (b)

### **3. CARACTERÍSTICAS DA PESCARIA EM PORTUGAL**

#### **3.1 Artes tradicionais**

O carapau é capturado em Portugal por diferentes de artes de pesca – arrasto, cerco, aparelhos de anzol, xávegas e redes de emalhar – das quais se faz em seguida uma pequena descrição, segundo Leite *et al.* (1988) e INE (1998):

##### **Arrasto**

A pesca de arrasto consiste no reboque de redes por navios denominados arrastões – laterais, quando a rede é largada por um bordo, ou de popa, se a rede é arrastada à ré do navio. O arrasto pode ser de fundo (directamente sobre o leito do mar) ou pelágico (entre o leito do mar e a superfície). Nos chamados arrastões de peixe-fresco, o peixe é mantido com gelo nos porões, em condições de peixe fresco, o que obriga a que estes navios operem em águas não demasiado afastadas do local de descarga.

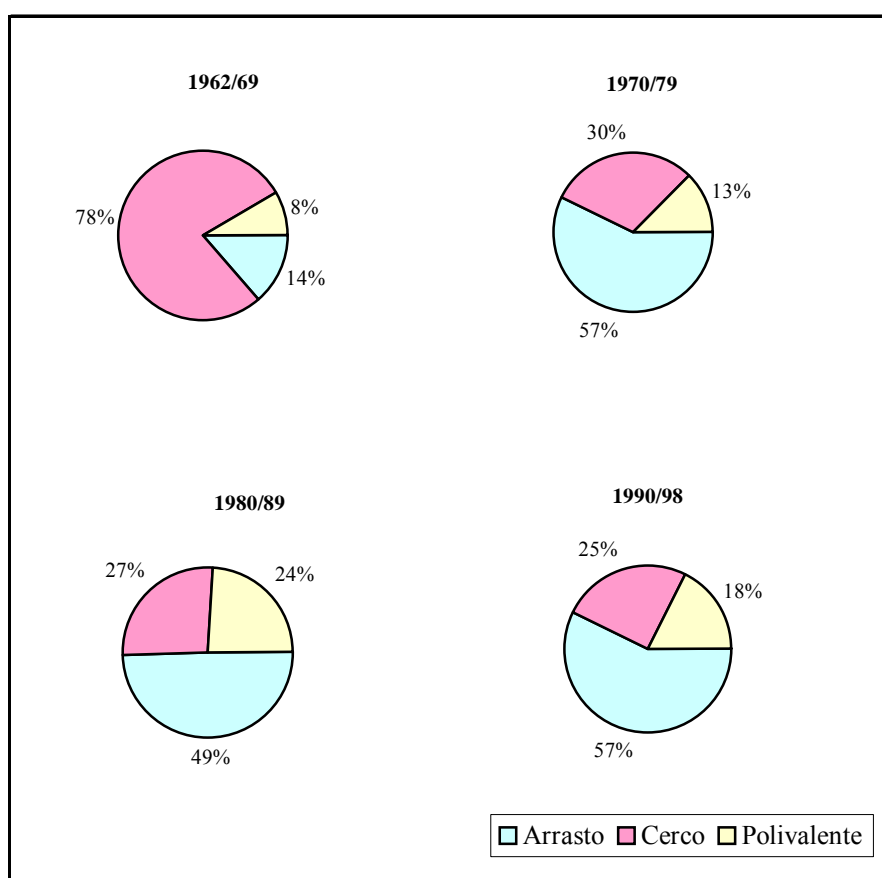
##### **Cerco**

Pesca efectuada com uma rede de cercar sustentada por flutuadores e mantida na vertical por pesos. Após ser largada é manobrada de modo a envolver o cardume e a fechar-se pela parte inferior por meio de um cabo denominado retenida. Em Portugal as embarcações de cerco denominam-se traineiras.

##### **Pesca polivalente (aparelhos de anzol, xávegas e redes de emalhar)**

Na denominada pesca polivalente, as artes que capturam carapau englobam todos os tipos de pesca à linha (com aparelhos de anzol ou com linha de mão) e as redes de emalhar. Estas são de dois tipos: redes fundeadas, que consistem numa ou mais redes rectangulares colocadas junto ao fundo em posição vertical, e redes de deriva, quando são mantidas à superfície por meio de boias ou amarradas à embarcação. Nas embarcações pequenas as operações de largar e alar as redes são normalmente manuais. A pesca polivalente é geralmente exercida por pequenas embarcações que actuam perto da costa, dentro da área de jurisdição da capitania do porto em que estão registados ou das capitánias limítrofes.

Quanto à importância relativa de cada uma destas artes na pesca do carapau, verifica-se que nos últimos 30 anos a arte de arrasto é a que contribui, em geral, com maior volume de capturas, seguida do cerco e finalmente a polivalente. Se nos reportarmos a registos de anos anteriores (ICES, 1996a; 1999b), verificamos que nas décadas de 70, 80 e 90 a pesca por arrasto chega a ultrapassar os 50% do total de capturas (Figura 2), chegando a atingir 60%, contra 30% do cerco, na primeira metade dos anos 70 (Borges *et al.*, 1977).



**Figura 2.** Contribuição de cada arte de pesca para o total de carapau capturado na costa portuguesa nas décadas de 60 a 90



No entanto, antes dos anos 70 as capturas de carapau eram maioritariamente provenientes do cerco, tendo ocorrido então uma inversão na importância relativa desta arte, devido à diminuição drástica do número de embarcações cercadoras (Borges *et al.*, 1977) e à sua aparente substituição por arrastões, maiores e mais industrializados.

É interessante também verificar que tanto numa arte como noutra (arrasto e cerco) uma maior captura de chicharro (indivíduos com mais de 25 cm de comprimento) equivale a menor quantidade de carapau; é referido por exemplo por Borges *et al.* (1977) que nos anos de 1958 a 1963 a pesca de arrasto forneceu em média 18.5% de carapau e 81.5% de chicharro, o que indica que os indivíduos adultos constituíam a maior parte da captura.

### **3. 2 Portos de desembarque**

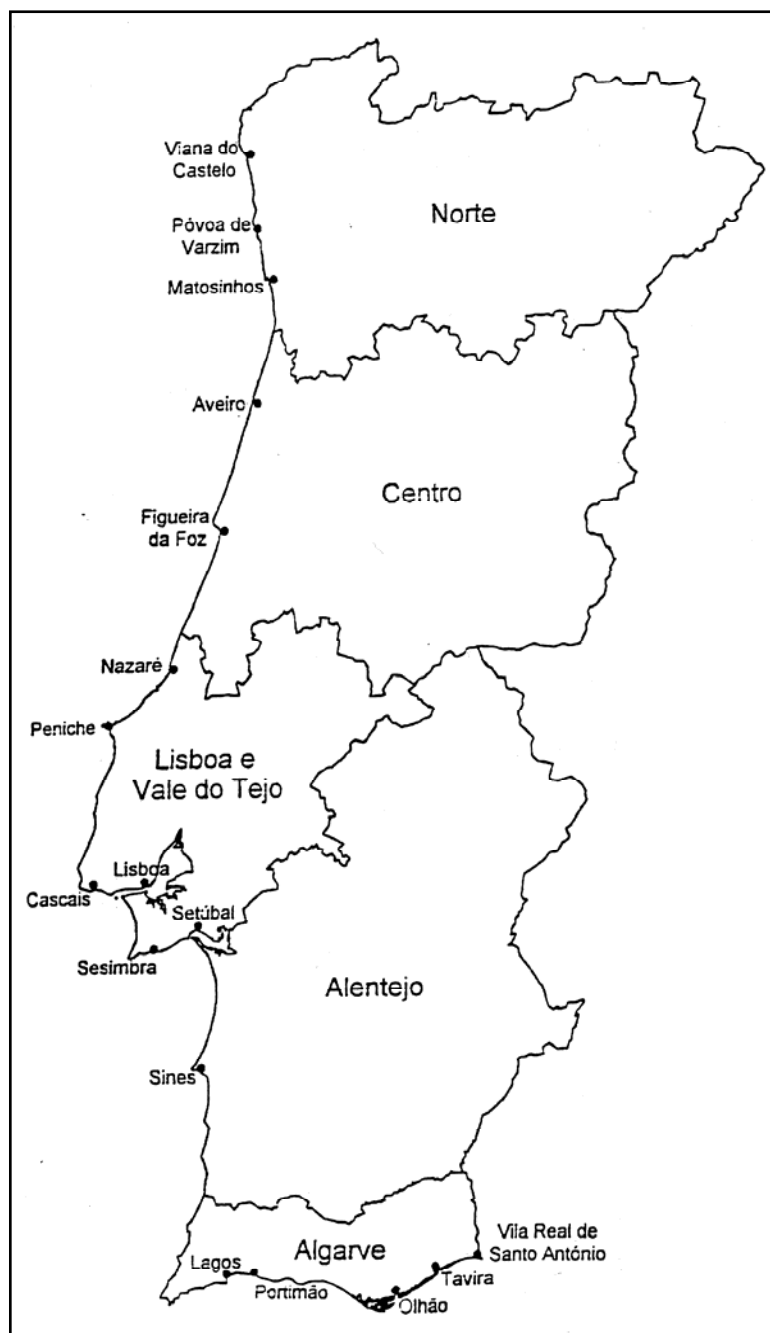
Sendo Portugal um país com uma extensa linha de costa, muitos são os portos de pesca que se distribuem de norte a sul do continente, Madeira e Açores.

Para efeitos das estatísticas da pesca, o território nacional encontra-se dividido em 7 regiões, cada uma com um determinado número de portos (Tabela I).

**Tabela I.** Localização dos portos de pesca do território português por região

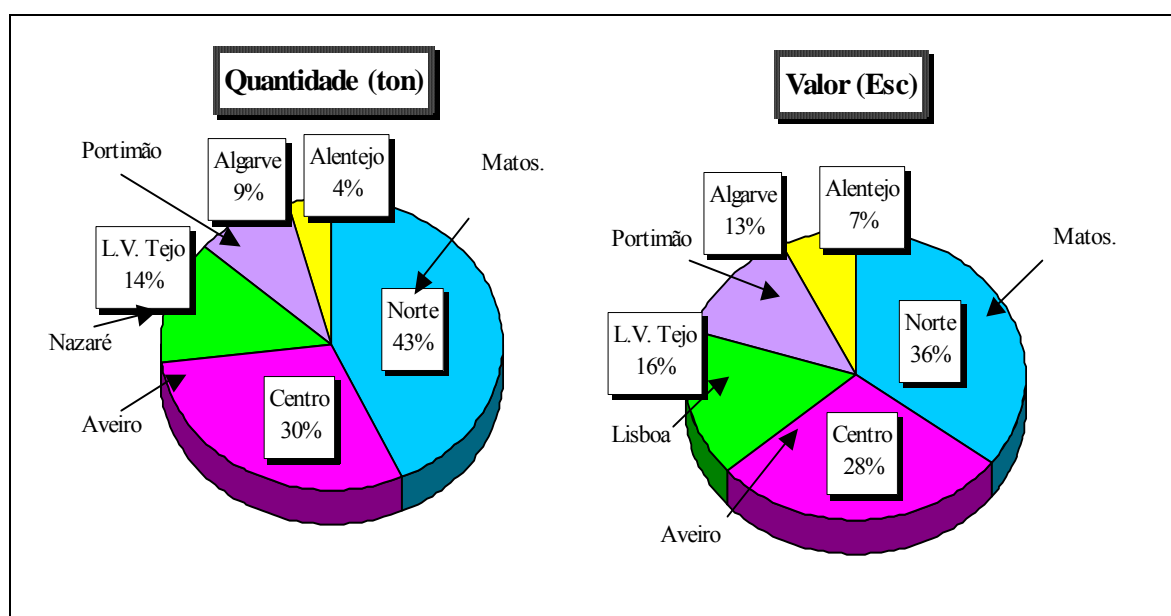
<b>REGIÃO</b>	<b>DENOMINAÇÃO</b>
<b>NORTE</b>	Viana do Castelo Póvoa do Varzim Matosinhos
<b>CENTRO</b>	Aveiro Figueira da Foz
<b>L.V. TEJO</b>	Nazaré Peniche Cascais Lisboa Sesimbra Setúbal
<b>ALENTEJO</b>	Sines
<b>ALGARVE</b>	Lagos Portimão Olhão Tavira V.R.Sto. António
<b>MADEIRA</b>	Madeira Porto Santo
<b>AÇORES</b>	S. Miguel Sta. Maria Terceira Graciosa S. Jorge Faial Pico Flores Corvo

Visto o presente trabalho se reportar unicamente à região continental, apresenta-se na Figura 3 a localização de cada porto do continente.



**Figura 3.** Localização dos portos de pesca do território continental português  
(segundo INE, 1998)

Como já vimos (capítulo I.2) a espécie *Trachurus trachurus* ocorre em toda a costa portuguesa, pelo que é descarregada em todos os portos. Tendo como referência a média dos desembarques dos últimos 5 anos (INE, 1994; 1995; 1997; 1998; DGPA, 1996), verifica-se que foi na região norte, e em particular em Matosinhos, que se efectuou a maior percentagem de desembarques (43%), logo seguido de Aveiro, na região centro, com 30% das capturas; na região de Lisboa e Vale do Tejo foi na Nazaré que se descarregou maior quantidade de carapau (14%), mas curiosamente foi no porto de Lisboa que o seu valor foi mais elevado; Portimão foi o porto que mais contribuiu para o total de descargas de carapau na região do Algarve (9%) e, finalmente, o Alentejo, em particular o porto de Sines, foi a região com menores descargas de carapau (apenas 4% do total de capturas nacionais) (Figura 4).



**Figura 4.** Importância comercial e económica relativa do carapau capturado em cada região do continente português (valores médios do período entre 1994 e 1998)

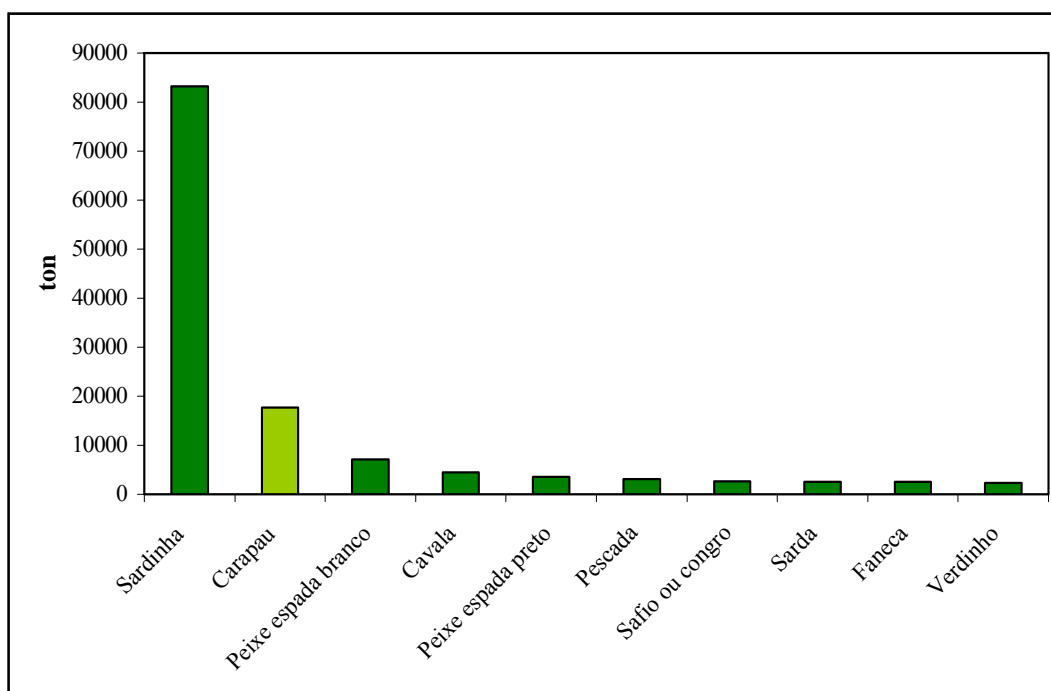
### 3.3 Importância comercial

Muitas são as espécies de interesse comercial que são descarregadas nas lotas portuguesas. Tendo em conta, mais uma vez, os dados das estatísticas da pesca dos últimos 5 anos e considerando as 10 espécies de peixes com maiores pesos médios anuais, verifica-se que a importância de cada uma variou ao longo daquele período.

**Tabela II.** Importância relativa das 10 principais espécies piscícolas de interesse comercial (toneladas médias anuais)

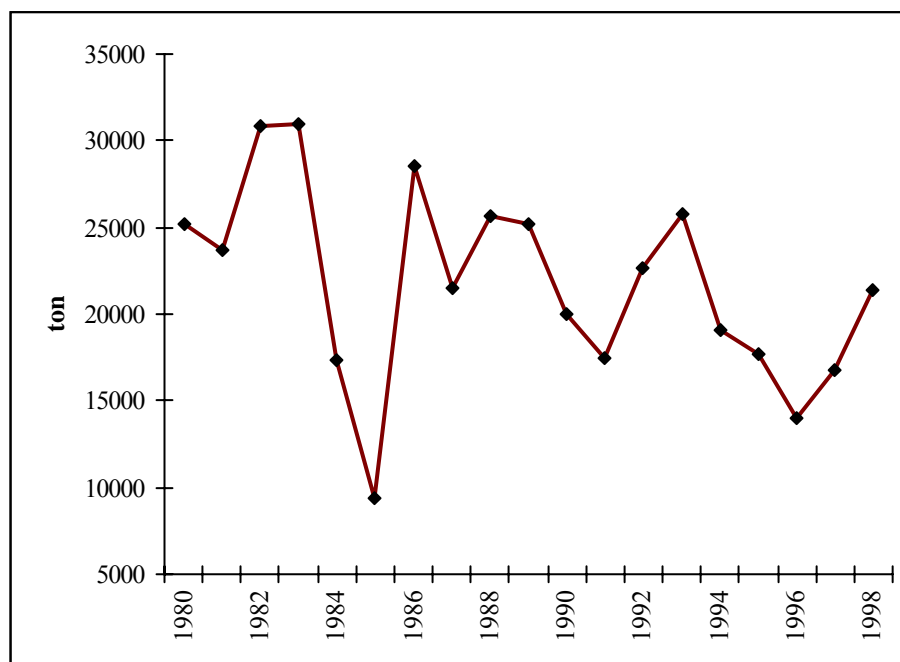
Espécie	1994	1995	1996	1997	1998	Média
<b>Carapau</b>	<b>19050</b>	<b>17165</b>	<b>13595</b>	<b>18331</b>	<b>20487</b>	<b>17726</b>
<b>Cavala</b>	4467	2870	3872	4819	6476	4501
<b>Faneca</b>	2982	3006	2380	2026	2228	2524
<b>Peixe espada branco</b>	8984	8222	7547	6402	4306	7092
<b>Peixe espada preto</b>	3429	4272	3683	3552	3147	3617
<b>Pescada</b>	3488	3563	3420	2668	2641	3156
<b>Safio ou congro</b>	3352	2814	2553	2254	2171	2629
<b>Sarda</b>	2148	2934	2950	2049	2830	2582
<b>Sardinha</b>	94466	81992	83007	76399	80148	83202
<b>Verdinho</b>	1988	2154	3346	2305	1666	2292

A análise da Tabela II permite verificar que o carapau (*Trachurus trachurus*) tem vindo a revelar-se o segundo recurso (considerando apenas as espécies de peixes) mais importante na costa portuguesa (INE, 1994; 1995; 1997; 1998). Em relação ao valor médio dos últimos 5 anos, o carapau descarregado nos nossos portos corresponde a cerca de 1/4 dos desembarques de sardinha (a espécie mais abundante) e a quase duas vezes e meia o peso do peixe espada branco, que é a terceira espécie a nível de capturas na costa portuguesa (Figura 5).



**Figura 5.** Importância relativa (em peso) das 10 principais espécies desembarcadas na costa portuguesa (valor médio do período entre 1994 e 1998)

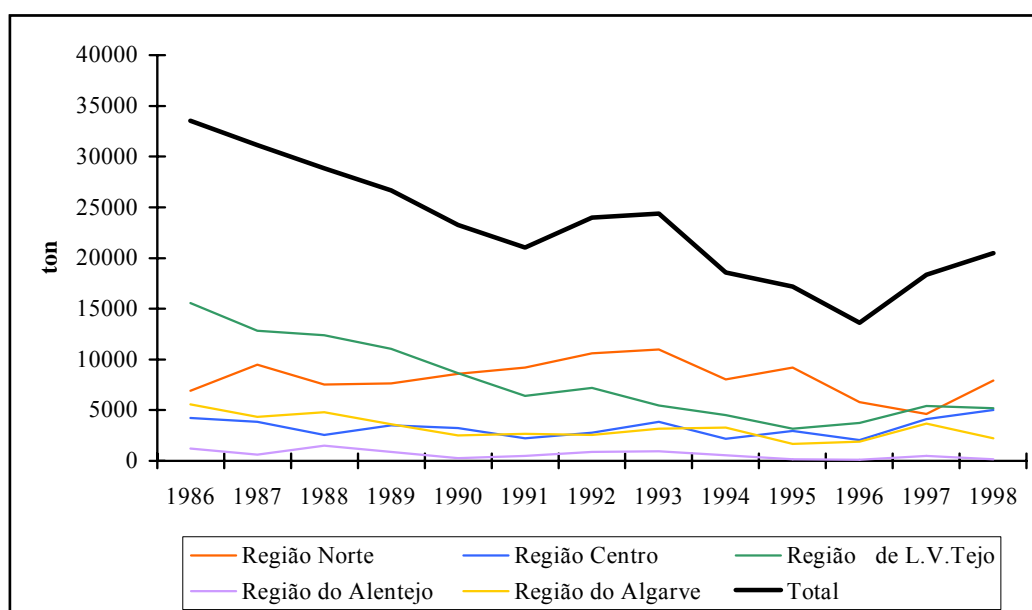
Desde 1980 que o carapau capturado na costa continental portuguesa se mantém ao redor das 15 000 toneladas anuais, excepto em 1996 em que ficou próximo das 14 000 e em 1985 que apresentou um valor drasticamente baixo de 9 400 ton (ICES, 1999) (Figura 6).



**Figura 6.** Capturas de carapau (em toneladas) na costa continental portuguesa nas décadas de 80 e 90

Analisando os valores dos desembarques totais em quantidade nas águas continentais portuguesas durante o período de 1986-1998 (DGPA, 1996; INE, 1998), verifica-se que 1985 foi um ano de capturas extremamente baixas do recurso carapau.

Ao fazer a análise dos mesmos valores por região, pode verificar-se, no geral, uma diminuição dos desembarques, com excepção da região norte, onde se registou uma certa tendência de subida (Figura 7).



**Figura 7.** Desembarques de carapau (ton) total e por região entre 1986 e 1998

Para finalizar a análise da importância comercial desta espécie, faz-se ainda uma referência à fixação do tamanho mínimo de captura.

A aplicação e cumprimento de medidas que permitam proteger eficazmente os recursos biológicos e, em particular, as espécies de pescado comercializável, é da maior importância no controle da exploração dos recursos pesqueiros.

Nas áreas comunitárias o carapau é uma espécie cujo tamanho mínimo de captura está fixado, à semelhança da sarda e da cavala, em 15 cm (Sanches, 1992). No entanto, é aceite pela Comissão europeia a descarga de indivíduos com comprimento inferior áquele, numa percentagem não superior a 5% da captura total.



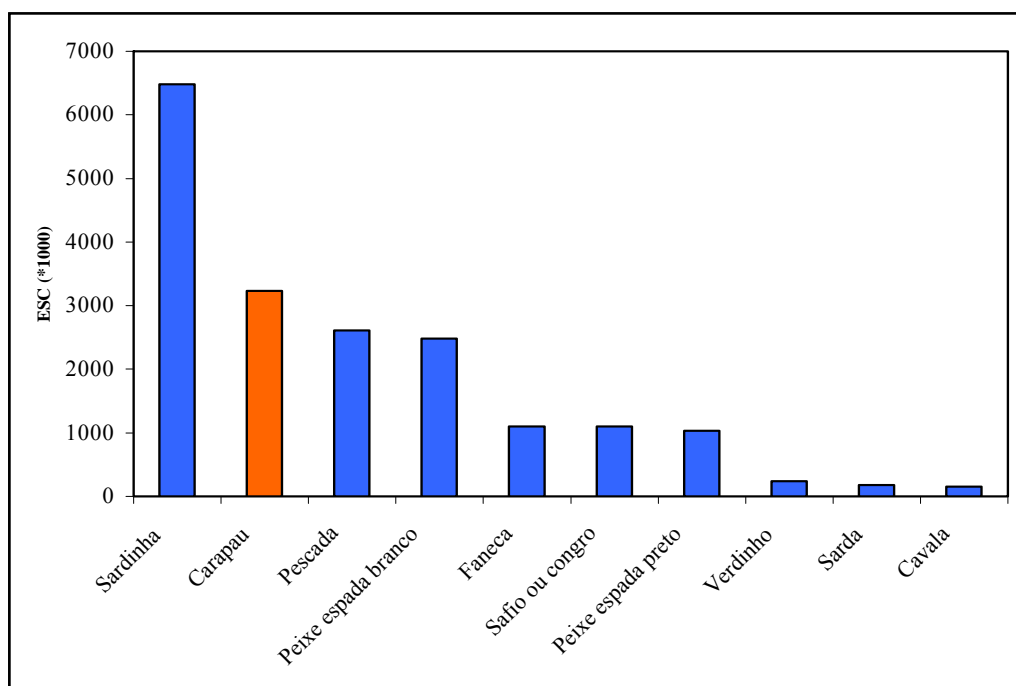
### 3.4 Valor económico da espécie

Fazendo, para o valor económico do carapau, uma análise semelhante à que foi feita para a sua importância comercial, verifica-se que esta espécie continua a ser a segunda mais importante entre as espécies de peixes marinhos capturados em águas portuguesas. A Tabela III apresenta o valor económico médio dos últimos 5 anos, tendo como base as espécies com maior peso descarregado em lota, de acordo com as estatísticas da pesca levadas a cabo pelo INE.

**Tabela III.** Valor económico relativo das 10 espécies de interesse comercial capturadas na costa portuguesa (1000 escudos)

Espécie	1994	1995	1996	1997	1998	Média
<b>Carapau</b>	<b>3420</b>	<b>3155</b>	<b>2492</b>	<b>3399</b>	<b>3708</b>	<b>3235</b>
<b>Cavala</b>	182	95	136	138	234	157
<b>Faneca</b>	1358	1235	1031	915	957	1099
<b>Peixe espada branco</b>	2872	2912	2553	2282	1776	2479
<b>Peixe espada preto</b>	933	1006	960	1068	1179	1029
<b>Pescada</b>	3129	2797	2546	2299	2289	2612
<b>Safio ou congro</b>	1232	1127	1066	1023	1045	1099
<b>Sarda</b>	132	138	290	139	215	183
<b>Sardinha</b>	5485	5142	6840	6498	8423	6477
<b>Verdinho</b>	173	250	387	223	147	236

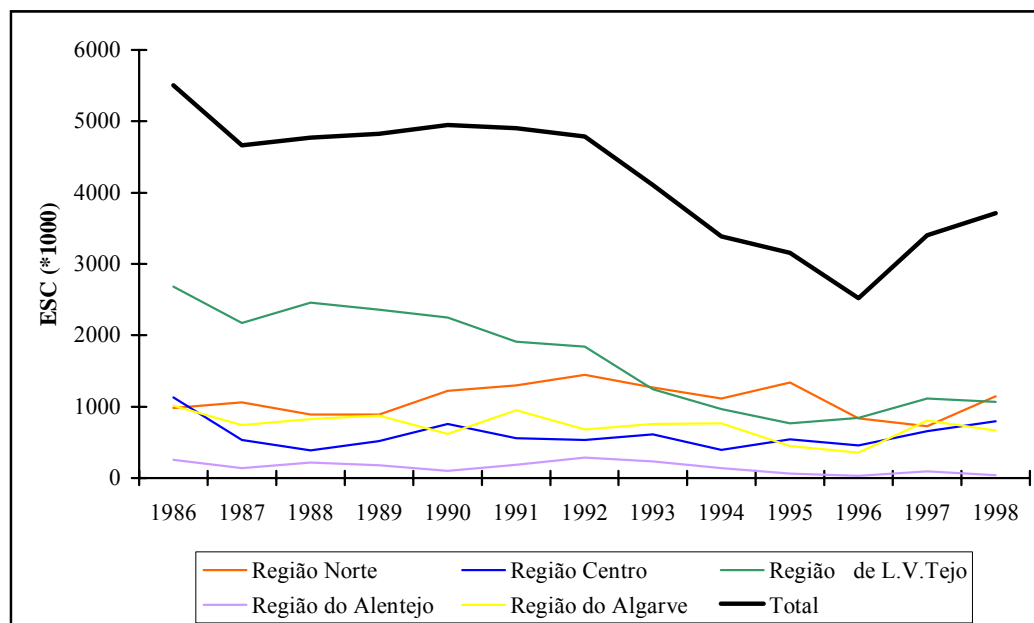
A análise da tabela anterior e da Figura 8 (elaborada com base na referida tabela), mostra que, à semelhança do valor comercial, o carapau é a segunda espécie economicamente mais importante no mercado português, logo a seguir à sardinha.



**Figura 8.** Importância relativa (em escudos) das 10 principais espécies desembarcadas na costa portuguesa (média do período entre 1994 e 1998)

Na figura 9 apresenta-se a variação em valor, por região, do carapau desembarcado em Portugal entre 1986 e 1998.

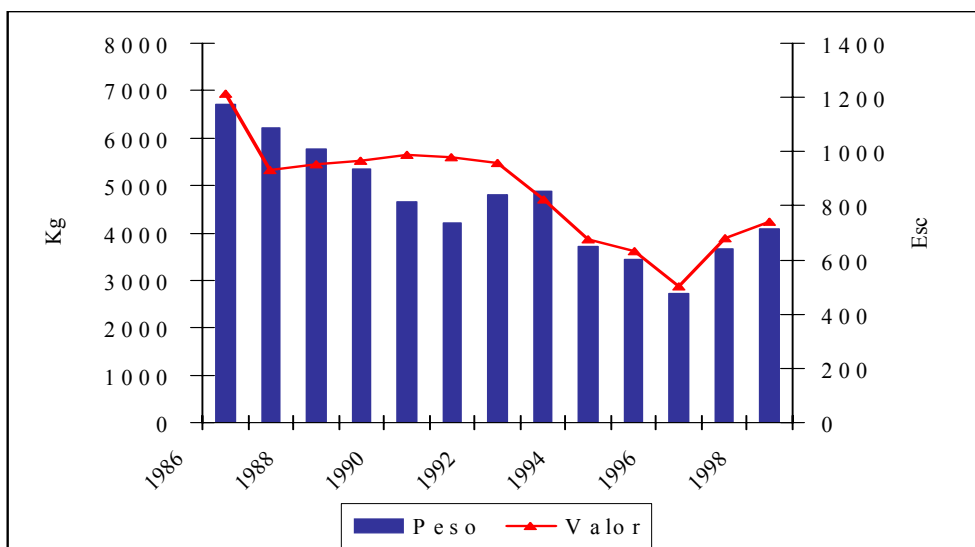
Como seria de esperar face à relação valor comercial/valor económico apresentada, a tendência geral é de descida ao longo do período analisado, sendo mais uma vez a região norte a única em que se poderá aperceber uma ligeira subida, embora muito menos nítida do que no que respeita ao valor comercial desta espécie.



**Figura 9.** Desembarques de carapau (Esc) total e por região entre 1986 e 1998

Para finalizar o estudo da importância do carapau na costa portuguesa, fez-se a comparação da evolução dos valores médios dos desembarques em quantidade e valor, ao longo dos 12 anos analisados (Figura 10).

A observação desta figura mostra que, até aos primeiros anos da década de 90, a economia de mercado funcionou de uma maneira lógica e os preços variaram na razão inversa das capturas, ou seja, quando as quantidades capturadas eram menores os preços aumentavam; curiosamente, a partir de 1993, as oscilações nas capturas foram acompanhadas directamente pelas dos preços – baixas capturas, baixos preços / aumento das capturas, aumento dos preços – o que provavelmente só poderá ser explicado pelo interesse relativo que esta espécie provocou nos consumidores ao longo daqueles anos.



**Figura 10.** Evolução comparativa do valor comercial e económico da espécie *Trachurus trachurus* ao longo da costa portuguesa no período de 1986 a 1998

## **II. METODOLOGIAS APLICADAS**

### **1. Amostragem biológica**

O presente trabalho foi feito com base na observação de amostras recolhidas nos cruzeiros de investigação realizados a bordo de navios do IPIMAR e também de exemplares adquiridos na lota de Peniche, provenientes de capturas comerciais.

O material proveniente dos cruzeiros de investigação foi obtido em 5 campanhas, realizadas a bordo do N/I “Noruega” durante os meses de Fevereiro, Março e Abril de 1992, 1993, 1994 (no âmbito do Projecto FAR 1.203 MA) e 1995 (integrado no projecto SEFOS) e Janeiro, Fevereiro e Março de 1998 (como parte do projecto MPO de carapau e sarda). Foram efectuadas, na zona entre 36° 00’N e 43° 00’N, cerca de 110 estações por cruzeiro (Figura 11), entre as batimétricas dos 20 m e dos 500 m de profundidade, de acordo com o esquema de amostragem referido em Pestana et al. (1990).

As amostras comerciais, com um peso médio de 8 Kg, foram adquiridas quinzenalmente na lota de Peniche, acompanhadas de um impresso indicando as suas características: local e data de recolha, peso total desembarcado e peso da amostra, área de pesca (pesqueiro e profundidade) e esforço de pesca (arte utilizada, número de lances e horas de pesca).

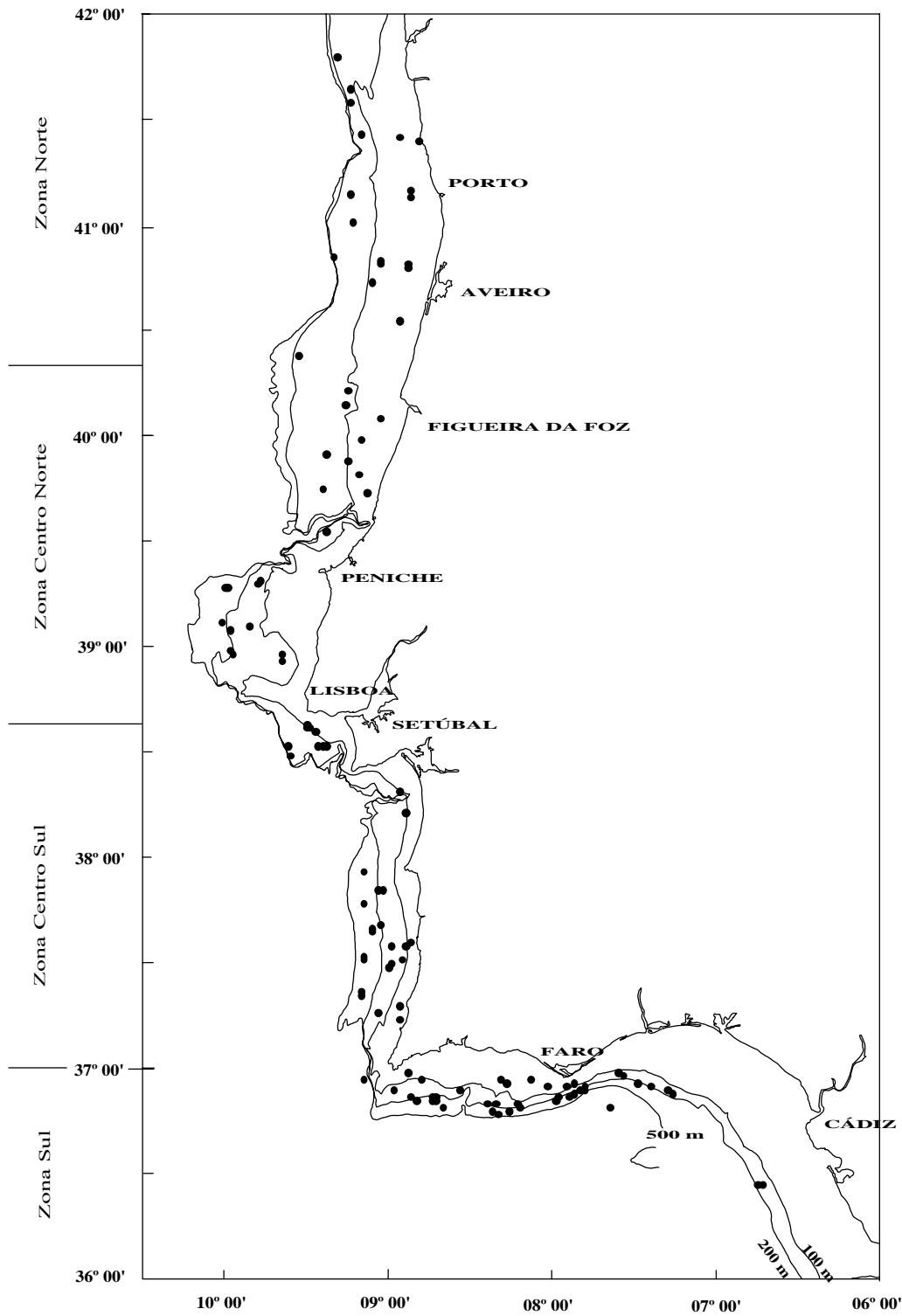


Figura 11. Localização das estações de amostragem onde ocorreram capturas de carapau entre 1992 e 1998

Para a amostragem biológica dos exemplares recolhidos procedeu-se do seguinte modo:

- Registo do peso da amostra (para as amostras obtidas nos navios de investigação, se as capturas eram elevadas foram amostrados pelo menos 200 exemplares; se o total era inferior a esse número todos os indivíduos foram amostrados);
- Distribuição dos indivíduos por classes de comprimento (medidos até ao cm inferior);
- Registo dos seguintes parâmetros:
  - comprimento total individual (medido ao mm inferior)
  - peso total individual (com erro inferior a 0.01g)
  - identificação do sexo (macho, fêmea ou indeterminado)
  - estado de maturação das gónadas (que foram extraídas do peixe, nos exemplares que iam ser utilizados para estudos de fecundidade e maturação)
  - estado de gordura visceral (a que se aplicou uma escala com 4 estados)
  - observação do estômago (cheio ou vazio)
  - peso eviscerado (com erro inferior a 0.01g)
  - recolha de otólitos para estudos de crescimento

Durante os 5 anos em que se recolheu material para este trabalho foram amostrados 10525 peixes, dos quais 5219 eram fêmeas, 4532 eram machos e 774 de sexo indeterminado. Os cruzeiros de investigação forneceram 6426 indivíduos (3331 fêmeas, 2549 machos e 546 de sexo indeterminado) e os restantes 4099 foram provenientes da lota de Peniche (1888 fêmeas, 1983 machos e 228 de sexo indeterminado).

## **2. Metodologia para observação de gónadas**

Imediatamente após a sua extracção dos exemplares, as gónadas destinadas aos estudos de morfogénese, maturação e fecundidade foram guardadas em frascos de plástico bem identificados e fixadas com formalina a 4%. Passadas 48 horas foram passadas para álcool a 70%, onde ficaram conservadas até ao momento do seu processamento.

Posteriormente, e já no laboratório, foram pesadas numa balança de precisão (com erro inferior a 0.01g) e o seu volume medido pelo método do volume de deslocamento (Scherle, 1970).

### **3. Metodologia para observação de otólitos**

Depois de extraídos os otólitos, limpavam-se bem para retirar quaisquer restos de matéria orgânica que dificultariam mais tarde a sua observação, e cada par foi guardado num saco de papel bem identificado: local e data de recolha, número do exemplar amostrado, comprimento do peixe, sexo e estado de maturação.

Os otólitos de exemplares com comprimento total até  $\pm 25$  cm foram observados inteiros (Macer, 1977) e os de exemplares maiores foram partidos e queimados segundo as técnicas de Macer (1977) e Eltink e Kuitert (1989): um otólito de cada par foi partido pelo eixo menor, exactamente pelo centro do núcleo, visto que se for partido fora deste a leitura da idade estará diminuída de, pelo menos, 1 ano, enquanto que se se partir apanhando uma zona extrema do núcleo, a sua interpretação torna-se difícil; em seguida foi polido, tendo-se o cuidado de verificar se a superfície partida ficava bem polida e perpendicular ao eixo maior do otólito. As metades polidas foram colocadas numa placa de latão, com o sulco acústico virado para cima, a qual foi aquecida com um bico de Bunsen até os otólitos ficarem castanhos.

A observação, tanto dos otólitos inteiros como dos partidos, fez-se com uma lupa binocular e luz reflectida, colocados sobre plasticina preta e imersos em óleo de imersão. Para facilitar a leitura das idades utilizou-se um sistema de vídeo que, projectando as imagens num monitor, permite, por contraste, identificar mais facilmente os anéis de crescimento.



### **III. IDADE E CRESCIMENTO**

#### **1. Introdução**

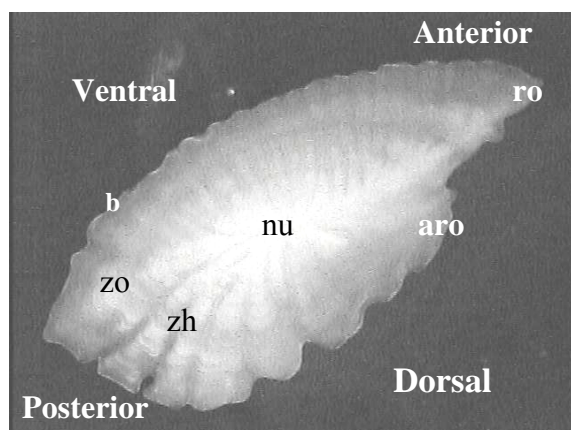
A atribuição de idades nos peixes pode aplicar-se em várias áreas (tais como, gestão de recursos e estimativa da biomassa), mas no presente trabalho o objectivo foi relacionar a fecundidade com a idade.

A determinação da idade dos peixes faz-se pela leitura dos anéis de crescimento nas peças ósseas: escamas, otólitos, vértebras, raios das barbatanas, entre outras. Algumas destas estruturas apresentam, aparentemente, vantagens sobre outras, caso das escamas, que são mais fáceis de recolher e não exigem o sacrifício dos exemplares para a sua obtenção. No entanto, os anéis anuais são mais difíceis de identificar nas escamas dos peixes mais velhos, enquanto que são bastante nítidos nos raios das barbatanas. Os otólitos, embora impliquem a perda do exemplar para a sua obtenção, apresentam maior nitidez não só dos anéis anuais como também dos diários nos juvenis.

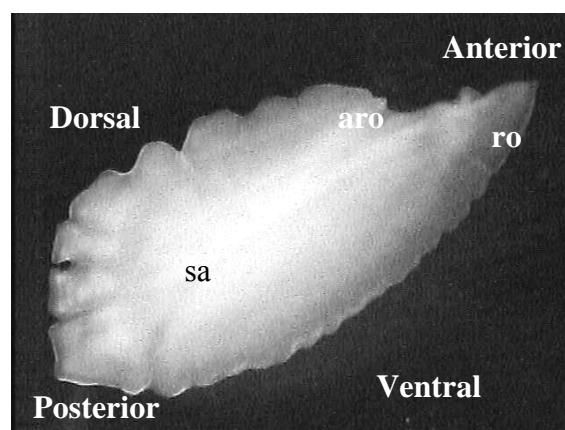
Independentemente da espécie em estudo e da estrutura observada, o que é realmente importante é a validação das leituras das idades, que, a não ser feita, pode resultar na indeterminação da mortalidade total e mascarar a importância de uma classe anual mais forte (Beamish e McFarlane, 1983).

A leitura de idades em otólitos é um bom método para avaliar a taxa de crescimento de uma espécie (Isidro, 1988; Gordo, 1992), enquanto que a identificação do 1º anel e as curvas de crescimento são potenciais ferramentas para a separação de stocks (Levi *et al.*, 1994; Borges, 1996). Um fenómeno a que se deve dar especial atenção neste tipo de estudo é o das migrações, que dificultam a comparação das curvas de crescimento entre áreas.

Os otólitos encontram-se no ouvido interno, fazendo parte do labirinto. São três pares, que se situam, nomeadamente, um na parte anterior do labirinto - otólitos *lapillus* - e dois na parte posterior - otólitos *asteriscus* e *sagitta*. Este último é o que se utiliza para a leitura de idades, visto os restantes serem demasiado pequenos (Figura 12).



Vista da face externa do otólito



Vista da face interna do otólito

- ro – rostró
- aro – antirostró
- nu – núcleo
- zo – zona opaca
- zh – zona hialina
- b – bordo
- sa – sulco acústico

**Figura 12.** Estruturas identificáveis nos otólitos de carapau  
(fotografias de Ana Costa)

Estes pequenos ossos têm por função manter o equilíbrio do corpo e, de acordo com Degens *et al.* (1969), registrar a profundidade e o som. A sua observação permite desenvolver estudos de idade e calcular a taxa de crescimento, e a sua importância é reconhecida em estudos de paleontologia (pela observação de otólitos fósseis), na classificação e filogenia dos peixes (Sanz Echeverria, 1949, *in* Godinho, 1974), na determinação do tipo de alimentação e tamanho das presas de vertebrados marinhos (Scott, 1906; Adams, 1940 e Vladykov, 1946, *in* Godinho, 1974; Isidro, 1988) e na identificação de espécies afins (Kottaus, 1961 e Botha, 1971, *in* Godinho, 1974).

De um modo geral, os otólitos são alongados, ponteados na parte anterior e arredondados na posterior e com o bordo dorsal mais curvo e irregular do que o ventral. Possuem um rostrum e um anti-rostrum salientes. A face interna é convexa, apresentando um sulco – sulco acústico –, enquanto que a face externa é côncava; a parte central - núcleo - é opaca e rodeada por anéis opacos e hialinos. A forma dos otólitos é determinada na altura da formação do núcleo (já concluída em post-larvas de 15-20 mm); a deposição do novo material não é homogénea, o que faz com que sejam mais espessos numa zona do que noutra e que o núcleo seja normalmente excêntrico.

A forma dos otólitos varia muito de espécie para espécie: em peixes como o bacalhau, são alongados, estreitos e espessos; noutros peixes do mesmo tipo (como a pescada e o verdinho) são igualmente alongados mas menos espessos, enquanto que nos peixes achatados (linguado, solha, etc.) são ovais e finos durante quase toda a vida do peixe, só aumentando de espessura quando o animal é muito velho. Nestas espécies em particular, os otólitos crescem em comprimento e largura até ao tamanho máximo, a partir do qual o novo material que se deposita só serve para aumentar a espessura do otólito. Este padrão de crescimento já foi encontrado em exemplares de gadídeos com muitos anos de idade e também em carapau (Macer, 1970).

A partir de observações feitas em amostras provenientes da costa sul portuguesa, verificou-se que a forma dos otólitos não varia com o sexo, idade ou coorte, mas sim com a lateralidade (o otólito esquerdo tem uma forma diferente da do otólito direito) (Murta *et al.*, 1996), facto a ter em conta nos estudos que envolvam a observação de otólitos. Sabe-se também que pode haver diferenças no número de anéis identificados em cada um do par de otólitos do mesmo peixe (Williams e Bedford *in* Bagenal, 1974), pelo que se deve escolher sempre o otólito do mesmo lado, consoante acordado entre os leitores, e confirmar as leituras com o par.

Os otólitos são constituídos por finos cristais de carbonato de cálcio (aragonite), em forma de agulhas de tamanho variável, que partem do núcleo, constituído por material opaco, e atravessam uma rede de matéria orgânica – conchiolina. Durante os primeiros meses de vida do peixe e até ao princípio do inverno deposita-se material opaco, ao qual se segue a

deposição de material hialino. Este é constituído por uma proteína caracterizada por altas concentrações de ácidos aspártico e glutâmico, cistina e hidroxiprolina e baixas concentrações de aminoácidos básicos (Degens *et al.*, 1969).

Sabendo-se que o crescimento do otólito se deve à formação de carbonato de cálcio pela deposição deste elemento através da comida ou da água, é interessante referir as experiências levadas a cabo por Irie *et al.* (1967), que estudaram a assimilação de cálcio por carpas em cativeiro, e de Schiffman (1958, *in* Irie *et al.*, 1967), que havia estudado a assimilação de estrôncio por trutas. Das experiências destes autores conclui-se que a cristalização por vezes observada nos otólitos e que dificulta a sua leitura pode ser devida ao tipo de alimentação disponível ou ao tipo de águas em que o animal vive.

Na observação de um otólito podem distinguir-se diversos tipos de anéis, que podem ser identificados da seguinte maneira (de acordo com Kerstan e Waldron, 1995):

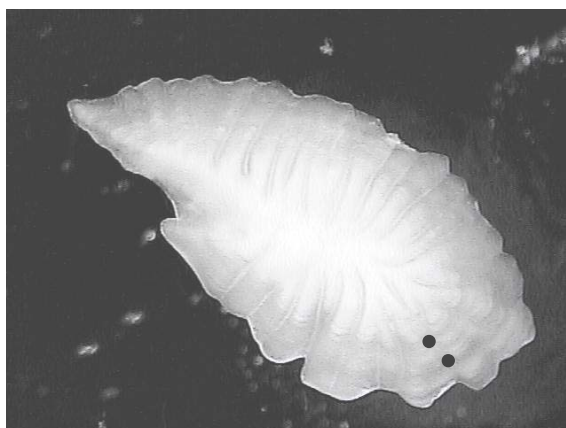
Zona de crescimento - conjunto de uma zona opaca e uma hialina;

Zona de crescimento anual - zona de crescimento simples (apenas um anel opaco e um hialino) ou múltiplo (com anéis intermédios) correspondente a um ano;

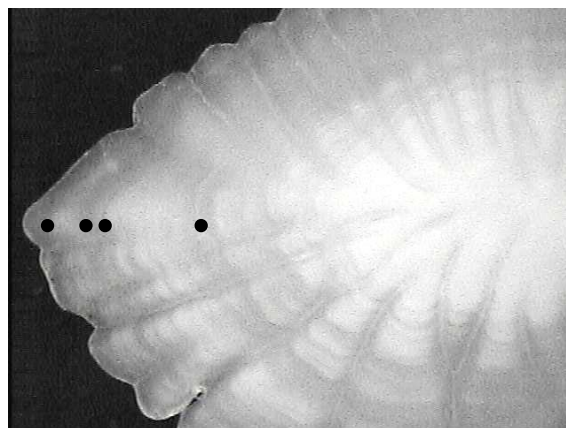
Falso anel – zona hialina incluída na zona opaca e que não corresponde a um anel anual;

Anel juvenil - falso anel depositado durante o primeiro ano de vida.

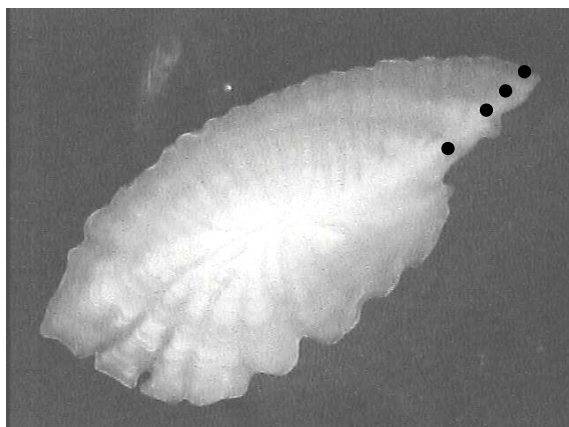
No carapau capturado a oeste da Irlanda foi observado por Eltink e Kuitert (1989) que as zonas hialinas se depositam durante as épocas de pré-desova e desova e durante as migrações e correspondem a fases de crescimento lento; as zonas opacas correspondem aos períodos em que o peixe se alimenta e tem um crescimento mais rápido. É pela contagem destes anéis que se atribuem as idades aos indivíduos (Figura 13).



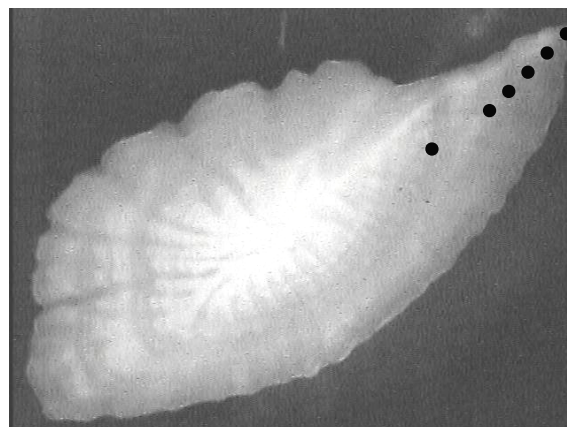
2 anos, bordo H, sexo ind., L = 16.4 cm  
Local e data de captura: Peniche, 1/6/93



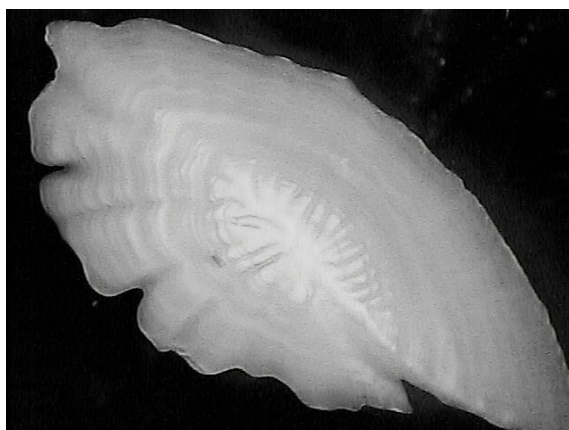
4 anos, bordo O, F 1, L = 24.5 cm  
Local e data de captura: Peniche, 9/11/93



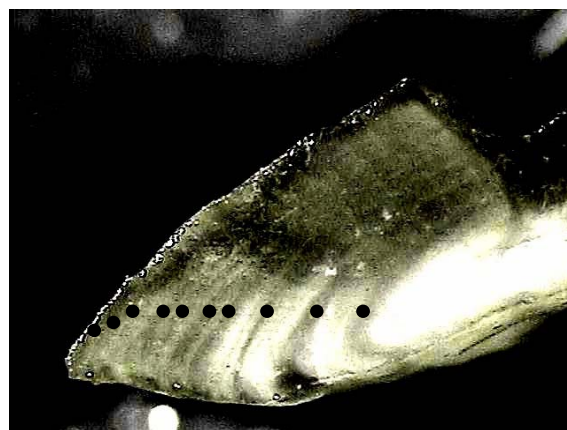
4 anos, bordo H, F 5, L = 24.1 cm  
Local e data de captura: Lisboa, 2/3/93



6 anos, bordo H, F 5, L = 27.4 cm  
Local e data de captura: Lisboa, 11/3/93



10 anos, bordo O, F 5, L = 30.1 cm  
Local e data de captura: Peniche, 25/8/93



10 anos, bordo O, F 5, L = 30.1 cm  
Local e data de captura: Peniche, 25/8/93

**Figura 13.** Otólitos de carapau, com indicação das respectivas idades, bordo, sexo, estado de maturação e local e data de captura (fotografias de Ana Costa)

Nos primeiros anos de vida a zona opaca é normalmente mais larga do que a hialina; com a idade do peixe as zonas opacas são cada vez mais estreitas, enquanto que as hialinas mantêm a mesma largura (Williams e Bedford *in* Bagenal, 1974). Nos adultos a deposição das zonas hialinas e opacas corresponde a épocas de desova e repouso, respectivamente; nos juvenis parece ser a disponibilidade alimentar a maior responsável pela deposição do diverso material, o que pode provocar falsos anéis (Marecos *et al.*, 1978; Kerstan e Waldron, 1995; Borges, 1996).

As condições ambientais são bons marcadores dos anéis dos otólitos: sabe-se que nos peixes de águas frias e temperadas, onde ocorrem maiores variações ambientais, nomeadamente alterações de temperatura, os anéis sazonais estão mais bem marcados do que nos peixes tropicais, em que os anéis anuais estão mal definidos (Panella *in* Bagenal, 1974); também o número de anéis juvenis ou de falsos anéis reflecte as características do meio ambiente: muitos destes anéis indicam um meio ambiente em alteração, enquanto que num meio ambiente constante, de estações sazonais bem marcadas, os otólitos registam poucos anéis falsos (Kerstan e Waldron, 1995).

De acordo com diversos autores (Letaconnoux, 1951; Barraca, 1964; Macer, 1977; Marecos e Monteiro, 1978; Nazarov, 1978; Marecos *et al.*, 1982; Fariña Perez, 1983; Eltink e Kuitert, 1989, entre outros), a leitura de otólitos de carapau revela-se por vezes difícil, em particular nos animais maiores.

Tentando minimizar as dificuldades sentidas na leitura dos otólitos, têm sido utilizadas diversas técnicas na identificação e contagem dos anéis, conforme o tamanho do peixe, nomeadamente: imersão em diferentes líquidos, tais como ácido acético a 15% e posterior coloração com uma solução violeta (Barraca, 1964), um agente clarificador (Macer, 1977), água, xilol ou álcool a 70 ou 95% (Isidro, 1988; Kerstan, 1985); montagem em resina e posterior imersão em álcool ou glicerina (Williams e Bedford *in* Bagenal, 1974); corte, polimento e queima (Eltink e Kuitert, 1989); secções transversais, observadas entre duas lâminas de vidro (Pérez, 1983; Isidro, 1988).

Tendo em conta a morosidade e o grande número de pessoas que a aplicação destas diferentes técnicas de determinação de idades requerem, têm vindo a ser desenvolvidas técnicas de análise de imagem (já referidas por Fawell, 1974), que poupam tempo e meios humanos na atribuição das idades dos peixes. Estas técnicas baseiam-se na observação, ao microscópio ou à lupa, de otólitos montados num meio refractário, com o apoio de um computador e de um monitor onde se projectam as imagens. A análise das imagens é feita com base no contraste que os otólitos apresentam quando queimados ou cortados em finas secções.

Quando da observação de otólitos para determinação de idades devem tomar-se em consideração alguns conhecimentos importantes, nomeadamente: em determinadas espécies (verdinho, pescada e peixes achatados juvenis, por exemplo) os anéis apresentam-se mais nítidos se se observarem os otólitos imediatamente após a sua recolha (Williams e Bedford *in* Bagenal, 1974); queimar os otólitos partidos melhora a identificação tanto dos anuais como dos falsos anéis, mas a coloração ideal (dependente do tempo que se submete o otólito à chama) varia com a espécie e o tamanho do otólito; a observação à lupa pode ser feita com luz reflectida (incidente directamente por cima do otólito), mais indicada para os otólitos finos e cuja observação pode melhorar se estes forem mergulhados num líquido (água ou óleo de imersão, por exemplo) sobre fundo escuro, ou luz transmitida (que, incidindo por baixo do otólito, o atravessa e evidencia os anéis).

Para a correcta leitura da idade de um peixe podem ter de se utilizar métodos de observação combinados, por exemplo, um otólito inteiro e um partido (cujas idades lidas têm, obviamente, de coincidir), luz transmitida e luz reflectida (cuja variação da direcção de incidência poderá melhorar a observação) ou diferentes ampliações (15-25x para otólitos pequenos e 30-50x para os mais velhos).

Em Portugal o estudo dos anéis de crescimento dos otólitos de carapau foi realizado pela primeira vez por Ramalho e Pinto (1954), tendo vindo a ser actualizado por diversos autores até aos nossos dias, nomeadamente, Marecos *et al.* (1978), Arruda (1982), Borges e Gordo (1991), entre outros.

## 2. Metodologia

Os otólitos destinados aos estudos de crescimento foram recolhidos, guardados e observados de acordo com a metodologia indicada no Capítulo II.

Durante o período em que decorreu o trabalho foram amostrados 7171 exemplares, com comprimentos entre 7.6 e 41.9 cm e idades compreendidas entre 0 e 25 anos (Tabela IV).

**Tabela IV.** Número de observações, Máximo, Mínimo e Desvio Padrão dos comprimentos e idades dos exemplares amostrados

<b>ANO</b>	<b>VAR.</b>	<b>Nº OBS.</b>	<b>MÍN.</b>	<b>MÁX.</b>	<b>MÉD.</b>	<b>DP</b>
<b>1992</b>	Comp. T	1349	9.8	41.6	24.3	5.9
	Idade	1349	0	23	6	3.6
<b>1993</b>	Comp. T	1900	7.6	39.1	22.5	5.8
	Idade	1900	1	25	5	2.9
<b>1994</b>	Comp. T	965	12.2	40.5	23.0	5.3
	Idade	965	1	19	4	2.8
<b>1995</b>	Comp. T	1357	9.1	41.9	24.2	4.5
	Idade	1357	1	21	5	2.8
<b>1998</b>	Comp. T	1600	11.5	38.2	23.3	4.1
	Idade	1600	0	14	5	2.6
<b>TOTAL</b>	Comp. T	7171	7.6	41.9	23.3	3.0
	Idade	7171	0	25	4.7	5.3

Para a estimativa dos parâmetros de crescimento aplicaram-se as seguintes equações:

- equação de von Bertalanffy (1938) para o crescimento em comprimento:

$$L_{(t)} = L_{\infty} * [1 - \exp (- k * (t - t_0) ) ]$$



onde  $L_{(t)}$  = comprimento total individual

$L_{\infty}$  = comprimento assintótico (comprimento médio dos indivíduos de maior idade observados)

$k$  = taxa de crescimento

$t$  = tempo (em anos)

$t_0$  = parâmetro de condição inicial (em anos), teoricamente coincidente com a evolução do ovo para a larva

- relação peso/comprimento:

$$W_{(i)} = q * L_{(i)}^b$$

onde  $W_{(i)}$  = peso total individual

$q$  = constante na relação peso/comprimento

$b$  = constante na relação peso/comprimento

$L_{(i)}$  = comprimento total individual

- equação de von Bertalanffy (1938) para o crescimento em peso:

$$W_{(t)} = W_{\infty} * [1 - \exp(-k * (t - t_0))]^b$$

onde  $W_{(t)}$  = peso total individual

$W_{\infty}$  = peso assintótico (peso médio dos indivíduos observados com maior peso)

$k$  = taxa de crescimento

$t$  = tempo (em anos)

$t_0$  = parâmetro de condição inicial (em anos), coincidente teoricamente com o tempo de nascimento do indivíduo, ou seja, a passagem do estágio de ovo para o de larva

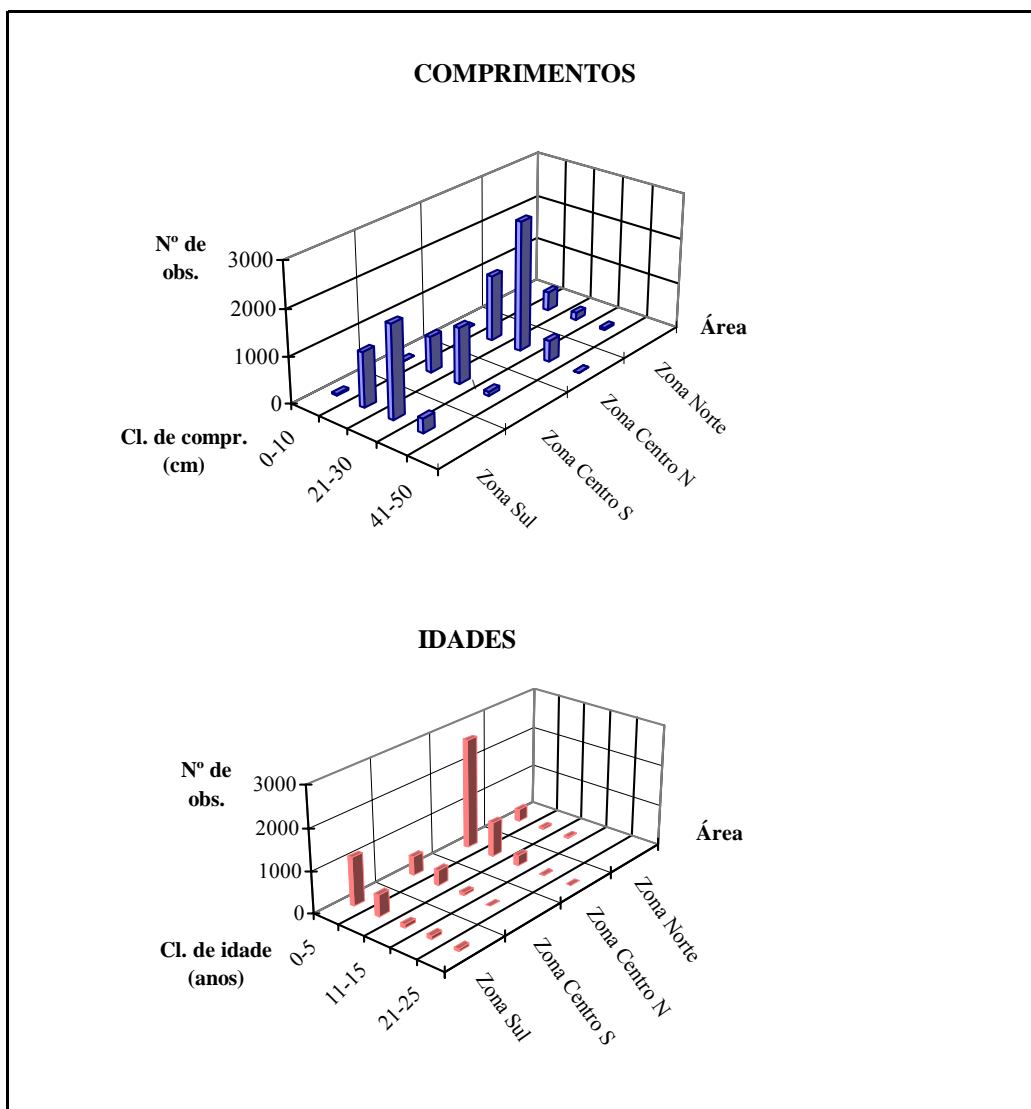
Para comparar as curvas de crescimento foi aplicada uma análise de covariância (distribuição de F), segundo Zar (1984).

O factor de condição (K), baseado na relação peso-comprimento, é um indicador da condição fisiológica do peixe e foi determinado pela relação  $K = (W/L^3)*100$  , em 6303 indivíduos.

Depois de feitas chaves separadas por sexo para 2118 indivíduos provenientes de Peniche, 1045 fêmeas e 1073 machos, verificou-se que não havia diferenças significativas nas correspondentes curvas de crescimento, pelo que se elaboraram as chaves de comprimento/idade com os dois sexos em conjunto, a partir de 6620 indivíduos, de ambos os sexos, obtidos tanto nos cruzeiros como em Peniche.

### 3. Resultados

A distribuição espacial dos comprimentos e idades dos indivíduos amostrados ao longo da costa está representada na Figura 14. Pela sua observação verifica-se que a classe de comprimento de 21-30 cm foi a mais abundante, enquanto que os exemplares com mais de 40 cm apenas foram encontrados na zona Centro-Norte; quanto à distribuição de idades, as classes mais abundantes foram as de 0-10 anos; exemplares com mais de 20 anos foram encontrados nas zonas Centro-Norte e Sul.



**Figura 14.** Distribuição espacial dos comprimentos e idades do carapau capturado entre 1992 e 1998

Para cada ano estudado foram construídas chaves de comprimento/idade, apresentadas na Tabela V (de **a** a **e**). De 1992 a 1994 os grupos de idades entre 1 e 5 anos foram os mais abundantes, enquanto que nos anos de 1995 e 1998 os grupos de idades mais fortes foram os dos 3 aos 6 anos. Na Tabela Vf (representativa do total de observações) vê-se que a moda de idades se situa nos 3 anos, com abundâncias igualmente elevadas das classes dos 2 aos 7 anos.

A deposição dos anéis opacos e hialinos está, como já foi referido, relacionada com diversos factores, entre eles a época de desova. Assim, foi elaborado um gráfico com a variação do tipo de bordo observado ao longo de cada ano. A observação da Figura 15 mostra que o bordo hialino é preponderante nos meses de Janeiro a Março, atingindo igualmente em alguns anos, percentagens máximas em Novembro-Dezembro, correspondendo à longa época de desova que esta espécie apresenta ao longo da costa portuguesa (Borges, 1978; Borges e Gordo, 1991). Nos meses quentes de Junho a Setembro é o bordo opaco que predomina, o que indica uma época de forte crescimento.

Com base nos dados das chaves de comprimento/idade e aplicando a equação de von Bertalanffy, elaboraram-se as curvas de crescimento de cada ano individualmente, bem como a da conjugação de todos os anos, representadas na Figura 16.

**Tabela Va.** Chave de comprimento/idade do carapau capturado em 1992

Anos cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	n
9	1																1
10	2	1															3
11	1	11															12
12		11															11
13		29															29
14		31	3														34
15		33	11														44
16		8	21														29
17		4	27	2													33
18		8	28	10													46
19		2	28	15	9												54
20			27	45	19												91
21			19	49	15	4											87
22			9	43	29	5											86
23				22	38	29	4										93
24				6	26	47	12										91
25					14	24	29	10	2								79
26					1	17	21	11	6		1						57
27						5	12	12	12	5	10						56
28							5	15	14	10	23	4	1				72
29						2	2	6	12	9	33	9	1	1			75
30							1	1	5	10	33	15	3		1		69
31									1	7	33	16	5				62
32										3	16	13	7	4	1		44
33											6	10	10	4	1		31
34											5	3	6	4			18
35												1	6	7		1	15
36											1	2	3	2		1	9
37									1					2	1		4
38														3		2	5
39																	0
40																1	1
41												1				1	2
n	4	138	173	192	151	133	86	55	52	45	161	74	42	27	4	6	1343
Comp. méd.	10.5	14.6	18.8	21.4	22.8	24.7	26.0	27.5	28.4	29.9	30.5	31.7	33.3	34.9	33.5	38.6	

**Tabela Vb.** Chave de comprimento/idade do carapau capturado em 1993

Anos cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	n
7	1															1
8	7															7
9	10															10
10	10															10
11	10															10
12	18															18
13	17	26														43
14	13	44														57
15	24	97														121
16	10	97	2													109
17	10	36	23													69
18	2	39	46	1												88
19	1	24	71	4												100
20		13	90	21												124
21		1	62	47	2	1										113
22		2	44	43	10											99
23		1	37	54	20	3										115
24			4	40	46	17										107
25			1	19	51	29	5									105
26				5	15	41	13	2								76
27					12	37	30	5		1						85
28					1	22	37	19	7	2						88
29					3	11	31	18	17	3	2					75
30					1	1	7	8	13	22	18					70
31						1	5	1	6	10	12	1				36
32							1		2	7	12	4				26
33							1	1		1	8	6		1		18
34									1	2	6	1				10
35							1	2	2		2	4	2	2	2	17
36								1	1		2	2	2			8
37											1				2	3
38											1	1	1		5	8
39															1	1
n	133	380	380	234	161	163	121	57	49	48	64	19	5	3	10	1827
Comp. méd.	13.4	16.4	20.5	22.9	25.0	26.7	28.4	29.4	30.5	30.9	32.3	34.1	36.3	34.8	37.7	

Tabela Vc. Chave de comprimento/idade do carapau capturado em 1994

Anos cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	n
12	4															4
13	21															21
14	31	5														36
15	27	12														39
16	12	11	1													24
17	1	14	17													32
18		9	19													28
19	5	17	17													39
20	4	32	47	18												101
21		22	69	20												111
22	1	13	38	37												89
23		4	22	32	11											69
24			7	26	15	10										58
25			1	9	24	15	4									53
26				3	21	11	2	1								38
27					10	15	7	2								34
28					4	9	11	6								30
29						8	11	17	6	1						43
30							7	5	6	3						21
31							1	6	3	3	2					15
32							1	2	8	1	2					14
33									1	2	2	3				8
34								2				2	1			5
35								1			2	5	1	1	2	12
36													1			1
37												3	3			6
38										1				1	2	4
39										1	2	1			1	5
40													2	1		3
n	106	139	238	145	85	68	44	42	24	12	10	14	8	3	5	943
Comp. méd.	15.2	19.3	21.0	22.9	25.6	26.8	28.7	30.1	31.1	32.7	34.2	35.5	37.2	38.1	37.5	

**Tabela Vd.** Chave de comprimento/idade do carapau capturado em 1995

Anos cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	n
9	1															1
10																0
11																0
12	1															1
13																0
14	23															23
15	20															20
16	16	6														22
17	6	7														13
18	1	25	13					1								39
19		45	70													115
20		4	62	14												80
21		1	45	33	2			1								82
22		1	51	42	10			1								105
23		1	64	73	15											153
24		1	33	68	36	3			2							143
25			2	46	68	10	1									128
26				4	63	44	9	3								123
27					10	42	33	1	1	1	2					90
28					1	15	27	19	3	1	1					67
29							8	14	11	5	1	1				40
30								2	4	8	5	2	1	1		23
31								1	9	3	9	1	1			24
32								1		1	4	3				9
33											2	2	3			7
34											2	2		1	1	6
35											1	1	3	2		7
36											2	4	1	3	1	11
37												2	7	3	2	14
38											1			3	1	5
39														2	1	3
40															1	1
41															1	1
42															1	1
n	68	91	341	280	205	114	80	43	28	19	30	18	16	15	9	1357
Comp. méd.	15.5	19.0	21.6	23.5	25.3	26.9	27.7	28.6	30.1	30.1	32.0	34.0	35.5	37.0	38.7	



**Tabela Ve.** Chave de comprimento/idade do carapau capturado em 1998

Anos cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12+	n
11	10													10
12	10													10
13	8	11												19
14	3	11												14
15	2	11												13
16	6	11	1											18
17		3	12											15
18			15	10										25
19			20	20		1								41
20			24	37	1	1								63
21			18	28	10	2								58
22			5	30	19	1								55
23			2	26	35	32	11							106
24				2	45	39	55	3						144
25				1	15	29	14	32	19	3	2			115
26					3	14	33	12	14	11	2			89
27						6	19	23	3	9	7	2		69
28							3	19	15	6	12	2		57
29							3	14	9	5	6	2		39
30								6	6	5	7	1		25
31							1	7	7	4	2		1	22
32								7	3	4	1		1	16
33							1			2			1	4
34								1			1	1		3
35											1		2	3
36														0
37														0
38													1	1
n	39	47	97	154	128	125	140	124	76	49	41	8	6	1034
Comp. méd.	13.4	15.4	19.9	21.3	23.7	24.7	25.7	27.8	28.1	28.7	29.0	29.5	33.6	

Tabela Vf. Chave de comprimento/idade do carapau capturado entre 1992 e 1998

Anos cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	n
7		1															1
8		7															7
9	1	11															12
10	2	11															13
11	11	21															32
12	10	34															44
13	8	78	26														112
14	3	109	52														164
15	2	115	120														237
16	6	57	136	3													202
17		24	96	42													162
18		11	116	98	1												226
19		8	134	193	13	1											349
20		4	100	281	73	1											459
21			61	253	125	10	1	1									451
22		1	30	206	170	26		1									434
23			8	171	232	107	18		2								538
24			1	52	205	183	97	3									541
25				6	103	196	97	52	21	3	2						480
26					16	130	150	47	26	11	3						383
27						43	125	105	23	15	19	4					334
28						6	54	109	73	26	38	7	1				314
29						5	24	60	70	48	48	14	2	1			272
30						1	2	21	26	38	73	39	5	1	2		208
31							2	13	16	29	51	39	8	1			159
32								9	6	17	26	31	15	5	1		109
33							1	1	1	3	9	22	22	7	2		68
34								1	2	1	8	12	11	8	1	1	42
35								1	3	2	1	6	18	15	5	5	54
36									1	1	1	6	9	6	3	2	29
37										1		1	5	12	4	4	27
38											1	2	2	4	4	10	23
39											1	2	1		2	3	9
40												1		2	1	2	5
41													1			2	3
42																1	1
n	43	492	880	1305	938	709	571	424	270	195	281	186	99	56	25	30	6504
Comp. méd.	13.1	14.6	18.0	21.1	23.2	25.1	26.4	28.0	28.8	29.9	30.4	32.0	33.9	35.5	36.3	38.1	

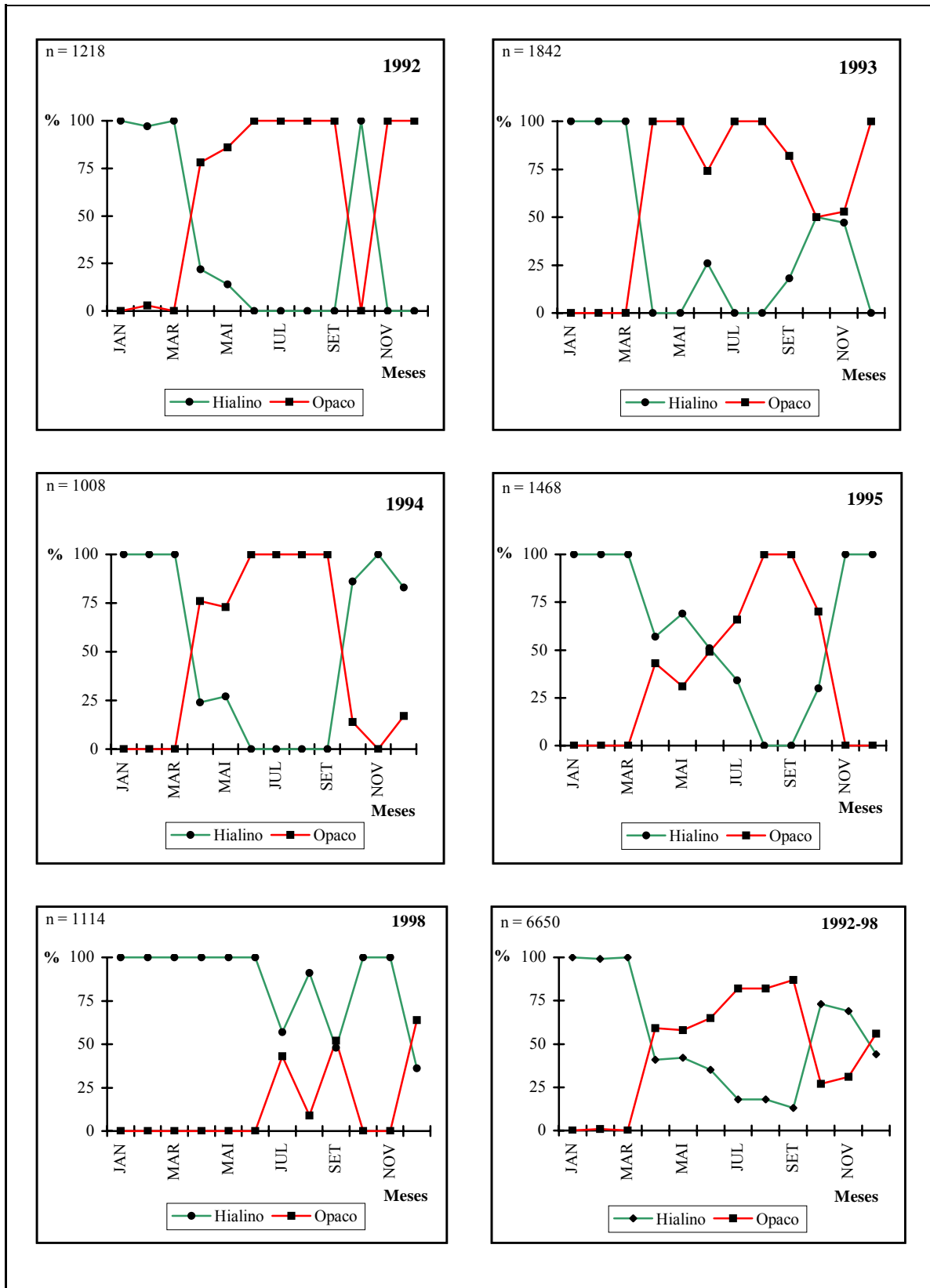
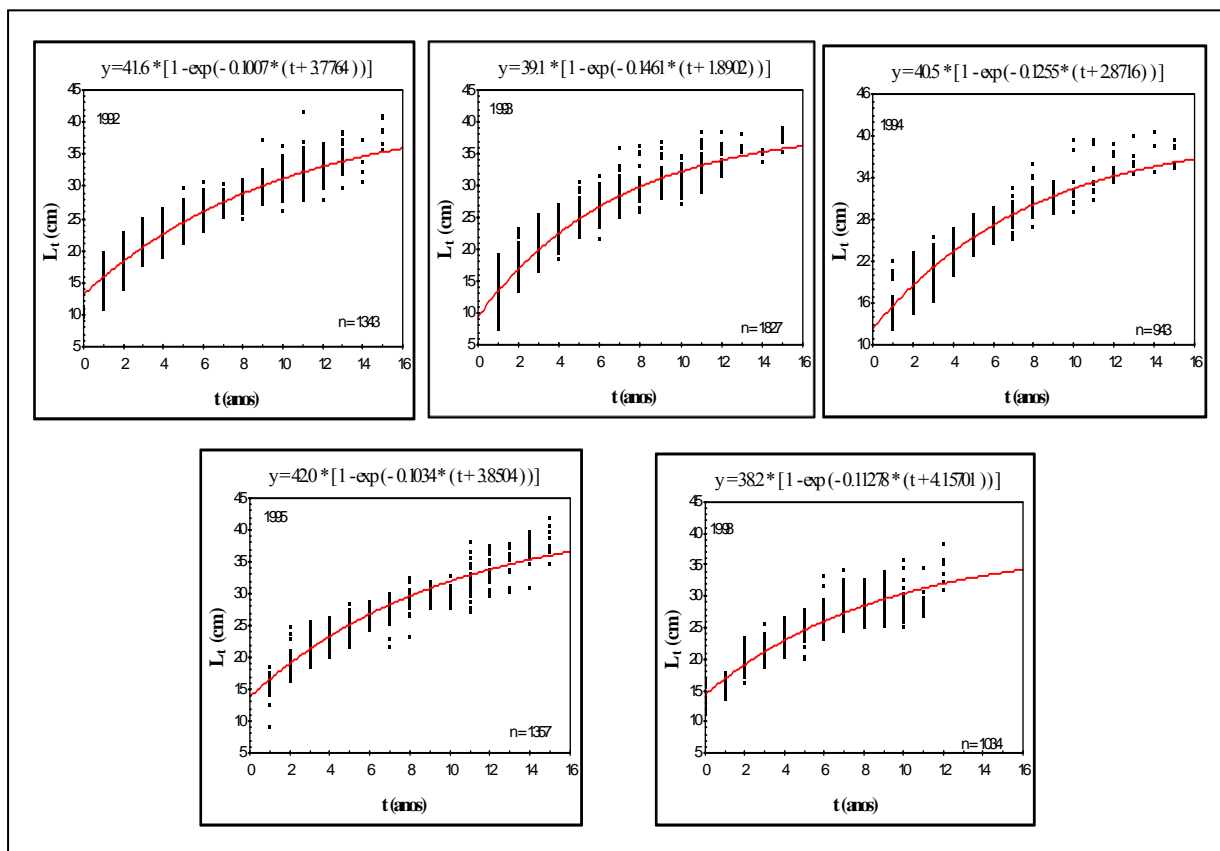


Figura 15. Variação mensal das características do bordo dos otólitos de carapau entre 1992 e 1998



**Figura 16.** Curvas de crescimento em comprimento do carapau capturado no período entre 1992 e 1998

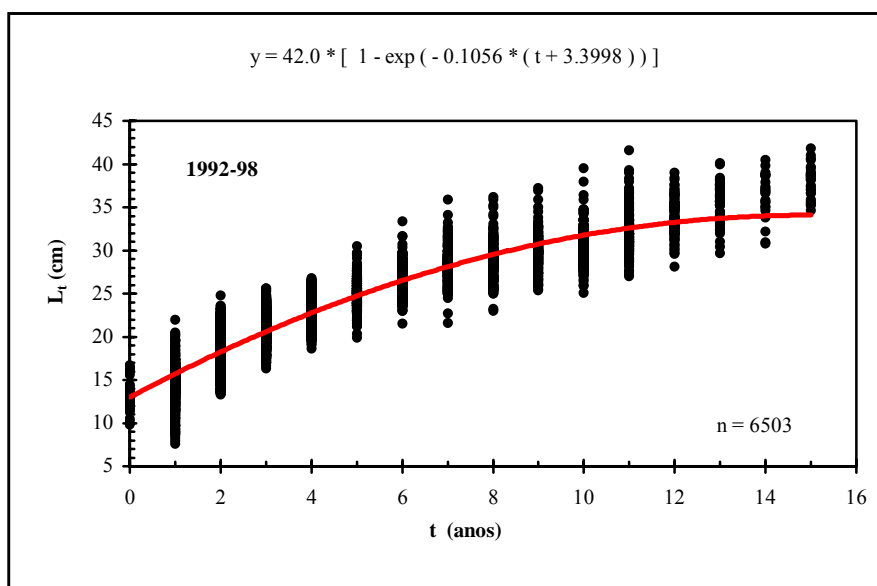


Figura 16. Continuação

Da elaboração destas curvas determinaram-se os seguintes parâmetros de crescimento:

1992	1993	1994	1995	1998	1992-98
$L_{\infty} = 41.6 \text{ cm}$	$L_{\infty} = 39.1 \text{ cm}$	$L_{\infty} = 40.5 \text{ cm}$	$L_{\infty} = 42.0 \text{ cm}$	$L_{\infty} = 38.2 \text{ cm}$	$L_{\infty} = 42.0 \text{ cm}$
$k = 0.1007$	$k = 0.1461$	$k = 0.1255$	$k = 0.1034$	$k = 0.1128$	$k = 0.1056$
$t_0 = -3.7764$	$t_0 = -1.8902$	$t_0 = -2.8716$	$t_0 = -3.8504$	$t_0 = -4.1570$	$t_0 = -3.3998$

Substituindo estes valores na equação de von Bertalanffy obtiveram-se as seguintes equações de crescimento:

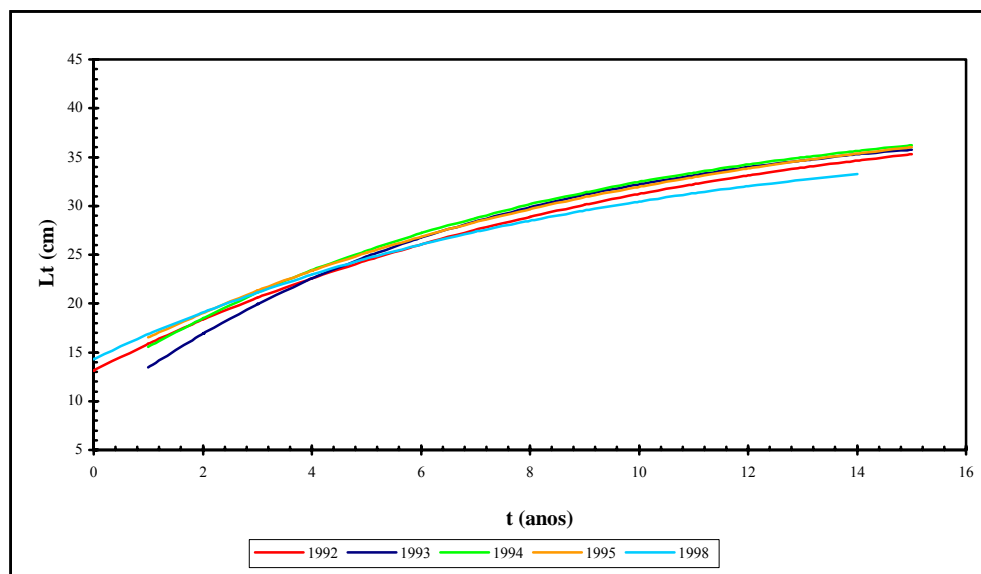
Para 1992  $L_t = 41.6 * [1 - \exp (- 0.1007 * (t + 3.7764))]$

Para 1993  $L_t = 39.1 * [1 - \exp (- 0.1461 * (t + 1.8902))]$

Para 1994  $L_t = 40.5 * [1 - \exp (- 0.1255 * (t + 2.8716))]$

Para 1995	$L_t = 42.0 * [1 - \exp (- 0.1034 * (t + 3.8504))]$
Para 1998	$L_t = 38.2 * [1 - \exp (- 0.1128 * (t + 4.1570))]$
Para 1992-98	$L_t = 42.0 * [1 - \exp (- 0.1056 * (t + 3.3998))]$

Para comparar estatisticamente todas as curvas de crescimento, representadas na Figura 17, fez-se, com base na linearização das curvas (de acordo com Gulland, 1971), uma análise de covariância (distribuição de F), que mostrou não haver diferenças significativas para o nível de significância de  $p > 0.99$  (Tabela VI).



**Figura 17.** Comparação das curvas de crescimento em comprimento do carapau entre 1992 e 1998

**Tabela VI.** Análise de covariância das curvas de crescimento em comprimento linearizadas

	SUM x <sup>2</sup>	SUM xy	SUM y <sup>2</sup>	n	SS	DF
<b>1992</b>	58862	8699.08	1380.56	1343	94.94	1341
<b>1993</b>	51219	9867.54	2004.77	1827	103.75	1825
<b>1994</b>	23976	4696.32	983.13	943	63.23	941
<b>1995</b>	41752	7077.44	1277.82	1357	78.11	1355
<b>1998</b>	32757	6121.33	1230.13	1034	86.23	1032
<b>"Pooled" regr.</b>				6504	426.27	6494
<b>"Common" regr.</b>	208566	36461.71	6876.41		502.14	6498

$$F = ((SS_c - SS_p) / (k - 1)) / (SS_p / DF_p)$$

$$F = 288.953$$

$$p \gg 0.99$$

A relação entre o peso e o comprimento totais desta espécie, baseada na equação  $W_{(t)} = q * L_{(t)}^b$  e cuja representação gráfica está apresentada na Figura 18, pode exprimir-se por:

Para 1992	$W_{(t)} = 0.0104L_{(t)}^{2.913}$	R = 0.98	n = 1225
Para 1993	$W_{(t)} = 0.0085L_{(t)}^{2.979}$	R = 0.96	n = 1136
Para 1994	$W_{(t)} = 0.0065L_{(t)}^{3.073}$	R = 0.98	n = 943
Para 1995	$W_{(t)} = 0.0051L_{(t)}^{3.153}$	R = 0.98	n = 1130
Para 1998	$W_{(t)} = 0.0109L_{(t)}^{2.909}$	R = 0.96	n = 1598
Para 1992-98	$W_{(t)} = 0.0084L_{(t)}^{2.986}$	R = 0.97	n = 6032

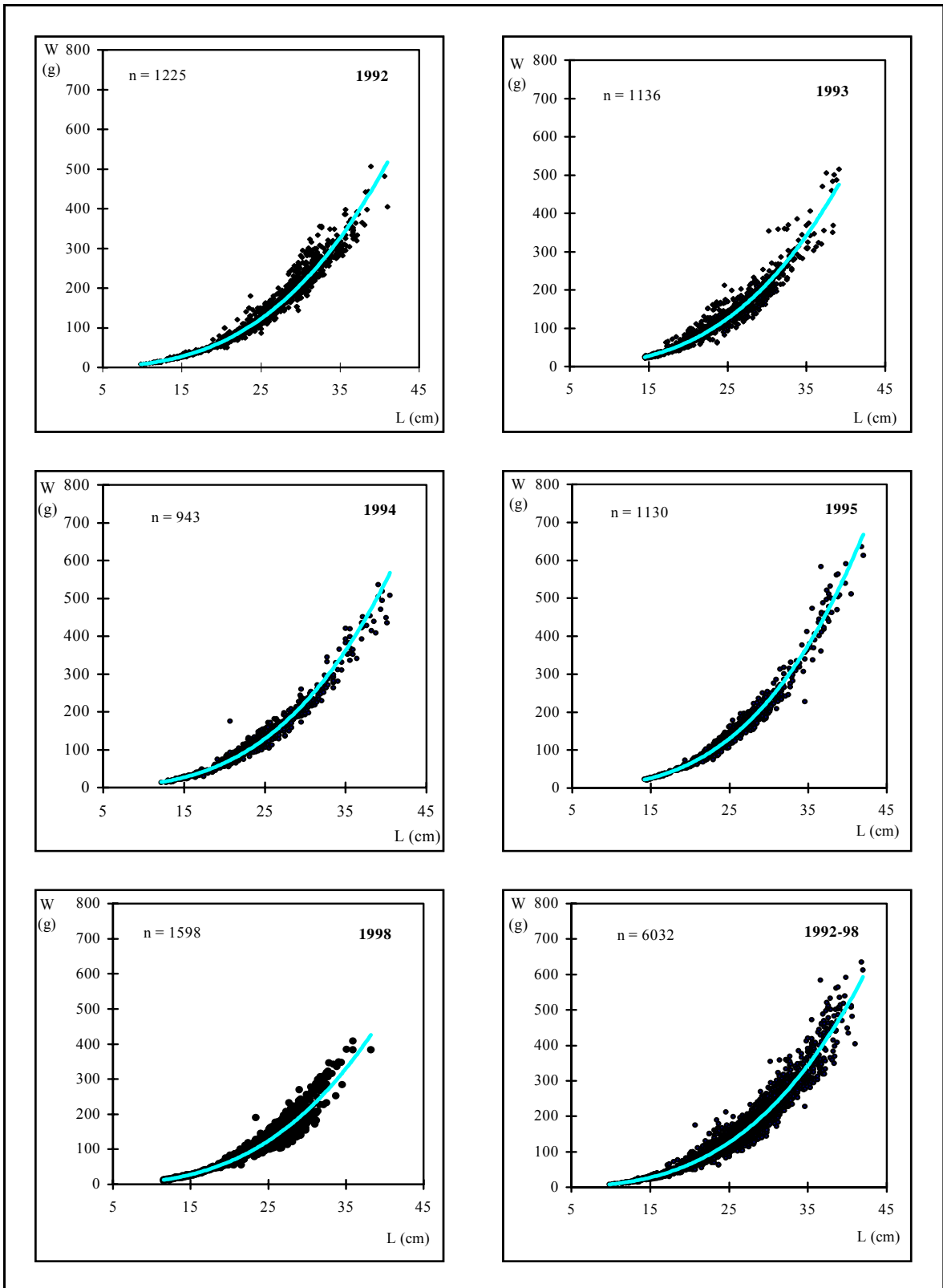


Figura 18. Relações peso/comprimento do carapau capturado entre 1992 e 1998

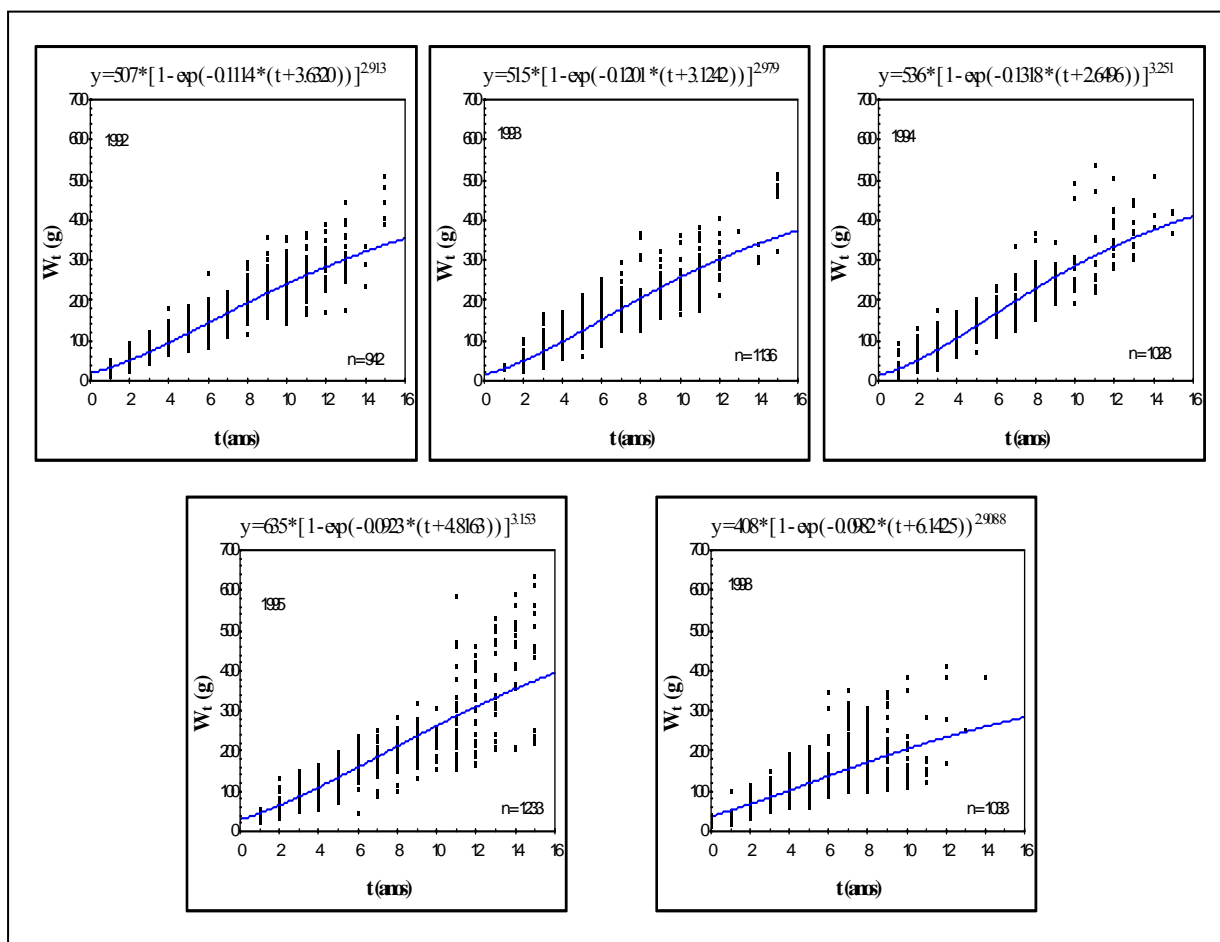


Das curvas de crescimento de von Bertalanffy baseadas em pesos (apresentadas na Figura 19) obtiveram-se os seguintes parâmetros de crescimento em peso:

1992	1993	1994	1995	1998	1992-98
$W_{\infty} = 506.8 \text{ g}$	$W_{\infty} = 514.8 \text{ g}$	$W_{\infty} = 535.9 \text{ g}$	$W_{\infty} = 635.5 \text{ g}$	$W_{\infty} = 408.3 \text{ g}$	$W_{\infty} = 635.5 \text{ g}$
$k = 0.1114$	$k = 0.1201$	$k = 0.1318$	$k = 0.0923$	$k = 0.0982$	$k = 0.0903$
$t_0 = -3.6320$	$t_0 = -3.1242$	$t_0 = -2.6496$	$t_0 = -4.8163$	$t_0 = -6.1425$	$t_0 = -4.6366$

A substituição destes valores nas respectivas equações, permitiu determinar a taxa de crescimento em peso por idade, a qual se pode expressar então da seguinte forma:

Para 1992	$W_t = 506.8 * [1 - \exp (- 0.1114 * (t + 3.6320))]^{2.913}$
Para 1993	$W_t = 514.8 * [1 - \exp (- 0.1201 * (t + 3.1242))]^{2.929}$
Para 1994	$W_t = 535.9 * [1 - \exp (- 0.1318 * (t + 2.6496))]^{3.251}$
Para 1995	$W_t = 635.5 * [1 - \exp (- 0.0923 * (t + 4.8163))]^{3.153}$
Para 1998	$W_t = 408.3 * [1 - \exp (- 0.0982 * (t + 6.1425))]^{2.909}$
Para 1992-98	$W_t = 635.5 * [1 - \exp (- 0.0903 * (t + 4.6366))]^{2.986}$



**Figura 19.** Curvas de crescimento em peso do carapau capturado no período entre 1992 e 1998

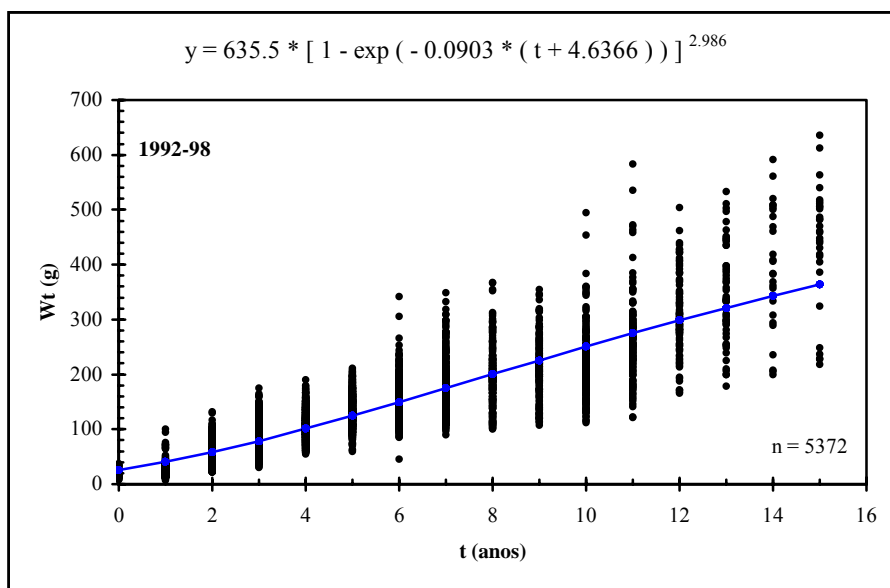
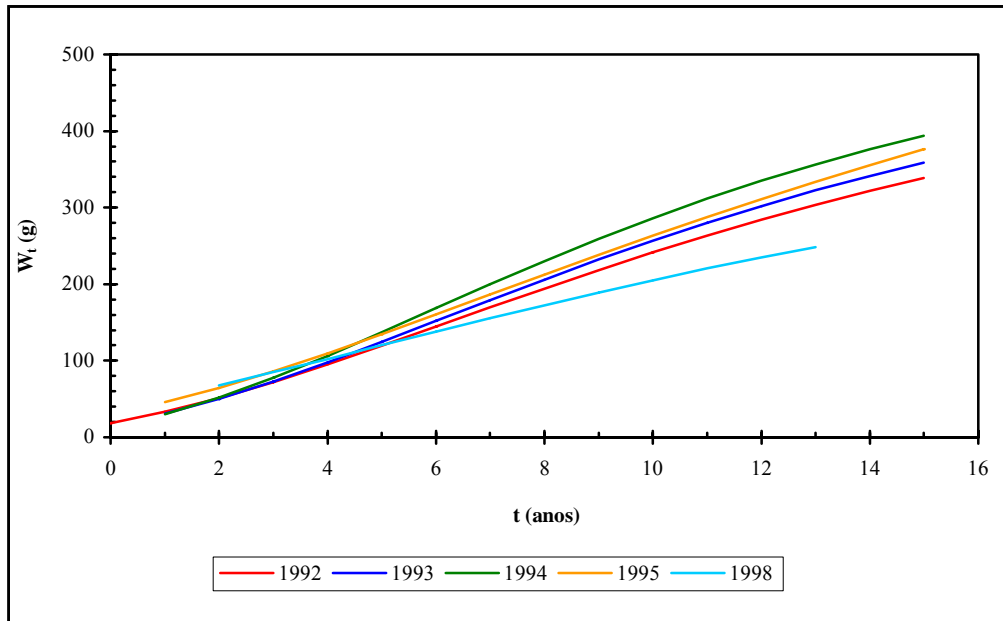


Figura 19. Continuação

Tal como para o crescimento em comprimento, compararam-se estatisticamente todas as curvas de crescimento em peso linearizadas, as quais estão representadas na Figura 20, por meio de uma análise de covariância, que mostrou, tal como no caso anterior, não haver diferenças significativas para o nível de significância de  $p > 0.99$  (Tabela VII).



**Figura 20.** Comparação das curvas de crescimento em peso do carapau entre 1992 e 1998

**Tabela VII.** Análise de covariância das curvas de crescimento em peso linearizadas

	SUM $x^2$	SUM $xy$	SUM $y^2$	n	SS	DF
<b>1992</b>	41760	2768.17	204.69	941	21.20	939
<b>1993</b>	34473	2481.05	301.05	1136	122.48	1134
<b>1994</b>	25496	721.24	90.94	1027	70.54	1025
<b>1995</b>	45372	2565.44	184.58	1232	39.52	1230
<b>1998</b>	32700	2428.23	233.51	1032	53.20	1030
<b>"Pooled" regr.</b>				5368	307	5358
<b>"Common" regr.</b>	179801	10964	1015		346	5362

$$F = ((SS_c - SS_p) / (k-1)) / (SS_p / DF_p)$$

$$F = 171.27$$

$$p \gg 0.99$$

O factor de condição variou entre 0.58, registado em Janeiro de 1992 e 3.90, em Setembro de 1993 (Figura 21), com os valores médios a aumentarem entre 1992 e 1995, respectivamente, 0.79 e 0.85. Em 1998 os valores deste índice decresceram um pouco, registando o valor médio de 0.80.

A variação mensal do factor de condição comparada com a variação do tipo de bordo dos otólitos ao longo do período estudado mostra que, de um modo geral, os valores mais elevados de K coincidiram com a deposição do bordo opaco, enquanto que a formação do bordo hialino parece ocorrer preferencialmente durante o decréscimo daquele factor (Figura 22). Este é o tipo de relação esperada entre os dois parâmetros, visto que, por um lado, bordo opaco e factor de condição elevado são indicadores de épocas de boa condição física do peixe (grande consumo de alimento e crescimento rápido) e, por outro, bordo hialino e K baixo significam estado físico debilitado (carência de alimento disponível e taxa de crescimento muito reduzida).

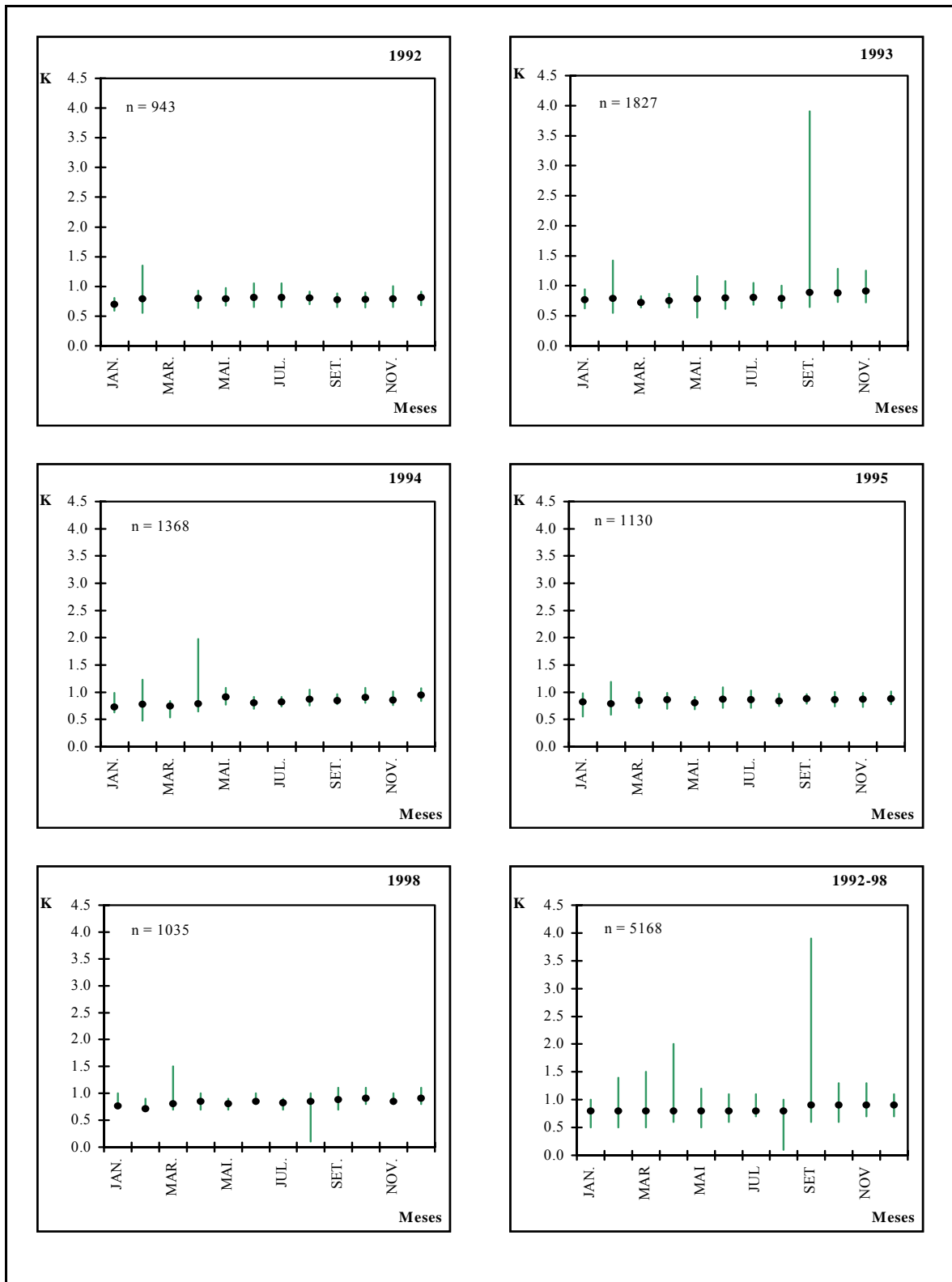


Figura 21. Variação mensal do factor de condição do carapau capturado entre 1992 e 1998

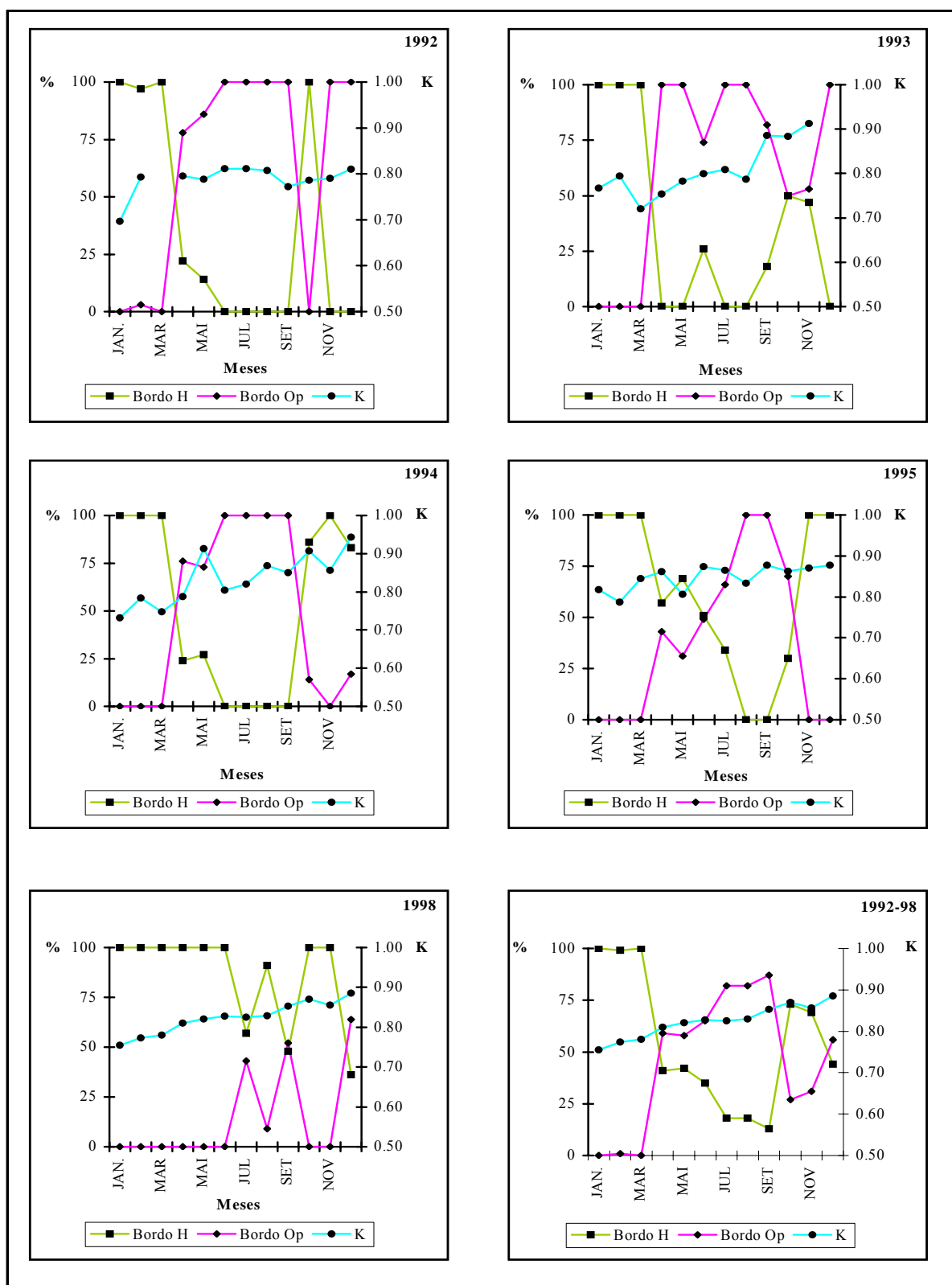


Figura 22. Variação mensal do tipo de bordo dos otólitos e do factor de condição do carapau capturado entre 1992 e 1998

#### **4. Discussão**

Um aspecto interessante da aplicação das diferentes técnicas de leitura dos otólitos é a possibilidade de melhorar cada vez mais a precisão na atribuição das idades dos peixes. No caso particular do carapau, verifica-se hoje em dia ser uma espécie de maior longevidade do que o suposto até há alguns anos, tendo-se já encontrado exemplares com idades próximas dos 40 anos (ICES, 1999b).

No presente trabalho, os comprimentos (máximo de 42 cm) e idades (até 25 anos) dos exemplares observados estão de acordo com os registados por outros autores em estudos anteriores feitos em águas da Península Ibérica (Lucio, 1996) e em particular para a costa portuguesa (Marecos *et al.*, 1978; Borges, 1996). Os resultados obtidos mostram que o carapau na costa portuguesa é uma espécie que cresce muito rapidamente nos três primeiros anos de vida, atingindo cerca de 18 cm no primeiro ano, 22 cm no segundo e 24 cm no terceiro; estas observações são concordantes com as indicadas por outros autores que estudaram o crescimento desta espécie em águas portuguesas e que registaram para os três primeiros anos de vida dos exemplares observados, os comprimentos respectivamente de 15, 20.5 e 24.5 cm (Arruda, 1984) e 13.8, 20.3 e 23.1 cm para a zona Norte e 15.3, 20.3 e 24.5 cm para a zona Sul (Marecos *et al.*, 1978).

Vários autores admitem existir uma relação estreita entre a formação de anéis no otólito e o factor de condição K do peixe, como referido por Geldenhuys (1971, *in* Godinho, 1974), que afirma que o facto de a condição do peixe ser mais baixa durante o inverno pode ser assumido como prova do seu crescimento mais lento neste período. No que respeita à temperatura, parece existir também uma estreita relação entre as variações deste parâmetro e a formação dos anéis anuais (Bagenal e Tesch, 1978). Godinho (1974) no estudo da idade e crescimento do carapau do Cunene, estabeleceu também relações entre o comprimento do otólito e o comprimento do peixe, obtendo para os otólitos jovens uma relação rectilínea e para os mais velhos uma relação curvilínea, e particularmente para cada sexo, verificou que para a mesma idade os comprimentos dos machos são ligeiramente superiores aos das fêmeas. O tipo de anel depositado ao longo do ano está também relacionado com a alimentação e



desova do peixe. Assim, durante a época de desova observa-se a deposição de anéis hialinos (que no Atlântico Centro-Este corresponde aos meses de Outubro a Abril), enquanto que durante o período em que o peixe se alimenta se depositam os anéis opacos (Eltink e Kuitert, 1989).

As observações levadas a cabo ao longo do presente trabalho revelam resultados concordantes com os citados pelos autores referidos: bordo hialino depositado durante o outono/inverno (época de desova na costa portuguesa), com um ligeiro abaixamento dos valores do factor de condição.

Os resultados obtidos na análise do crescimento em comprimento e peso, ajustando os valores obtidos em cada ano às equações de von Bertalanffy, e das relações peso-comprimento, descritas pela relação  $W_t = q * L^b$ , foram comparados com os apresentados por outros autores que estudaram a espécie *Trachurus trachurus* em águas do Nordeste Atlântico – Península Ibérica, Açores e Grã-Bretanha. A comparação destes resultados revela uma grande variabilidade entre os parâmetros de crescimento. Os determinados neste trabalho, para os anos de 1994 e 1995 estão dentro dos limites de variação encontrados para esta área geográfica (Tabelas VIII e IX). No entanto, estimámos valores inferiores nos anos 1992, 1993 e 1998, o que nos parece ser devido a falta de indivíduos adultos de comprimentos superiores a 36 cm na amostragem.

Finalmente, uma última referência à diminuição do tamanho do carapau capturado durante os anos em que decorreu o presente trabalho, em relação às capturas ocorridas na costa portuguesa em anos anteriores. Enquanto que a maioria dos indivíduos amostrados apresentavam comprimentos até 30-32 cm, acima dos quais o número de exemplares por classe de comprimento diminuiu muito, há cerca de 25 anos o carapau das nossas águas atingia em grande número os 40-43 cm (Marecos et al., 1978). Este facto pode ter como explicação uma sobrexploração do stock, com uma maior incidência de pesca sobre os exemplares maiores, ou a deslocação desses mesmos indivíduos para outras áreas.

**Tabela VIII.** Parâmetros de crescimento em comprimento de von Bertalanffy do *T. trachurus* do NE Atlântico

Autor	Área	$L_{inf}$	k	$t_0$
MARECOS <i>et al.</i> (1978)	Costa portuguesa - Norte	41.7	0.221	-0.69
	- Sul	51.7	0.163	-1.02
NAZAROV (1978)	Mar Céltico / Golfo da Biscaia	40.0	0.205	-1.35
	Canal de Inglaterra / Mar do Norte	39.2	0.180	-1.51
ARRUDA (1982)	Costa portuguesa - Norte	41.1	0.119	-3.86
	- Centro	41.1	0.123	-3.72
	- Sul	41.1	0.132	-3.72
PEREZ (1983)	Costa da Galiza	40.9	0.225	-0.98
KERSTAN (1985)	Grã-Bretanha e Irlanda	41.6	0.223	-0.65
BORGES e GORDO (1991)	ICES Div. IXa	40.0	0.290	-0.14
BORGES (1996)	ICES Div. VI, VII e VIIIa	39.9	0.116	-3.96
	ICES Div. IXa	44.5	0.097	-2.98
Presente trabalho	Costa portuguesa - 1992	41.6	0.100	-3.78
	- 1993	39.1	0.146	-1.89
	- 1994	40.5	0.126	-2.87
	- 1995	42.0	0.103	-3.85
	- 1998	38.2	0.113	-4.16

**Tabela IX.** Parâmetros de crescimento em peso de von Bertalanffy do *T. trachurus* do NE Atlântico

Autor	Área	$W_{inf}$	k	$t_0$	$W_t = q * L_t^b$
MARECOS <i>et al.</i> (1978)	Costa portuguesa - Norte	608	0.221	-0.69	$0.0089 * L^{2.984}$
	- Sul	1104	0.162	-1.02	$0.0080 * L^{3.0087}$
NAZAROV (1978)	Mar Céltico / Golfo da Biscaia	594	0.167	-1.86	$0.00585 * L^{3.087}$
	Canal de Inglaterra / Mar do Norte	565	0.161	-1.58	$0.0054 * L^{3.114}$
	Costa portuguesa e NE de Espanha				$0.00859 * L^{2.961}$
ARRUDA (1982)	Costa portuguesa - Norte	898	0.119	-3.86	$q * L^{2.885}$
	- Centro	913	0.123	-3.78	$q * L^{2.927}$
	- Sul	951	0.132	-3.72	$q * L^{3.005}$
PEREZ (1983)	Costa da Galiza	515	0.225	-0.98	$0.01291 * L^{2.855}$
KERSTAN (1985)	Grã-Bretanha e Irlanda				$0.0044 * L^{3.1408}$
LUCIO e MARTIN (1989)	Golfo da Biscaia				$0.00000524 * L^{3.061}$
BORGES e GORDO (1991)	ICES Div. IXa				$0.009224 * L^{2.957}$
Presente trabalho	Costa portuguesa - 1992	507	0.111	-3.63	$0.0104 * L^{2.913}$
	- 1993	515	0.12	-3.12	$0.0085 * L^{2.979}$
	- 1994	536	0.132	-2.65	$0.0065 * L^{3.073}$
	- 1995	636	0.092	-4.82	$0.0051 * L^{3.153}$
	- 1998	408	0.098	-6.14	$0.0084 * L^{2.986}$

## **MORFOGÉNESE**

### **1. Introdução**

Tal como todos os outros vertebrados, os peixes têm reprodução sexuada e na maioria dos casos a fertilização é externa e tem lugar em meio aquático. Se, por um lado, a quase totalidade das espécies de peixes possuem os órgãos sexuais femininos e masculinos em indivíduos separados, por outro, em muitas espécies o hermafroditismo faz parte da estratégia normal de reprodução (Nagahama *in* Hoar, 1983).

A reprodução nos teleósteos é complexa, o que se reflete na grande variedade de estruturas constituintes da gónada; no entanto, a morfologia das células germinativas e os elementos somáticos constituintes do tecido da gónada são semelhantes nas várias espécies. Todas estas estruturas se desenvolvem no sentido de produzir gâmetas fertilizáveis (ovos e esperma) necessários para a reprodução ter sucesso (Nagahama *in* Hoar, 1983).

O carapau, à semelhança de outros Teleósteos ovíparos, não possui dimorfismo sexual e os indivíduos dos dois sexos nadam em conjunto, libertando para a água os produtos sexuais; a libertação dos ovos pelas fêmeas tem de ser imediatamente seguida pela emissão de esperma dos machos, pois os ovos em contacto com a água rapidamente se tornam inviáveis (Grassé, 1958). Quando o oócito é libertado transporta consigo a informação genética e as reservas metabólicas necessárias para que o desenvolvimento embrionário permita a sobrevivência da larva até à sua fase de vida livre (Ramos, 1996).

O desenvolvimento das células germinativas femininas e masculinas denomina-se gametogénesis e decorre de processos meióticos, que se designam, respectivamente, por oogénesis e espermatogénesis.

Durante a oogénesis ocorrem modificações na estrutura do citoplasma, do núcleo do oócito e do folículo. Após o crescimento oocitário, decorre a vitelogénesis, que consiste na síntese e acumulação de componentes celulares exteriores ao oócito. Estas substâncias de

reserva formam o vitelo e são armazenadas como nutrientes, principal fonte de energia durante o desenvolvimento embrionário (Ramos, 1999).

A espermatogénese compreende o desenvolvimento das células germinativas masculinas dentro de cistos formados pelas células de Sertoli. Mitoses sucessivas produzem células filhas cada vez mais pequenas, as quais vão sofrendo transformações que consistem na reorganização do citoplasma e do núcleo, até se atingir o estado final de diferenciação, com o aspecto de uma célula alongada e com um flagelo (Nagahama in Hoar, 1983).

Para entender melhor todo o processo de fecundidade e maturação sexual, e com o objectivo de elaborar uma escala de maturação macroscópica e microscópica para o carapau, estudaram-se os processos de gametogénese (oogénese e espermatogénese), com base na observação de cortes histológicos das gónadas, preparados segundo a técnica já explicada (Capítulo II).

## **2. Metodologia**

O material utilizado no estudo dos processos de morfogénese foi preparado segundo a técnica de Ramos (1986).

Esta técnica desenvolve-se, basicamente, em 5 etapas: Fixação, Desidratação, Inclusão (em resina), Elaboração dos blocos e Execução dos cortes.

### **Recolha e fixação do material:**

Cada exemplar foi medido e pesado individualmente e as gónadas foram retiradas e pesadas.

Com um bisturi retirou-se uma pequena porção da gónada que foi colocada num frasquinho de vidro (identificado com o número da gónada) contendo uma solução de glutaraldeído a 2.5%, em tampão cacodilato de sódio 0.1M, de pH 7.4 (correspondente ao pH das células). A restante gónada foi fixada em formalina a 4%.

Passadas cerca de 3 horas, as amostras das gónadas foram lavadas, por 3 vezes, em tampão cacodilato de sódio e sucrose, durante 15 minutos.

### **Desidratação das gónadas:**

A primeira fase da preparação do material de estudo, consiste na desidratação das gónadas.

Para isso, retiraram-se as amostras do tampão cacodilato e secaram-se em papel de filtro. Em seguida foram colocadas em álcool a 70%, onde ficaram durante 24 horas. No dia seguinte o álcool foi substituído por outro com igual concentração, onde as gónadas ficaram durante cerca de 3 horas. Ao fim deste tempo foram passadas para álcool a 85%, onde ficaram mais 3 horas. Finalmente, foram passadas para álcool absoluto (100%), onde ficaram para o dia seguinte, guardadas no frigorífico.

### **Inclusão das gónadas:**

O processo de inclusão das gónadas em resina inicia-se com a preparação do soluto de glicol-metacrilato, purificado com carvão activado. Esta solução deve ter, tal como o

glutaraldeído, pH 7.4, para o que poderá ter de ser corrigido com amónia (se estiver ácido) ou com ácido clorídrico 0.1N (se estiver alcalino). Em seguida, adicionou-se a esta solução butoxietanol, sendo depois catalizada com peróxido de benzoil.

As amostras das gónadas foram então retiradas do alcool, bem secas com papel de filtro, e colocadas em cerca de 1 ml desta solução; os frascos foram guardados no frigorífico durante 24 horas.

Imediatamente antes de fazer os blocos, foi preparado o soluto de inclusão propriamente dito, para o qual se misturou a solução catalizada preparada anteriormente, com o endurecedor polietilenoglicol e o corante NN dimetilanilina.

#### **Elaboração dos blocos:**

Antes de levar a cabo a última fase descrita acima, e visto que a solução final de inclusão endurece muito rapidamente, foram preparados os moldes para a inclusão, onde iriam ser feitos os blocos.

Os moldes utilizados consistiram em pequenas cápsulas de plástico, que depois de bem lavadas com alcool foram secas na estufa. Cada cápsula foi identificada com o número correspondente à gónada respectiva.

Em seguida, retirados os pedaços das gónadas da solução catalizada e secos com papel de filtro, foram colocados nas cápsulas de plástico correspondentes.

Com uma pipeta de Pasteur encheram-se rapidamente as cápsulas com o soluto de inclusão (só preparado no momento), cobrindo-as imediatamente com uma lamela e tendo o cuidado de não deixar bolhas de ar.

Ao fim de algumas horas os blocos estavam prontos para serem retirados dos moldes.

#### **Execução dos cortes:**

Para fazer os cortes foram utilizadas facas de vidro, feitas a partir de barras de vidro cortadas numa máquina referenciada como “Ralph Knife Maker”. Cada faca foi cuidadosamente observada à lupa para eliminar as defeituosas.

Antes de iniciar os cortes, prepararam-se as lâminas de vidro onde estes se iriam fixar, colocando em cada uma 6 a 8 de gotas de água destilada.

Em seguida, e utilizando um micrótomo manual, foram efectuados cortes de 1  $\mu\text{m}$  de espessura, que foram colocados na lâmina, um em cada gota de água, deixando esta secar bem para os cortes aderirem à lâmina.

Finalmente, com o objectivo de distinguir os diferentes organelos das células, foi colocada uma gota de corante – azul de toluidina – sobre cada corte, o qual depois de seco foi bem lavado com água destilada. As lâminas foram seladas com Bálsamo do Canadá, identificadas e guardadas ao abrigo da luz.



### 3. Resultados

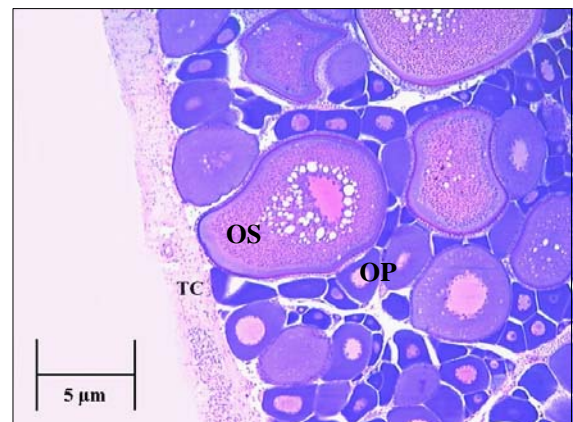
As fêmeas de *Trachurus trachurus* possuem dois ovários, situados na cavidade abdominal ao longo do corpo e em posição ventral em relação à bexiga gasosa. São alongados, largos e redondos na extremidade anterior e estreitos e cónicos na posterior, com comprimentos sensivelmente iguais, podendo o esquerdo ser mais volumoso e apresentam-se unidos na parte posterior, onde se ligam ao poro genital (Figura 23).



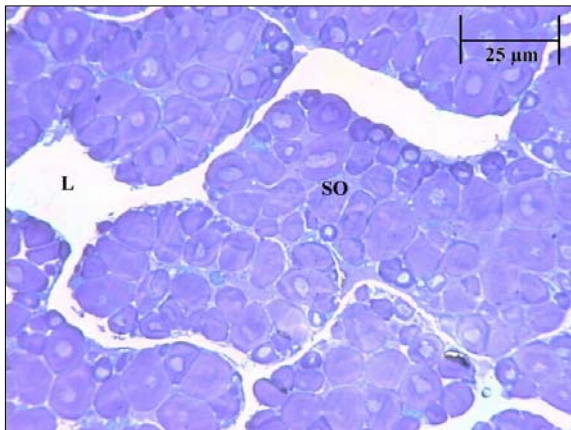
**Figura 23.** Aspecto macroscópico de um ovário em estado 5 (pós-desova) de *Trachurus trachurus* recolhido em Peniche

Cada ovário está envolvido numa fina membrana – túnica albugínea (Figura 24) – composta por células fibrosas e tecido conjuntivo, onde se encontra grande número de vasos sanguíneos. Externamente a esta membrana, e envolvendo todo o ovário existe uma camada de tecido germinativo.

**Figura 24.** Revestimento exterior do ovário (túnica albugínea), formado por tecido conjuntivo (TC), oócitos primários (OP) e secundários (OS)



Internamente, cada ovário possui uma cavidade central ao longo de todo o comprimento – lúmen – para onde converge um grande número de septos ováricos (Figura 25). Nestes septos encontram-se os oócitos, em diferentes estados de desenvolvimento. Os de menores dimensões aparecem dentro de pequenos cistos, enquanto que os maiores são envolvidos por estruturas a que se dá o nome de folículos.



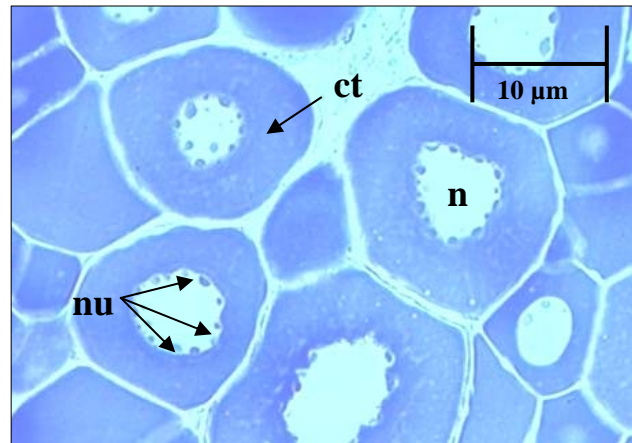
**Figura 25.** Aspecto da organização geral do ovário, onde se distingue o lúmen (L) e os septos ováricos (SO)

A formação e desenvolvimento destas estruturas decorre durante o processo denominado oogénese, que compreende 3 fases, multiplicação, crescimento e maturação, cujas características são as seguintes:

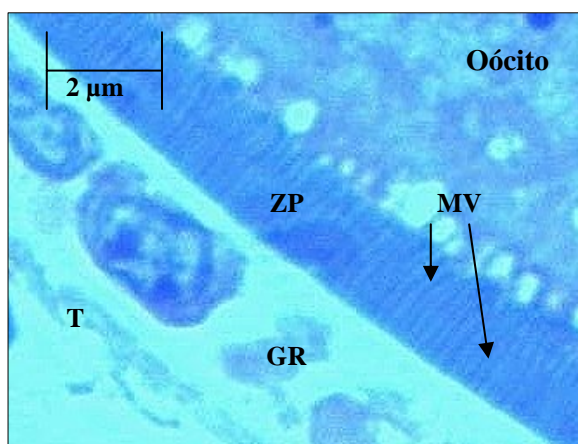
Na fase de multiplicação as células germinativas primordiais, de forma arredondada, com um núcleo redondo central onde mal se distinguem os nucléolos, formam cristas para o interior do lúmen e originam (por divisão mitótica) nas oogónias. Estas são células com pouco citoplasma e também com um núcleo central mas onde se distingue um grande nucléolo; nos exemplares colhidos não se observaram oogónias.

A fase de crescimento inicia-se com o desencadear da meiose, quando ocorre o emparelhamento dos cromossomas homólogos, originando os oócitos primários, com núcleo central onde se distingue, na periferia, uma coroa de nucléolos (Figura 26).

**Figura 26.** Aspecto geral de um ovário com oócitos no início da fase de crescimento (n – núcleo; nu – nucléolos; ct – citoplasma)



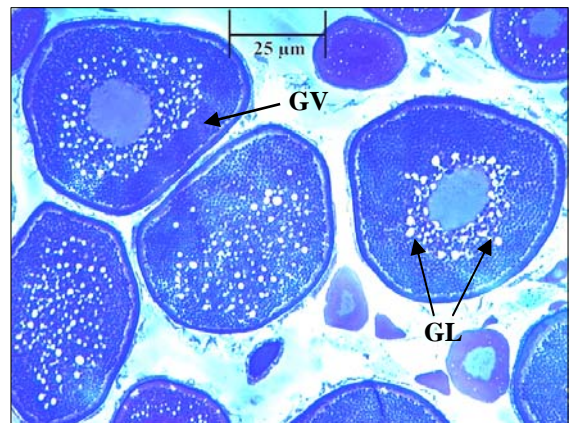
A segunda fase de crescimento caracteriza-se pela evolução dos folículos, externamente aos oócitos, os quais são constituídos por três camadas: a mais exterior, denominada teca, é formada por tecido conjuntivo; a camada intermédia, granulosa (que pode ser simples ou estratificada), é responsável pela deposição de vitelo e produção de hormonas e a mais interior, a radiata ou zona pelúcida, que tem inicialmente a forma de lamela fina mas cuja espessura vai aumentando com o desenvolvimento do oócito e que é atravessada por inúmeros canais perpendiculares à superfície (Figura 27), cuja função é de permitir a passagem das microvilosidades do oócito e das células foliculares, através das quais se dá a passagem de substâncias de origem exógena (Ramos, 1986).



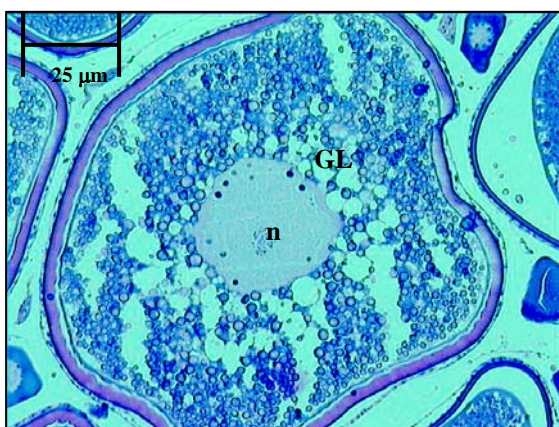
**Figura 27.** Folículo que reveste o oócito: teca (T), células da granulosa (GR) e zona pelúcida (ZP), onde se distinguem as microvilosidades (MV)

A fase de crescimento completa-se com a vitelogênese, que leva à formação dos oócitos secundários, a qual consiste no armazenamento de grande quantidade de nutrientes (a partir da síntese de componentes celulares exteriores ao oócito), que formam o vitelo, principal fornecedor de energia para o desenvolvimento embrionário (Ramos, 1999). Nesta fase podem observar-se muitas gotas lipídicas de pequenas dimensões rodeando o núcleo (Figura 28).

**Figura 28.** Oócitos com grânulos de vitelo (GV) e gotas lipídicas (GL) acumulados no citoplasma



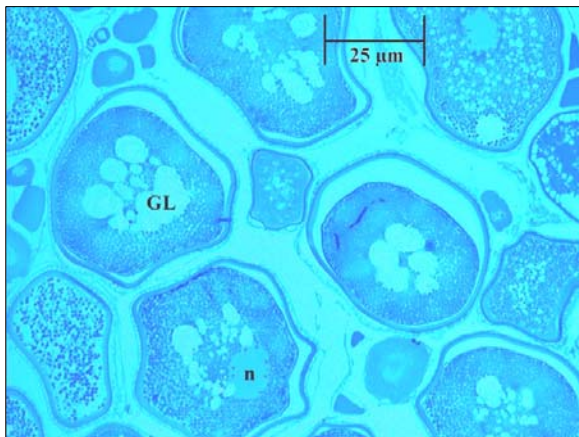
Estas gotas lipídicas aumentam em número e tamanho e vão-se fundindo, formando gotas maiores, localizadas em redor do núcleo, que inicia a sua migração para o polo animal (Figura 29).



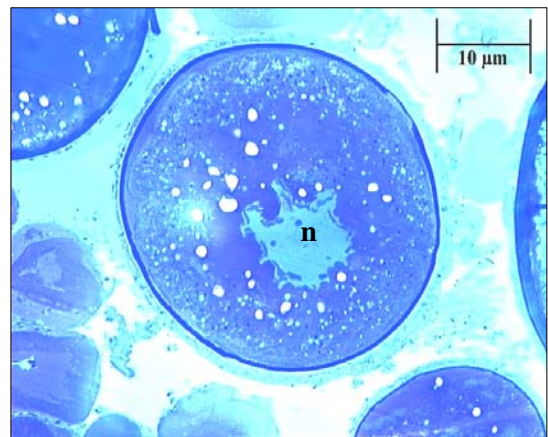
**Figura 29.** Oócitos com gotas lipídicas (GL) em aglutinação em redor do núcleo (n), que inicia a sua deslocação para o polo animal



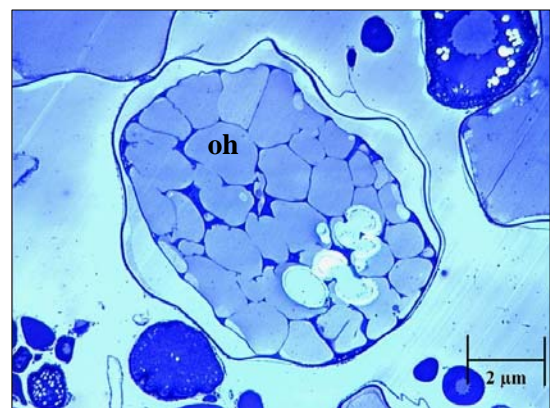
A fase de maturação inicia-se com a fusão das proteínas e das gotas lipídicas, que passam a apresentar a forma de placas (Figura 30). O núcleo termina a migração para o polo animal, perde a sua forma esférica e a membrana nuclear começa a desintegrar-se (Figura 31); a maturação final atinge-se com a hidratação do oócito, que consiste na absorção de fluídos através de microvilosidades da membrana plasmática (Figura 32).



**Figura 30.** Oócito com o núcleo (n) no final da migração para o polo animal e onde se observam placas lipídicas (PL)

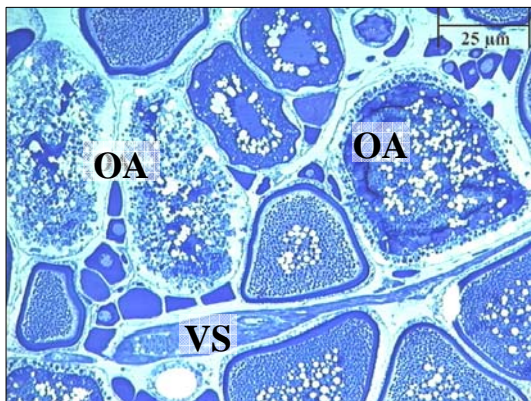


**Figura 31.** Oócito em que o núcleo (n) perdeu a forma esférica, devido à desintegração da membrana nuclear

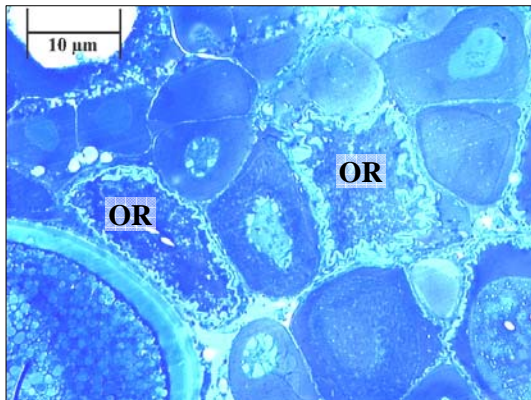


**Figura 32.** Oócito hidratado (oh)

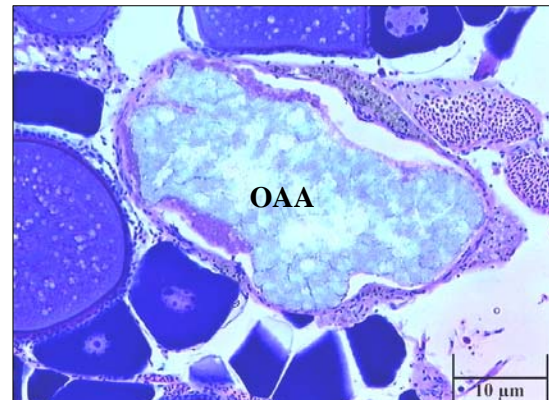
Terminada a oogênese, o folículo rompe-se e tem lugar a ovulação. Pode ocorrer também a degeneração dos oócitos não emitidos, que permanecem no ovário sob a forma de oócitos atréticos (Figura 33), caracterizados pelo espessamento da parede do oócito (zona pelúcida) e consequente contracção do citoplasma. Estes oócitos serão posteriormente reabsorvidos pelas células foliculares da granulosa (Figura 34), embora se possam por vezes encontrar no ovário oócitos do ano anterior (Figura 35).



**Figura 33.** Ovário com oócitos atréticos (OA) e um grande vaso sanguíneo (VS)



**Figura 34.** Ovário com oócitos em reabsorção (OR)



**Figura 25.** Oócito do ano anterior (OAA)

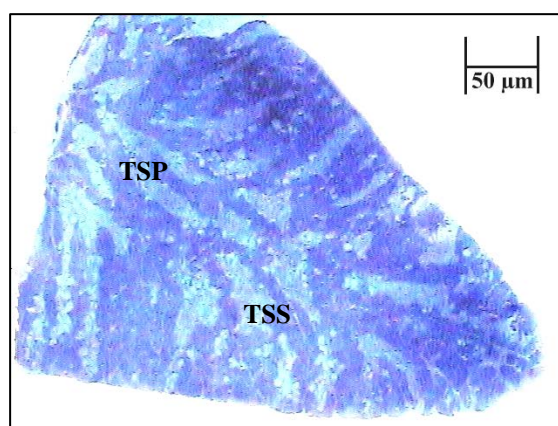
Os machos possuem dois testículos alongados, mais altos na zona central e afunilando na região posterior, com maior espessura na região dorsal do que na ventral (Figura 36).



**Figura 36.** Testículos em estado 5 de um carapau recolhido em Peniche

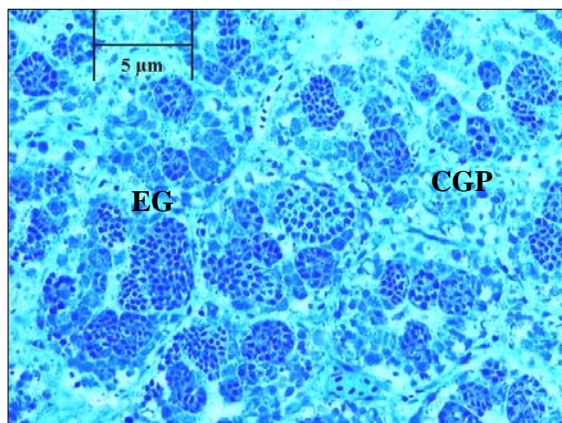
Os testículos são envolvidos por uma membrana muito fina – mesotélio – que cobre o estroma – tecido conjuntivo onde se encontram os tubos seminíferos e as células intersticiais. Os tubos seminíferos são de dois tipos: (a) primários, que se estendem dorso-ventralmente desde o ducto testicular principal ao longo da superfície dorsal do testículo; (b) secundários, que têm origem nos primários e se estendem lateralmente, terminando debaixo da túnica albugínea (Figura 37). Todos os tubos seminíferos se reúnem num ducto, chamado ducto espermático, que transporta o esperma para o exterior.

**Figura 37.** Pormenor da extremidade de um testículo, onde se identificam o tubo seminífero principal (TSP) e os tubos seminíferos secundários (TSS)



Durante a espermatogénesse as células germinais primordiais diferenciam-se, originando as espermatogónias, as quais sofrem transformações que vão dar origem às células reprodutoras masculinas: os espermatozóides. Estas transformações podem ser agrupadas em duas fases: multiplicação celular e meiose.

As células iniciais – células germinais primordiais – são esféricas, com um núcleo onde se distingue um grande nucléolo central e formam normalmente densos grupos. A divisão mitótica destas células dá origem às espermatogónias, semelhantes às anteriores, mas menores e com pouco citoplasma (Figura 38).

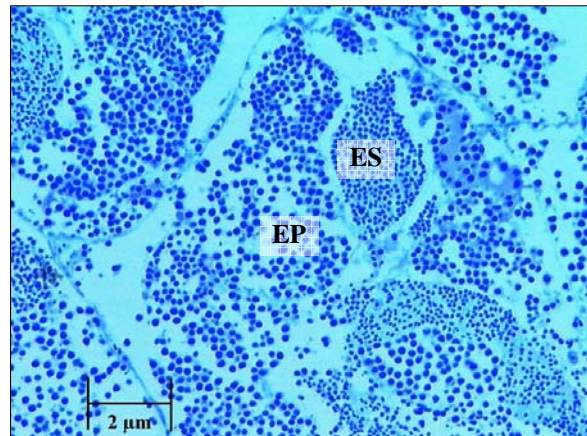


**Figura 38.** Espermatogónias (EG) disseminadas numa massa de células germinais primordiais (CGP)

Estas células mantêm-se junto à membrana basal e sofrem dois tipos de divisão: mitoticamente originam os espermatócitos primários, caracterizados pelo aspecto dos cromossomas, que se apresentam em novelo; e por meiose formam-se os espermatócitos secundários, células de dimensões inferiores àquelas e com a cromatina nuclear em forma de grânulos (Figura 39).

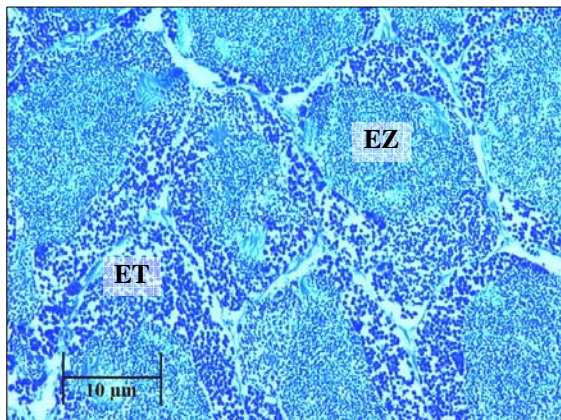


**Figura 39.** Cistos de espermatócitos primários (EP) e secundários (ES)

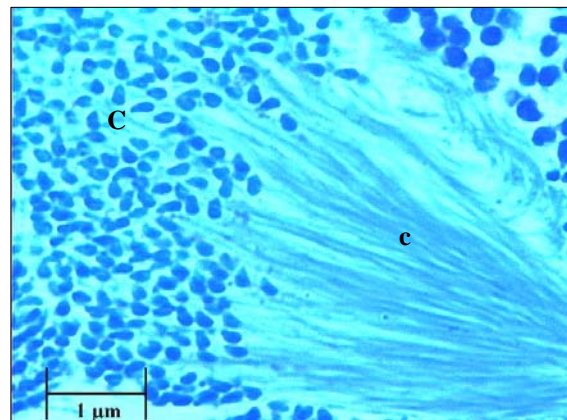


A partir dos espermatócitos secundários originam-se os dois estados finais da diferenciação das células sexuais masculinas: espermátides e espermatozóides (Figura 40).

A formação dos espermatozóides (Figura 41) engloba a aquisição de uma cauda ou flagelo, a modificação da célula arredondada numa célula alongada e a redução do volume de água, tudo para dar maior mobilidade à nova célula.



**Figura 40.** Aspecto de um testículo onde se identificam grupos de espermátides (ET) e espermatozóides (EZ)



**Figura 41.** Grupo de espermatozóides, com as características cabeças alongadas (C) e caudas compridas (c)

## **V. ESCALAS DE MATURAÇÃO MACROSCÓPICA E MICROSCÓPICA**

### **1. Introdução**

Nos ovários de *Trachurus trachurus* podem-se distinguir 4 tipos de oócitos – sem vitelo, em vitelogénese, hidratados e atréticos (oócitos que não foram libertados durante a postura e que iniciam um processo de reabsorção) – cuja identificação, em conjunto com outras características (nomeadamente a presença de folículos pós-ovulatórios), permite estabelecer a escala de maturação do carapau.

Vários autores têm elaborado escalas de maturação para diferentes espécies de carapau (*T. trachurus*, *T. trachurus capensis* e *T. picturatus murphyi*), cujo número de estados tem variado, desde os 9 apresentados por Macer (1974) e adoptados durante algum tempo por outros autores, nomeadamente Arruda (1982), até aos 6 presentemente aplicados (Walsh *et al.*, 1990), passando por algumas simplificações intermédias propostas por diversos autores: 8 (Kerstan, 1985; 1988); 7 mais 2 intermédios (Borges *et al.*, 1977); 7 (Hecht, 1990); 5 (Lucio e Martin, 1989) e até 4 indicados por Kerstan (1995) para o carapau da África do Sul.

Embora a escala de maturação de Macer (1974) tenha sido a adoptada por vários autores durante alguns anos, é interessante referir que estes estudos sobre os estados de maturação do carapau são conhecidos desde meados dos anos 60. Komarov (1964) e Polonskii (1969, *in* Arruda, 1982), apresentam já chaves de maturação, com 7 estados referidos pelo primeiro autor e 14 pelo segundo.

Este capítulo do trabalho tem como objectivo elaborar uma escala de maturação macroscópica e microscópica, onde se descrevem as características de cada estado de maturação, com base nas observações efectuadas nas gónadas de carapau.

## **2. Metodologia**

A elaboração da escala de maturação macroscópica do carapau foi feita com base na observação das gónadas durante a amostragem biológica.

A escala microscópica foi elaborada a partir da observação de cortes histológicos, feitos de acordo com a técnica de Ramos (1986), já explicada detalhadamente no capítulo da Morfogénese.

As figuras deste capítulo, referentes aos estados de maturação das gónadas, bem como as do capítulo anterior, descritivas da morfogénese, foram obtidas com o auxílio de uma câmara de vídeo acoplada ao microscópio e de um programa de digitalização de imagem (Visilog). A coloração apresentada pelas imagens é devida aos ajustes de brilho e intensidade da luz que foi necessário fazer para que fossem visíveis todas as estruturas das células.

### **3. Resultados**

Com base na observação das gónadas, foi elaborada uma escala de maturação do carapau, em que se consideraram 6 estados diferentes, de acordo com as características das gónadas e com a presença ou ausência de determinadas estruturas, nomeadamente, oócitos vitelados e não vitelados, oócitos hidratados, folículos pós-ovulatórios e oócitos atréticos.

Nas Tabelas X e XI descrevem-se, respectivamente, as características macroscópicas e microscópicas de cada estado de maturação. Nas Figuras 42 e 43 apresenta-se o aspecto microscópico de cada estado.

**Tabela X.** Escala de maturação macroscópica e respectiva descrição de cada estado  
(com base na observação das gónadas)

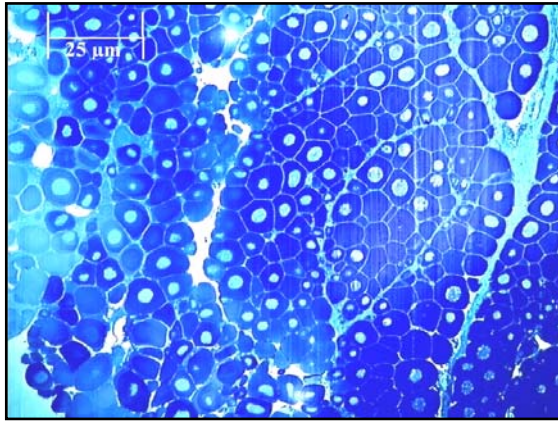
ESTADOS DE MATURAÇÃO	DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA
<b>1. Imaturo</b>	Ovários muito pequenos, redondos, cor vermelho-vinho e sem oócitos visíveis Testículos achatados, brancos, tão pequenos que por vezes são difíceis de distinguir do resto das vísceras
<b>2. Início do desenvolvimento</b>	Ovários redondos, rosados e rijos, sem oócitos visíveis; nos adultos em recuperação são mais escuros e consegue-se aperceber a presença de alguns oócitos Testículos achatados, brancos acinzentados e sem esperma; quando em recuperação são visíveis através das paredes umas manchas estreladas escuras
<b>3. Final do desenvolvimento / Início da desova</b>	Ovários redondos, grandes e rijos, amarelos ou alaranjados, com muitos oócitos bem visíveis e sem espaços vazios Testículos rijos, grandes, de cor branca leitosa
<b>4. Maduro</b>	Ovários muito grandes, ocupando praticamente toda a cavidade abdominal; oócitos hialinos presentes em grande quantidade, libertando-se facilmente com uma ligeira pressão no abdome Testículos muito grandes, ocupando quase toda a cavidade abdominal; brancos, cheios de esperma, que se liberta facilmente
<b>5. Parcialmente esgotado</b>	Ovários amarelos claros, com muitos vasos sanguíneos visíveis; flácidos e com alguns oócitos ainda presentes mas com muitos espaços vazios Testículos flácidos, amarelados e com manchas cinzentas; apresentam ainda restos de esperma
<b>6. Esgotado / Início da recuperação</b>	Ovários pequenos, vermelhos escuros, muito flácidos, podendo ver-se ainda alguns ovos esbranquiçados Testículos pequenos, muito flácidos e de cor cinzenta ou acastanhada; já sem esperma

**Tabela XI.** Escala de maturação microscópica e respectiva descrição de cada estado

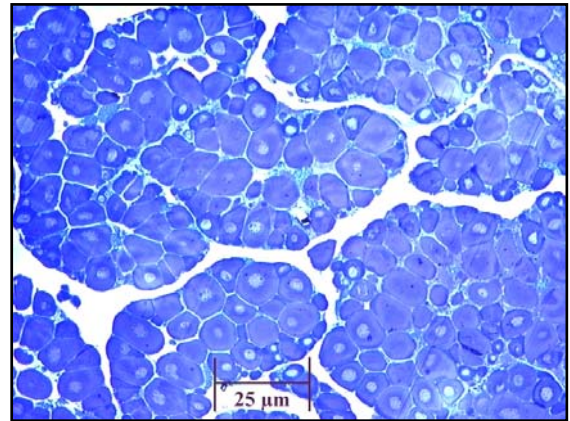
(com base na observação das gónadas)

ESTADOS DE MATURAÇÃO	DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA
<b>1. Imaturo</b>	Ovários pequenos, com cristas de pequenos oócitos primários formadas na direcção do lúmen; sem FPO's nem estados de atresia Tubos seminíferos com as paredes forradas por células germinais primordiais e separados por tecido intersticial em camadas finas
<b>2. Início do desenvolvimento</b>	Oócitos primários maiores do que os do estado anterior, com um grande núcleo, alguns já em início de vitelogénese, mas com o citoplasma sem gotas lipídicas; quando em recuperação podem ser visíveis restos de FPO's ou oócitos Tubos seminíferos contendo uma massa de células germinais primordiais, com um núcleo onde se distingue um grande nucléolo; disseminadas nesta massa identificam-se outras células menores e com pouco citoplasma - as
<b>3. Final do desenvolvimento / Início da desova</b>	A maior parte dos oócitos encontra-se em vitelogénese, apresentando gotas lipídicas no citoplasma; na fase mais avançada estas gotas encontram-se fundidas em placas situadas de um dos lados do núcleo; sem FPO's nem atresia Tubos seminíferos com espermatozóides primários e secundários, menores que os anteriores, e espermatozóides, todas células esféricas, sendo estas últimas bastante mais pequenas que as restantes
<b>4. Maduro</b>	Grande quantidade de oócitos em maturação final, com aspecto hidratado, presentes no ovário, embora misturados com outros oócitos secundários Tubos seminíferos cheios de espermatozóides, podendo, no entanto, identificar-se em pequeno número outros estados de desenvolvimento mais atrasados
<b>5. Parcialmente esgotado</b>	Poucos oócitos vitelados, deixando grandes espaços vazios; FPO's presentes em número variável; pode ocorrer atresia As paredes dos tubos seminíferos começam a engrossar; ainda se observa uma grande quantidade de espermatozóides
<b>6. Esgotado / Início da recuperação</b>	A maior parte dos oócitos apresenta-se em atresia, observando-se igualmente alguns oócitos em início de vitelogénese, com pequenas gotas lipídicas presentes no citoplasma; muitas células sanguíneas visíveis Tubos seminíferos com paredes fortemente espessadas mas com espaços vazios deixados pela reabsorção dos espermatozóides

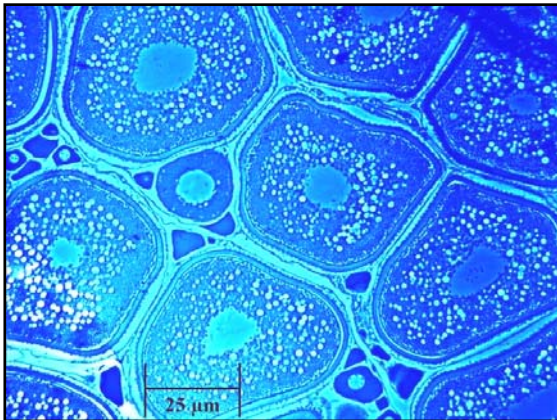




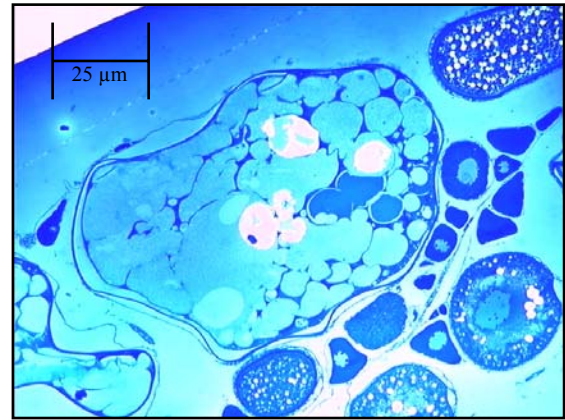
F 1



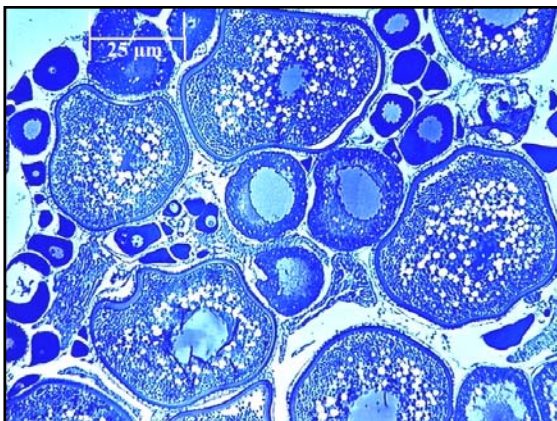
F 2



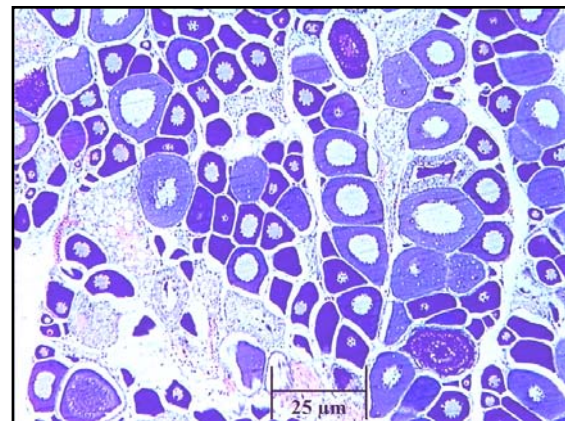
F 3



F 4



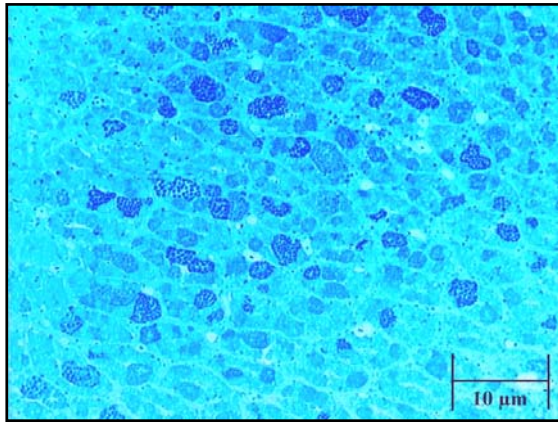
F 5



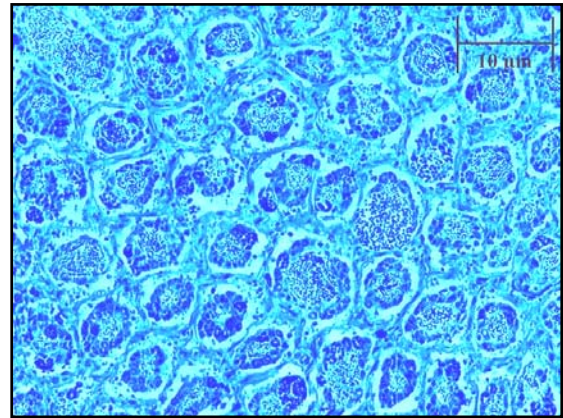
F 6

**Figura 42.** Aspecto microscópico dos estados de maturação das fêmeas

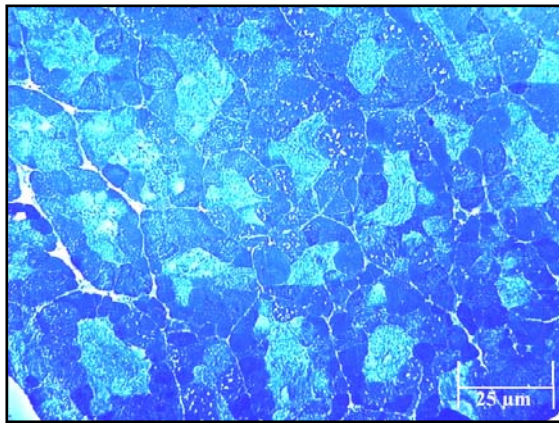




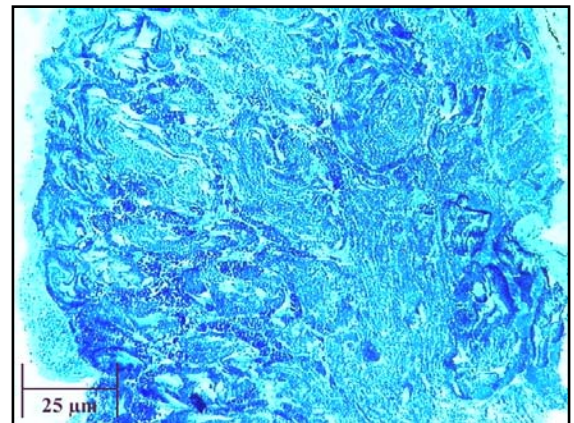
M 1



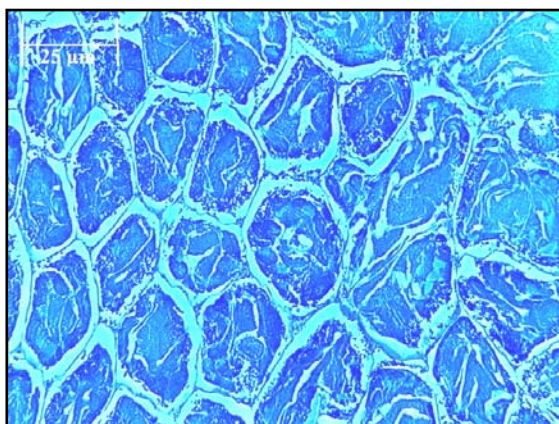
M 2



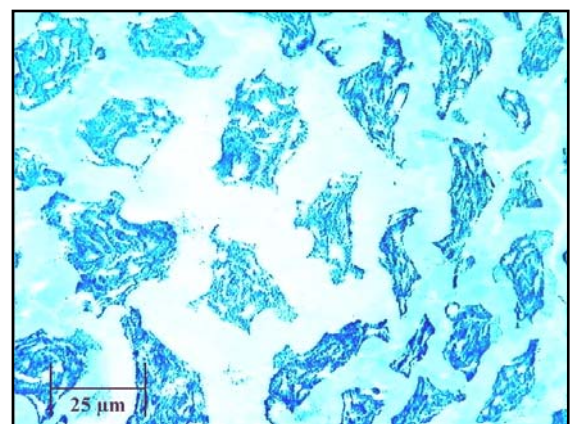
M 3



M 4



M 5



M 6

**Figura 43.** Aspecto microscópico dos estados de maturação dos machos



#### **4. Discussão**

A escala de maturação que se indica para o carapau, com 6 estados de desenvolvimento, parece-me ser a mais adequada, visto que cobre, de uma maneira simplificada, e ao mesmo tempo completa, todas as etapas por que passam as gónadas ao longo da vida do peixe.

Passada a fase de juvenis, em que os indivíduos são imaturos, e não têm capacidade para se reproduzir, inicia-se o desenvolvimento das gónadas, que se vai prolongando até quase todos os oócitos estarem prontos para a ovulação e fertilização. Após a desova, as gónadas entram numa fase de regressão, em que os ovários ficam flácidos, com poucos oócitos e os testículos largaram já a maior parte dos espermatozóides. O ciclo fecha-se com a absorção dos oócitos e dos espermatozóides que não foram libertados. Em seguida, recomeça o desenvolvimento de novos oócitos que irão ser libertados na desova seguinte.

Em relação às escalas de maturação que consideram um maior número de estados, penso que é forçar um pouco a identificação, pois considerar diferentes estados como “Jovem em desenvolvimento”, “Adulto em repouso” e “Início do desenvolvimento”, “Maduro” e “Em postura” ou “Parcialmente esgotado” e “Esgotado” implicaria a presença ou ausência de estruturas diferentes em cada estado, o que na realidade não se verifica. O que pode variar é o número em que elas estão presentes nas gónadas, mas parece-me um pouco difícil estabelecer um limite que possa distinguir estados de maturação tão semelhantes.

Pelo contrário, as escalas com menos estados de desenvolvimento parecem-me incluir na mesma classificação estados de maturação realmente diferentes, como por exemplo, considerar como estado III toda a sequência desde o início do desenvolvimento até ao estado de parcialmente esgotado (Lucio e Martin, 1989) ou incluir os estados de postura e esgotado na mesma identificação (Kerstan, 1995), casos em que o tipo de estruturas presentes tanto nos ovários como nos testículos é realmente diferente.

Para uma melhor compreensão das diferentes interpretações feitas pelos vários autores que identificam os estados de maturação do carapau, elaborou-se a Tabela XII, onde se

apresenta a correspondência entre a escala indicada neste trabalho e as apresentadas pelos outros autores.

Inclui-se na referida tabela a escala proposta por Walsh *et al.* (1990), que embora seja indicada para a sarda é a que tem sido aplicada para o carapau pelos autores que estudam a fecundidade desta espécie, sendo igualmente a indicada pelo Grupo de Trabalho do Método de Produção de Ovos de Carapau e Sarda do ICES (ICES, 1991a).

A diferença entre a escala de maturação apresentada no presente trabalho e as de Walsh *et al.* (1990) e Abaunza *et al.* (1995), consiste basicamente na descrição microscópica de cada estado, pois, embora tenham as três o mesmo número de estados de maturação, aqueles autores apenas descrevem os estados macroscópicos, enquanto que neste trabalho se faz a descrição microscópica de cada estado, de acordo com as características que se observam nas gónadas durante o processo de maturação.

**Tabela XII.** Comparação entre a escala de maturação indicada neste trabalho e as referidas pelos outros autores

Estado de maturação	Presente trabalho	Macer (1974)	Borges et al. (1977)	Kerstan (1985) (1988)	Lucio e Martin (1989)	Hecht (1990)	Walsh et al. (1990)	Abaunza et al. (1995)	George (1995)	Kerstan (1995)
Imaturo	1	1	I	1	I	I	1	1	1	1
Jovem em desenvolvimento	2	1-3	II	2	II	II	2	2	1	1
Adulto em repouso	2	2	II	8	II	II, III	2	2	2	2
Início do desenvolvimento	2	3	III	3	III	III	2	2	2	2
Desenvolvimento avançado	3	4	IV	4	III	IV	3	3	3	3
			VI-IV VI-V							
Maduro	4	5	V	5	III	V	4	4	4	3
Em postura	4	6	VI	6	III	VI	4	4	5	4
Parcialmente esgotado	5	7	VII	7	III	VII	5	5	5	4
Esgotado	5	8	VII	7	IV	VII	5	5	6	4
Em recuperação	6	9	VII	8	V	II	6	6	2	2

## **VI. CICLO DE MATURAÇÃO**

### **1. Introdução**

Durante o ciclo reprodutivo dos teleósteos verificam-se alterações nas gónadas, cujo desenvolvimento consiste numa série de fases interrelacionadas, requerendo cada uma um controlo e coordenação precisos para produzir gâmetas viáveis na altura do ano óptima para a sobrevivência das larvas (Jobling, 1995).

As variações do peso e aspecto exterior das gónadas permitem compreender a distribuição sazonal dos estados de maturação e a dinâmica da maturação sexual.

Um indicador importante do estado fisiológico de um peixe é o índice gonadossomático (razão entre o peso da gónada e o do corpo), cujo aumento durante a maturação sexual é resultado da deposição de vitelo (fosfolipoproteínas) nos oócitos (Hernandez, 1994).

As diferenças de maturação por comprimento ou idade entre diferentes anos podem reflectir alterações no esforço de pesca de grande número de espécies (Daan, 1978; Templeman *et al.*, 1978; Beacham, 1983, *in* Kerstan, 1988), incluindo o carapau (Wysokinski, 1984). Espécies sujeitas a uma sobrexploração podem ser capazes de alterar o seu ciclo de maturação, com os seus indivíduos a amadurecerem mais cedo, de modo a permitir que as baixas no stock devidas a capturas exageradas sejam mais rapidamente compensadas. Por outro lado, se a população é grande e não sofre pressões exteriores, poderá baixar o seu ciclo reprodutivo, de modo a que todos os seus indivíduos possam sobreviver em boas condições e sem a competição que grandes populações têm de enfrentar face à disponibilidade alimentar, áreas de desova ou outros factores condicionantes à sobrevivência da espécie.

O estudo do ciclo de maturação é igualmente importante para a definição do padrão de maturação e tamanho a que os indivíduos atingem a maturidade sexual (Abaunza *et al.*, 1995; Borges, 1996), distinção de stocks de espécies pelágicas e demersais (Beacham, 1983; Berner e Vaske, 1981; Bowering, 1983; Giedz, 1983, *in* Kerstan, 1988), distribuição geográfica de áreas de desova (Ehrich e Robles, 1982, *in* Kerstan, 1988) e pode ajudar na separação de espécies (Ni e Sandeman, 1982, *in* Kerstan, 1988).

A biologia de reprodução e maturação sexual do carapau (*Trachurus trachurus*) em relação com o comprimento e/ou idade no NE-Atlântico, desde a costa portuguesa até ao mar do Norte, foi alvo de diversos estudos parcelares em diferentes áreas da Europa a partir de 1951 (Letaconnoux, 1951). No entanto, e de então para cá, muitos têm sido os trabalhos realizados sobre este tema, tanto com esta espécie como com outras do mesmo género: Lozano-Cabo, 1952; Anadon, 1960; Barraca, 1964; Arbault e Lacroix-Boutin, 1969; Polonskii, 1969; Sahrhage, 1970; Berenbeim, 1974; Macer, 1974; Overko, 1974; Borges et al., 1977; Nazarov, 1977; Eaton, 1983; Arruda, 1984; Kerstan, 1985, 1988, 1995; Lucio e Martin, 1989; Borges e Gordo, 1991; Abaunza et al., 1995; Borges, 1996; Lucio, 1996 (*T. mediterraneus*).

Além da referida zona do NE-Atlântico, também noutras áreas a maturação e reprodução do carapau têm sido estudadas: Andreu e Roda (1951) e Planas e Vives (1953) estudaram a espécie *Trachurus trachurus* do Mediterrâneo; Gail (1954) fez as suas observações da espécie *Trachurus trachurus* em Marrocos (Casablanca); o carapau do SW africano foi estudado por Komarov (1964); Sedlets kaya (1971) e Overko e Barkova (1973) estudaram o carapau do NW de África, dedicando-se respectivamente às espécies *Trachurus trachurus* e *Trachurus trecae*; Andrianov (1985) estudou o carapau do Perú (*T. murphyi*); Hecht (1990) trabalhou com o carapau da costa sudeste africana (*T. trachurus capensis*); Marshall et al. (1993) estudaram a espécie *T. declivis* das águas da Tasmânia; Hernandez (1994) estudou o *Trachurus trachurus* do Mar Adriático; finalmente, George (1995, 1996) dedicou-se ao estudo do *Trachurus picturatus murphy* da costa norte do Chile.

As observações destes autores e os resultados a que chegaram são alvo de discussão no ponto 4 deste capítulo, onde se faz a comparação dos resultados deste trabalho com os daqueles autores.

Com o objectivo de contribuir para o conhecimento da dinâmica da maturação sexual do carapau da costa portuguesa, determinou-se a proporção de sexos na população (*sex ratio*), a evolução anual do índice gonadossomático, o comprimento e a idade médios da primeira maturação (comprimento e/ou idade a que 50% dos indivíduos estão maduros na época de desova) e a distribuição sazonal dos estados de maturação, o que permitiu estabelecer o ciclo anual de maturação sexual.

## 2. Metodologia

O estudo do ciclo de maturação do carapau envolveu várias metodologias, de acordo com o parâmetro em análise.

Assim, determinou-se o *sex ratio* (proporção de sexos na população, calculado pela razão entre o número de fêmeas e o número total de indivíduos) a partir dos indivíduos com mais de 15 cm de comprimento, visto nos exemplares mais pequenos ser por vezes difícil distinguir o sexo. O número de indivíduos amostrados mensalmente (durante os anos de 1992, 1993, 1994, 1995 e 1998) foi o seguinte:

Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	T
F	317	3321	147	91	211	185	199	147	121	209	185	86	5219
M	197	2692	139	165	262	227	187	126	126	199	153	72	4532
T	514	6013	286	256	473	412	386	273	247	408	338	158	9751

A grande diferença no número de exemplares do mês de Fevereiro em relação aos restantes deve-se ao facto de aquele ser o único mês em que foram realizados cruzeiros; no resto do ano as amostras eram provenientes unicamente de Peniche.

A análise da variação do índice gonadossomático pode fazer-se pela aplicação de três índices diferentes, em que o peso da gónada é expresso percentualmente em função do peso total do peixe (Macer, 1974; Lucio e Martin, 1989; Hernandez, 1994; Borges, 1996; Lucio, 1996), do seu peso menos o peso das vísceras (Lucio e Martin, 1989; Lucio, 1996) ou do peso total menos o peso da gónada (Arruda, 1982; George, 1995, 1996). Neste trabalho optou-se por aplicar, num total de 1769 indivíduos, esta última relação, cuja fórmula é a seguinte:

$$IG = W_{gón.} / (W_T - W_{gón.}) * 100$$

onde : **IG** é o índice gonadossomático

$W_{gón.}$  é o peso da gónada

$W_T$  é o peso total do peixe

A variação do índice gonadossomático por classes de comprimento e idade foi determinada apenas durante a época de desova, com o objectivo de reduzir a variabilidade dos seus valores.

Com vista à determinação do comprimento e idade médios com que o carapau da costa portuguesa atinge a primeira maturação, elaboraram-se ogivas de maturação (por sexo), com todos os exemplares que ao longo do ano se encontravam em estado de maturação 2 ou mais. Com base neste critério, utilizaram-se, para a ogiva de maturação por comprimentos, 9041 indivíduos e 5309 para a a ogiva de maturação por idades.

Para a obtenção das referidas curvas logísticas, foi aplicada a seguinte equação logística (segundo O' Brien *et al.*, 1993):

$$p = 1 / [1 + e^{(a+bx)}]$$

em que: **p** é a percentagem de peixes maduros por classe de comprimento ou idade

**x** é a classe de comprimento ou idade

**a** e **b** são os parâmetros da função logística

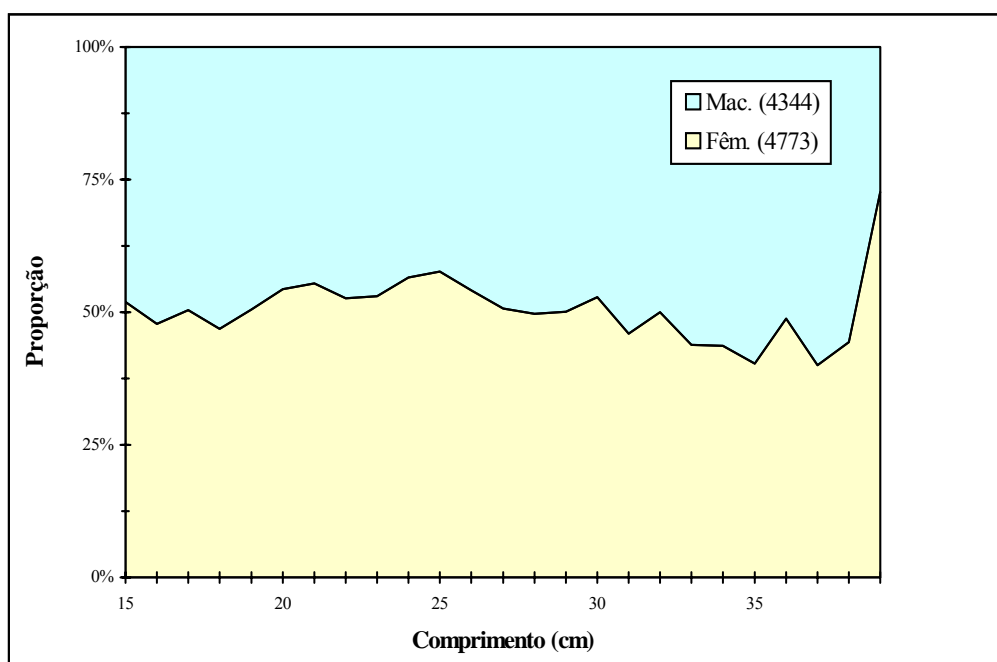
O comprimento e a idade em que ocorre a primeira maturação foram calculados pelos coeficientes de regressão ( $- a / b$ ).

Finalmente, foram elaborados gráficos, por sexo, da distribuição anual dos 6 estados de maturação, em exemplares colhidos de Janeiro a Dezembro de 1992 a 1995 e 1998 e estudada a evolução do ciclo de maturação sexual durante aquele período.

### 3. Resultados

#### *Sex ratio*

Na Figura 44 está representado, por classe de comprimento, o *sex ratio* do carapau ( $\geq 15$  cm) da costa portuguesa, de 1992 a 1995 e 1998:



**Figura 44.** *Sex ratio* anual do carapau da costa portuguesa ( $\geq 15$  cm) no período de 1992 - 1998. Entre parêntesis indica-se o número de machos e fêmeas observados

Como mostra a Tabela XIII, nos 9117 exemplares observados, encontrou-se um *sex ratio* de 1:0.923, a favor das fêmeas, cuja percentagem foi de 52%, correspondendo a comprimentos entre 15 e 39 cm, agrupados em classes de 10 cm.



**Tabela XIII.** Sex ratio por grupos de classes de comprimento,  $\geq 15$  cm, e número total de exemplares observados em cada um

Sexo / Cl. de compr.	[15-25] cm	[26-35] cm	[36-39] cm	[15-39] cm
Machos (%)	46.8	49.8	52.6	47.6
Fêmeas (%)	53.2	50.2	47.4	52.4
Mac. + Fêm. (n)	6561	2442	114	9117

#### **Variação do índice gonadossomático (IG)**

Para o estudo da variação do peso das gónadas, tanto ao longo do ano, como com o comprimento e idade dos exemplares, elaboraram-se gráficos de machos e fêmeas separadamente, com o objectivo de ver se haveria, entre os dois sexos, diferenças consideráveis na variação deste índice.

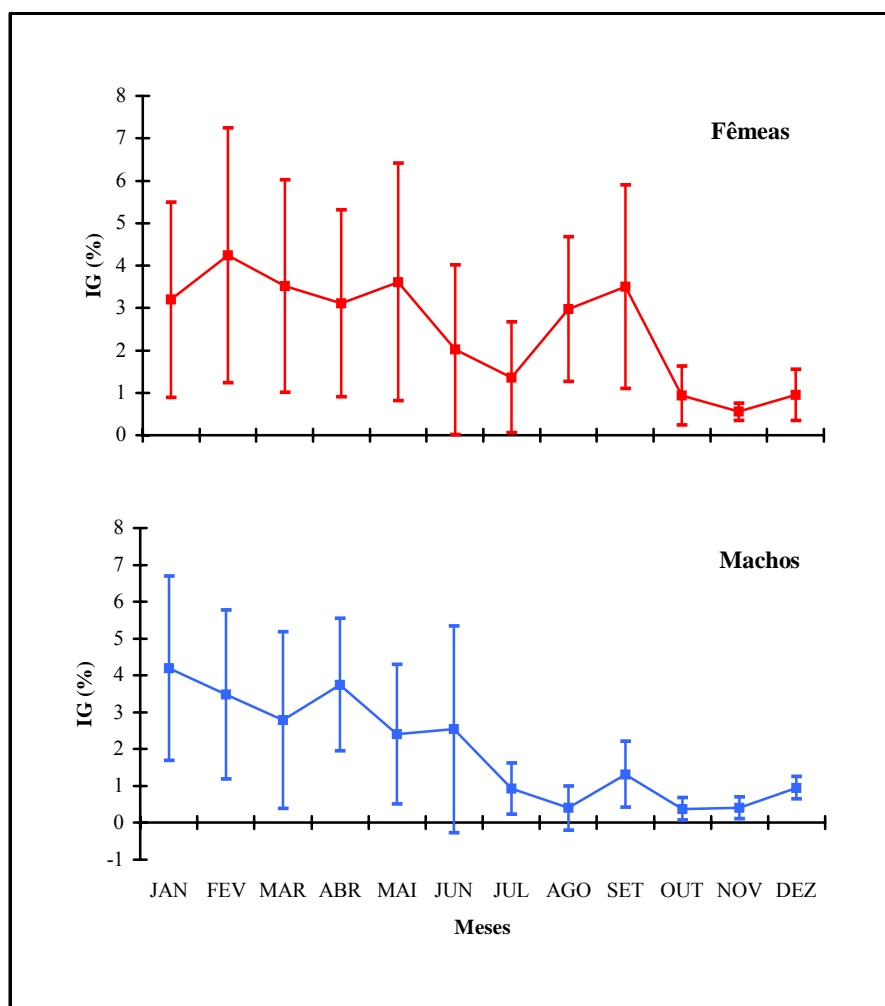
Para o estudo da variação do índice gonadossomático ao longo do ano, cujos valores se apresentam na Tabela XIV, foram utilizados apenas os exemplares adultos e verificou-se que este índice apresenta valores médios mais elevados na primeira metade do ano, decrescendo no segundo semestre.

**Tabela XIV.** Variação anual (média e desvio padrão) do índice gonadossomático no período de 1992-1998

Meses	Fêmeas			Machos		
	n	Média	DP	n	Média	DP
<b>JAN</b>	223	3.2	2.3	19	4.2	2.5
<b>FEV</b>	1042	4.2	3.0	98	3.5	2.3
<b>MAR</b>	81	3.5	2.5	14	2.8	2.4
<b>ABR</b>	136	3.1	2.2	29	3.7	1.8
<b>MAI</b>	61	3.6	2.8	25	2.4	1.9
<b>JUN</b>	54	2.0	2.0	58	2.5	2.8
<b>JUL</b>	52	1.4	1.3	9	0.9	0.7
<b>AGO</b>	75	3.0	1.7	8	0.4	0.6
<b>SET</b>	14	3.5	2.4	11	1.3	0.9
<b>OUT</b>	17	0.9	0.7	34	0.4	0.3
<b>NOV</b>	12	0.6	0.2	2	0.4	0.3
<b>DEZ</b>	15	1.0	0.6	14	1.0	0.3

Os valores registados para ambos os sexos separadamente são, de um modo geral, da mesma ordem de grandeza, com excepção dos meses de Agosto e Setembro, em que o IG das fêmeas é bastante mais elevado do que o dos machos. Este aumento poder-se-á explicar pela ocorrência, nestes dois meses, de algumas fêmeas com ovários bastante volumosos, as quais, embora fossem em pequeno número, fizeram aumentar bastante o valor médio do índice gonadossomático, enquanto que nos machos isso não se verificou.

A variação média anual deste índice, e correspondente desvio padrão, estão representados na Figura 45:

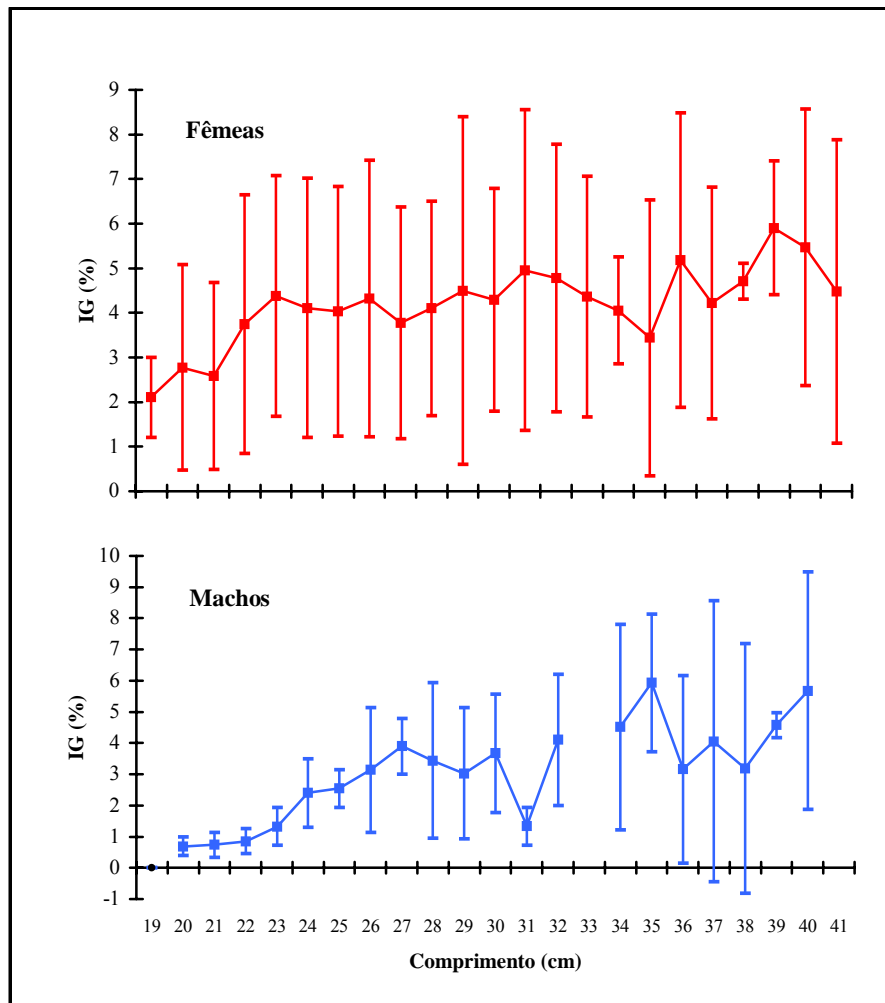


**Figura 45.** Evolução dos valores médios mensais ( $\pm$  DP) do índice gonadosomático no período de 1992-1998

Na Tabela XV apresenta-se a variação do índice gonadosomático por classe de comprimento, com base na qual se elaborou a Figura 46.

**Tabela XV.** Variação do índice gonadossomático (média e DP) por classe de comprimento no período de 1992-1998

Cl. comp.	Fêmeas			Machos		
	n	Média	DP	n	Média	DP
19	10	2.1	0.9			
20	65	2.8	2.3	2	0.7	0.3
21	124	2.6	2.1	7	0.7	0.4
22	75	3.7	2.9	9	0.9	0.4
23	99	4.4	2.7	7	1.3	0.6
24	165	4.1	2.9	6	2.4	1.1
25	174	4.0	2.8	7	2.5	0.6
26	129	4.3	3.1	15	3.1	2.0
27	103	3.8	2.6	11	3.9	0.9
28	96	4.1	2.4	18	3.4	2.5
29	87	4.5	3.9	10	3.0	2.1
30	65	4.3	2.5	14	3.7	1.9
31	49	5.0	3.6	3	1.3	0.6
32	36	4.8	3.0	4	4.1	2.1
33	26	4.4	2.7	1	4.1	
34	14	4.1	1.2	8	4.5	3.3
35	13	3.4	3.1	6	5.9	2.2
36	8	5.2	3.3	5	3.2	3.0
37	9	4.2	2.6	4	4.1	4.5
38	4	4.7	0.4	2	3.2	4.0
39	2	5.9	1.5	2	4.6	0.4
40	4	5.5	3.1	3	5.7	3.8
41	3	4.5	3.4	1	7.5	



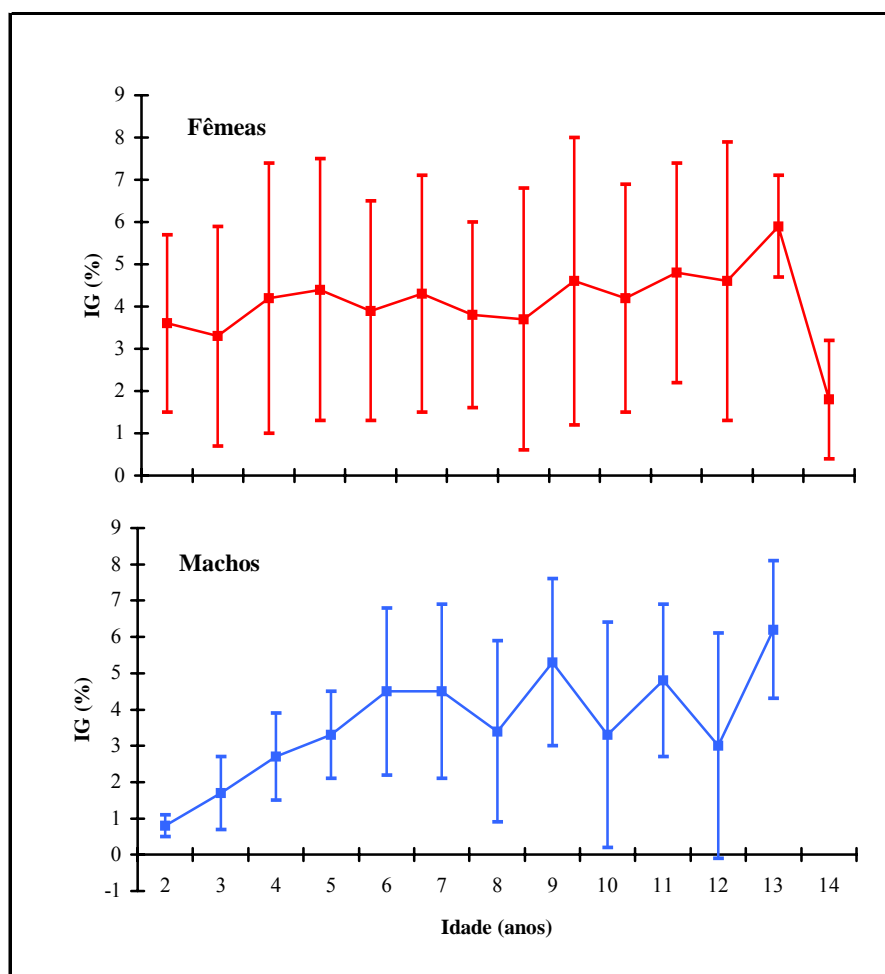
**Figura 46.** Variação do índice gonadosomático (média  $\pm$  DP) por classe de comprimento no período de 1992-1998

Os valores da relação do índice gonadosomático com o comprimento apresentam uma tendência geral de subida em ambos os sexos, embora mantendo uma variação mais constante nas fêmeas. Curiosamente, até à classe dos 25 cm, este índice apresentou valores médios bastante mais baixos nos machos do que nas fêmeas; a partir dos 26 cm de comprimento o IG registou valores da mesma ordem de grandeza em ambos os sexos.

A variação do índice gonadossomático por classes de idade, cujos valores se apresentam na Tabela XVI, está representada na Figura 47.

**Tabela XVI.** Variação do índice gonadossomático (média e DP) por classe de idade no período de 1992-1998

Cl. idade	Fêmeas			Machos		
	n	Média	DP	n	Média	DP
2	24	3.6	2.1			
3	150	3.3	2.6	12	0.8	0.3
4	165	4.2	3.2	20	1.7	1.0
5	214	4.4	3.1	14	2.7	1.2
6	181	3.9	2.6	12	3.3	1.2
7	106	4.3	2.8	18	4.5	2.3
8	92	3.8	2.2	10	4.5	2.4
9	64	3.7	3.1	5	3.4	2.5
10	118	4.6	3.4	10	5.3	2.3
11	64	4.2	2.7	6	3.3	3.1
12	34	4.8	2.6	11	4.8	2.1
13	14	4.6	3.3	7	3.0	3.1
14	5	5.9	1.2	2	6.2	1.9
15	2	1.8	1.4			



**Figura 47.** Variação do índice gonadosomático (média  $\pm$  DP) por classe de idade no período de 1992-1998

Tal como em relação ao comprimento, também a variação do índice gonadosomático com a idade apresentou valores mais baixos nos machos, em particular até à classe dos 6 anos, a partir da qual há uma aproximação na ordem de grandeza dos valores obtidos para os dois sexos.

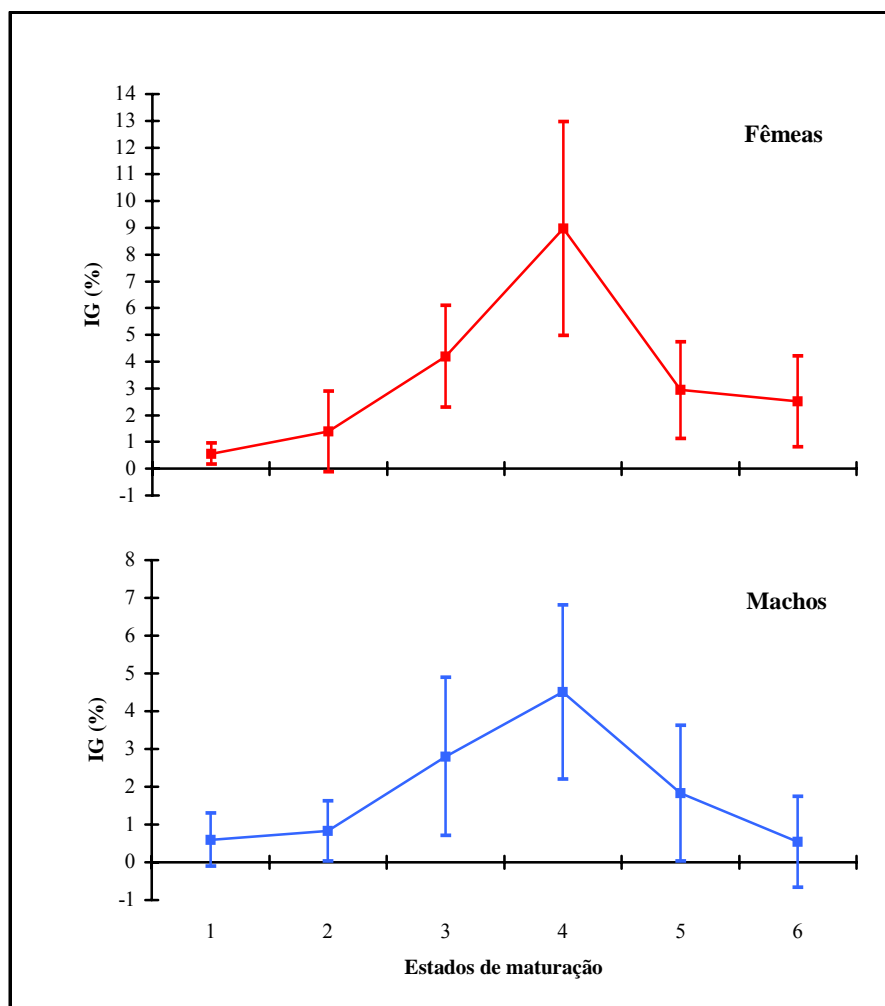
Finalmente, fez-se a análise da variação do índice gonadossomático por estado de maturação, com base nos valores apresentados na Tabela XVII:

**Tabela XVII.** Variação do índice gonadossomático (média e DP) por estados de maturação no período de 1992-1998

<b>Est. de mat.</b>	<b>Fêmeas</b>			<b>Machos</b>		
	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
<b>1</b>	30	0.6	0.4	7	0.6	0.6
<b>2</b>	78	1.4	1.5	18	0.8	0.8
<b>3</b>	460	4.2	1.9	79	2.8	2.1
<b>4</b>	160	9.0	4.0	83	4.5	2.3
<b>5</b>	795	2.9	1.8	96	1.8	1.8
<b>6</b>	258	2.5	1.7	38	0.5	1.4

A Figura 48 representa graficamente esta variação e a sua análise mostra o aumento do peso da gónada a partir do estado 2 de maturação, indicando o início da vitelogénese e espermatogénese; este aumento mantém-se durante a época de pré-desova, atingindo o máximo no estado 4 – postura – começando imediatamente o decréscimo representativo do início da fase de repouso.





**Figura 48.** Variação do índice gonadosomático (média  $\pm$  DP) por estado de maturação no período de 1992-1998

### Comprimento da 1ª maturação

Considerando como primeira maturação o comprimento (ou idade) a que 50 % dos indivíduos da população iniciam a vitelogénese elaboraram-se, para cada sexo, ogivas de maturação por comprimento e idade, representadas na Figura 49.

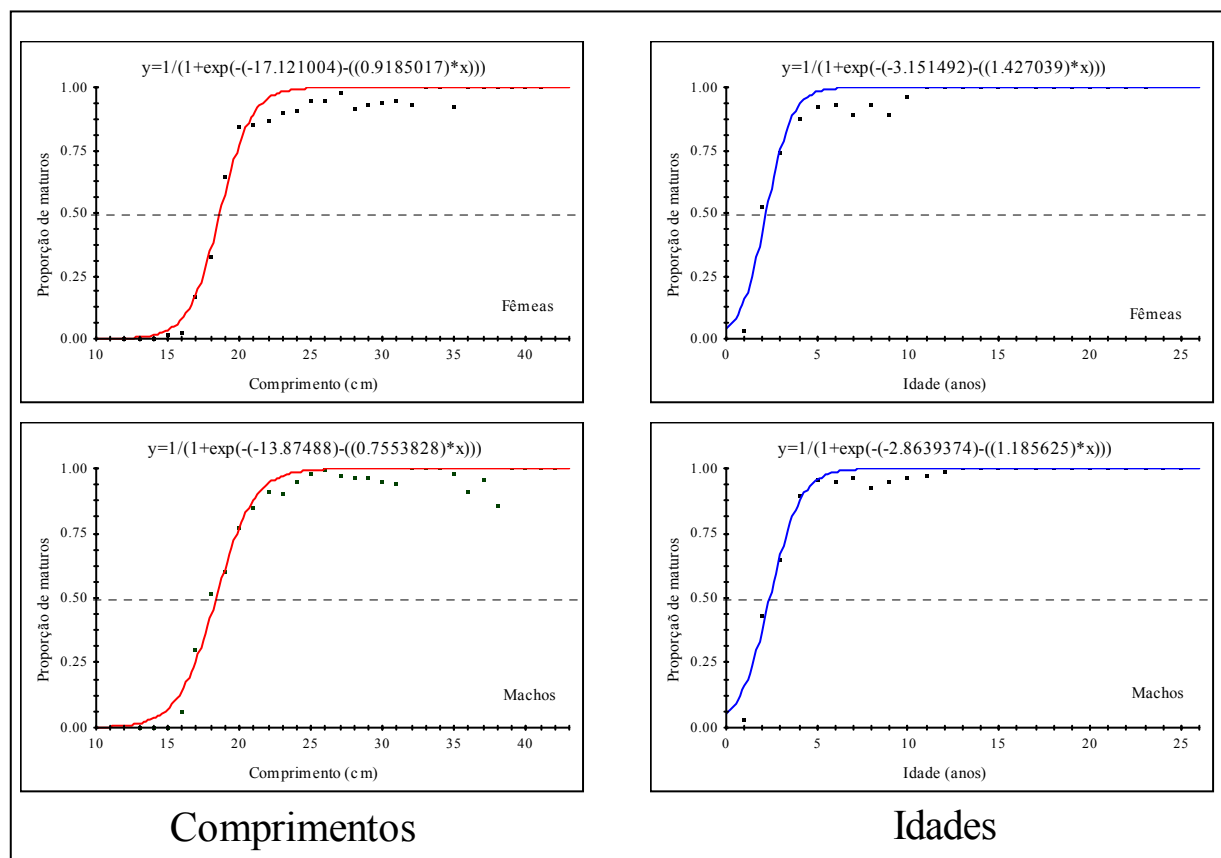


Figura 49. Ogivas de maturação do carapau no período de 1992 – 1998

Aplicando a já referida fórmula dos coeficientes de regressão, determinaram-se os comprimentos e idades a que ocorre a 1ª maturação e cujos valores se apresentam na Tabela XVIII:

**Tabela XVIII.** Comprimento e idade a que ocorreu a maturidade sexual no carapau da costa portuguesa (valores médios do período de 1992-1998)

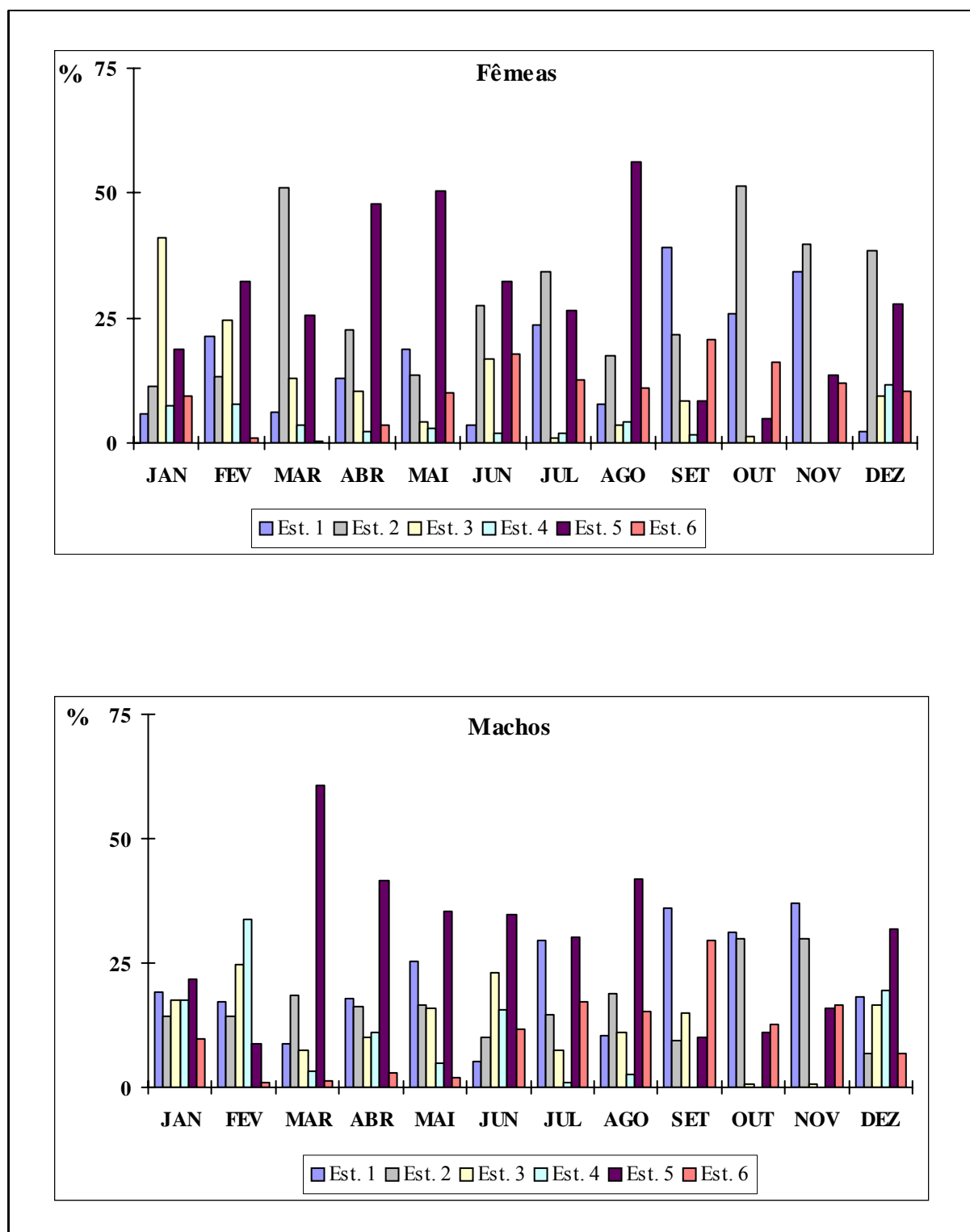
	Compr. (cm)			Idade (anos)		
	Máx.	Mín.	1ª mat.	Máx.	Mín.	1ª mat.
Fêmeas	19.9	17.3	18.6	3.0	1.2	2.1
Machos	19.8	17.0	18.4	3.3	1.4	2.4

A observação da figura e da tabela anteriores mostra que ambos os sexos atingem a maturidade sexual nas mesmas classes de comprimento e idade.

### **Ciclo anual de maturação sexual**

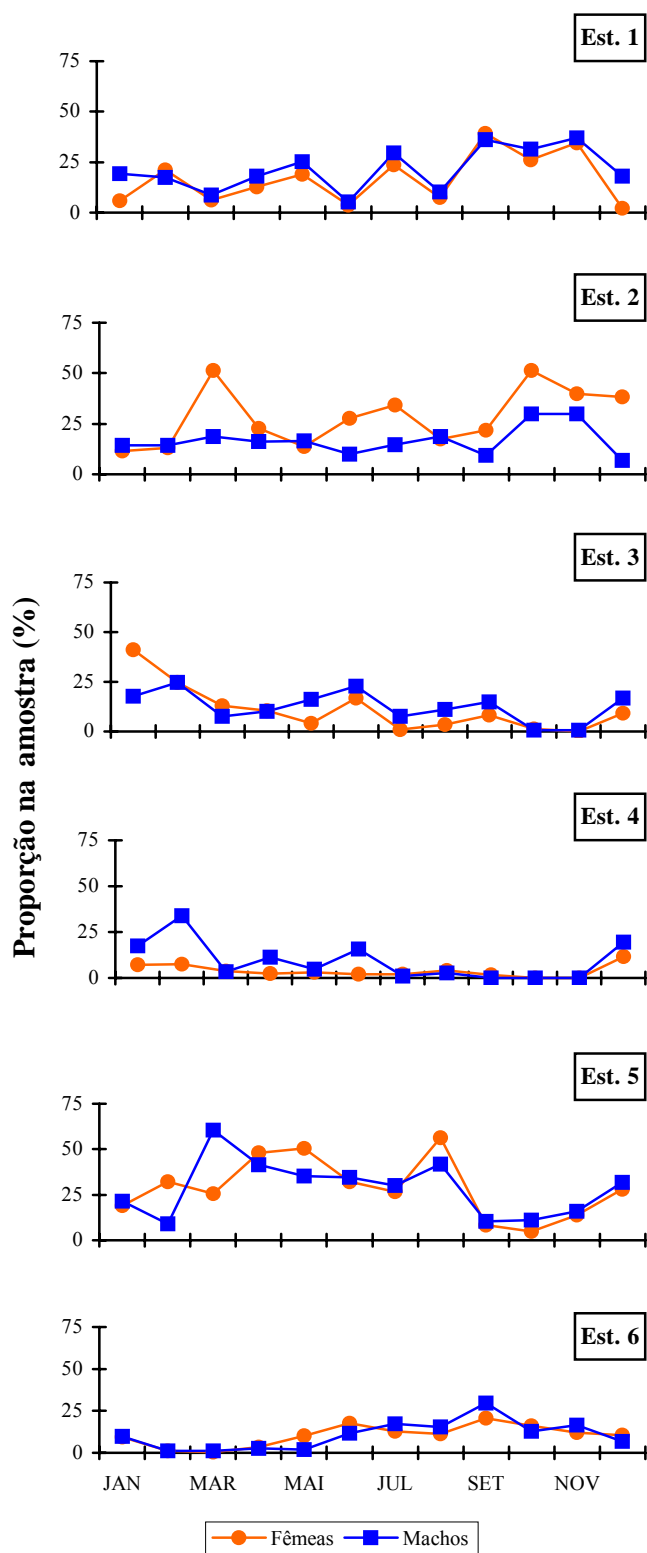
A variação da proporção mensal de cada estado de maturação de fêmeas e machos no período de 1992-1998 está representada nas Figuras 50 e 51.

A primeira observação que se pode fazer sobre as figuras é a elevada percentagem de indivíduos no estado de pós-desova (estado 5) presentes nas amostras, enquanto que os indivíduos nos estados de pré-desova (estado 3) e desova (estado 4) são em número muito reduzido. Isto pode indicar, por um lado, que a postura é seriada e, por outro, que os estados de desova e pré-desova têm uma duração mais curta do que o de pós-desova.



**Figura 50.** Evolução anual dos estados de maturação do carapau da costa portuguesa no período de 1992-1998

A variação mensal da proporção de cada estado de maturação permite descrever o ciclo de maturação do carapau da costa portuguesa como tendo uma época de desova mais intensa no período de Dezembro a Fevereiro, meses em que os estados de pré-postura e postura registam maiores percentagens. As fêmeas apresentam um período de pós-desova de Abril a Agosto, enquanto que os machos parecem iniciar esse período um pouco mais cedo, em Março. Em ambos os sexos o período de repouso e recuperação inicia-se em Setembro e prolonga-se até Novembro-Dezembro.



**Figura 51.** Variação mensal da proporção de cada estado de maturação do carapau no período de 1992-1998

#### 4. Discussão

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, a época de desova do carapau da costa portuguesa decorreu, de 1992 a 1998, de Dezembro a Fevereiro, mês em que atingiu o seu máximo, e à qual se seguiu, de Março a Agosto, um período de repouso, caracterizado pela presença de grande número de gónadas em estado 5; a partir de Setembro, e até Novembro, assistiu-se a um período de recuperação, das gónadas, representado por um aumento da presença de estados 6 e 2.

Estes resultados estão de acordo com os registados por outros autores que têm vindo a estudar o ciclo de maturação desta espécie na Península Ibérica. Em particular para a costa portuguesa, Barraca (1964) e Borges e Gordo (1991) referem que a postura do carapau ocorre durante o primeiro semestre. Borges *et al.* (1977) referem, em particular para a zona de Olhão, dois períodos de postura, o primeiro entre Janeiro e Junho e o segundo de Julho a Setembro. Arruda (1982) indica que a maturação desta espécie se inicia em Novembro e se prolonga até Abril-Maio, enquanto que Borges (1996) no seu estudo da população de *Trachurus trachurus* da área continental portuguesa, separa os indivíduos em duas categorias: os animais maiores, com comprimentos entre 29.5 cm e 35 cm, têm a época de postura de Novembro a Fevereiro e os menores, com comprimentos inferiores a 29.5 cm, desovam entre Fevereiro e Julho. Todos estes autores verificaram, de um modo geral, que Fevereiro foi um mês de postura intensa.

Outros trabalhos realizados na Península Ibérica, em particular na região NW de Espanha, mostram que a época de postura das populações de carapau daquela área é mais ou menos coincidente com a da costa portuguesa.

Letaconnoux (1951) utilizou material da costa NW de Espanha e do Golfo da Gasconha, cuja observação lhe permitiu distinguir dois períodos de desova distintos, um para cada região: Fevereiro-Abril para a costa a norte de Espanha (Cantábrico) e Maio a Junho para a Gasconha.

Anadon (1960) observou exemplares do NW de Espanha que em Novembro e Dezembro estavam no estado inicial de maturação e cujas gónadas estavam já em regressão em Julho e Agosto.

Os meses de Primavera parecem ser também, de acordo com Arbault e Lacroix-Boutin (1969) os preferidos para a reprodução do *Trachurus trachurus* do Golfo da Biscaia.

Segundo Lucio e Martin (1989) o início da maturação no sul do Golfo da Biscaia dá-se em Maio-Junho, prolongando-se a época de desova até Dezembro; posteriormente, Lucio (1996) elaborou um estudo mais minucioso em que concluiu que a pré-desova decorre no fim da primavera-verão (Junho/Agosto), a desova é intensa de Agosto a Outubro e o período de descanso vai de Outubro a Janeiro.

Da observação dos trabalhos de outros autores que estudaram o ciclo de reprodução do carapau, verifica-se que com o aumento da latitude para norte a época de postura vai avançando ao longo do ano.

Berenbeim (1974), Nazarov (1977) e Eaton (1983) trabalharam com carapau do Nordeste Atlântico e, enquanto que Berenbeim e Eaton referem que a desova pode ocorrer entre Maio e Agosto, Nazarov considera a época de postura entre Fevereiro e Abril.

As populações de *Trachurus trachurus* do Canal de Inglaterra e do Mar do Norte têm sido objecto de estudo de diversos autores ao longo de vários anos.

Polonskii (1969), Sahrhage (1970), Macer (1974) e Kerstan (1995) dedicaram-se àquela área de distribuição do carapau e todos indicam como época de desova os meses de Maio a Setembro, com intensidades máximas em Junho-Julho.

Nas regiões próximas da área em estudo, como o Mediterrâneo ocidental, o mar Adriático e a costa NW de África, a época de postura do carapau estende-se pelo inverno e primavera.

Do Mediterrâneo existem referências de trabalhos de Miranda e Rivera (1930 in Arruda, 1982), Andreu e Roda (1951) e Planas e Vives (1953) que concordam em que o mês de Fevereiro é preferencial para a desova da espécie; Gail (1954) estudou a reprodução do carapau de Casablanca e indica os meses de Março e Abril como sendo os de postura mais intensa; para Hernandez (1994) o carapau do Adriático tem a sua época de postura entre Março e Junho, com um pico em Maio.



De todas estas observações pode-se concluir que o fim da época de postura de *Trachurus trachurus* na área portuguesa da Península Ibérica corresponde ao início da desova em regiões mais a norte (Golfo da Biscaia, Mar do Norte e Canal de Inglaterra). Este avanço da época de desova de sul para norte poderá estar relacionada com a temperatura, que durante a primavera e o verão no hemisfério norte vai aumentando com a latitude, fazendo com que os indivíduos que desovam mais a sul, com determinada temperatura, se desloquem para norte, acompanhando essas temperaturas que lhes são favoráveis para a postura.

Esta variação sazonal da época de postura pode ser evidenciada pela evolução do índice gonadossomático, que se pode considerar, de certo modo, representativo do estado de maturação das gónadas.

Na avaliação feita neste trabalho sobre as variações mensais do IG, verificou-se que entre os dois sexos há apenas ligeiras diferenças.

Em ambos os sexos, o 1º semestre apresentou valores do índice gonadossomático mais elevados do que os da segunda metade do ano; nas fêmeas, a relação entre o peso da gónada e o peso total de cada indivíduo apresentou o seu máximo em Fevereiro (correspondente ao pico de postura), enquanto que nos machos, o valor mais elevado foi registado em Abril. No segundo semestre os valores deste índice decresceram bastante (indicativos da época de repouso em que os indivíduos se encontravam) atingindo, nos dois sexos, os valores mínimos em Novembro, embora com um pico relativamente elevado em Setembro.

Arruda (1982) e Borges (1996), estudando o carapau da costa portuguesa apresentam como épocas de índice gonadossomático mais elevado, respectivamente, os meses de Janeiro-Fevereiro e Fevereiro-Março; os valores mínimos foram registados, pelo primeiro autor, em Setembro-Novembro e em Outubro-Novembro pelo segundo.

No Golfo da Biscaia, a relação entre os pesos total e da gónada apresenta uma variação máximo-mínimo semelhante à da costa portuguesa: máximo em Abril-Junho e mínimo em Novembro-Dezembro (Lucio e Martin, 1989).

No Canal de Inglaterra e Mar do Norte, Macer (1974) indica os meses de Maio-Junho como sendo aqueles em que o IG é máximo, decrescendo durante o Outono e atingindo os valores mais baixos em Outubro-Novembro.

Tal como já foi apresentado nas Tabelas XV e XVI e nas Figuras 46 e 47, foi também analisada, no presente trabalho, a variação do índice gonadossomático com o comprimento e a idade dos indivíduos.

Em ambos os casos se verificou que o índice gonadossomático aumenta com o comprimento e a idade, atingindo o valor máximo aos 39 cm nas fêmeas e 40 cm nos machos, correspondendo em ambos os sexos a 13 anos de idade.

Na tentativa de comparar estes resultados com os de outros autores, apenas consegui encontrar três referências bibliográficas que relacionassem de algum modo o IG com o comprimento e/ou idade do carapau, e mesmo assim, apenas uma para a costa portuguesa.

Lucio e Martin (1989) embora não indiquem valores exactos, referem que o índice gonadossomático aumenta com o comprimento e é mais elevado nas fêmeas, o que concorda com os resultados que aqui se apresentam.

Borges e Gordo (1991) indicam que o índice gonadossomático é máximo nas fêmeas com 23 cm e nos machos com 22 cm mas não referem as idades dos indivíduos.

Hernandez (1994), em relação ao carapau do Adriático, refere que este índice diminui com a idade, atingindo os valores mais elevados nos exemplares com 6 e 7 anos (nas fêmeas e machos, respectivamente), mas não refere comprimentos.

A relação encontrada neste estudo entre o índice gonadossomático e os estados de maturação das gónadas concorda com o referido por Macer (1974). De acordo com este autor, as gónadas dos machos aumentam de peso mais rapidamente nos primeiros estados de maturação e mantêm-se mais pesadas durante mais tempo, enquanto que as das fêmeas são mais pesadas no pico de postura porque absorvem fluidos e ficam hialinas. A rápida perda de peso dos ovários será indicadora, segundo o mesmo autor, de que a primeira emissão de ovos é a maior, embora possam ocorrer mais posturas ao longo da época de desova. Borges (1996), no seu estudo do carapau da costa portuguesa, verificou que o IG decrescia rapidamente a

partir de Fevereiro-Março e até Abril, o que indica a ocorrência de rápidas e sucessivas emissões de ovos durante este período.

A análise do *sex ratio* que se obteve para as amostras estudadas resultou num valor de 1:0.923, com uma ligeira preponderância das fêmeas nas classes de comprimento inferiores a 35 cm e dos machos nas classes maiores.

Tal como no presente trabalho, também vários outros autores verificaram que a proporção machos/fêmeas na população era de 1:1: Overko (1974) encontrou no carapau do Atlântico Central-Este um *sex ratio* de 1:1; Kerstan (1985) observou que o *sex ratio* do carapau das costas da Grã-Bretanha e Irlanda era de 1:0.956, a favor dos machos, tendo constatado, num trabalho posteriormente realizado na mesma região (Kerstan, 1995) que o *sex ratio* se mantém constante até os machos se tornarem adultos e depois diminui com o comprimento; Borges (1996), para o carapau da costa portuguesa, em particular da região Sul, apresenta a mesma relação de 1:1 entre machos e fêmeas.

Embora, em geral, a proporção dos dois sexos esperada numa população seja esta, são também possíveis variações com o comprimento ou época do ano.

Lucio e Martin (1989), ao contrário do que se observou neste trabalho, encontraram na população do Golfo da Biscaia mais fêmeas entre os exemplares maiores que 37 cm e maior número de machos nos indivíduos entre 15 e 17 cm.

Finalmente, um último ponto do estudo do ciclo de maturação do carapau, e que se reveste de bastante importância, porquanto nos dá indicação de quando é que a população se torna sexualmente activa, é o comprimento médio a que os indivíduos atingem a primeira maturação.

O primeiro aspecto que se destaca das observações feitas ao longo deste trabalho é que não há grande diferença, tal como nos resultados apresentados por muitos outros autores, entre os dois sexos, no que respeita ao comprimento da primeira maturação; outro aspecto é que o carapau estudado estava maduro com comprimentos significativamente menores do que o analisado por outros autores, tanto na costa portuguesa como noutras regiões. No que

respeita à relação com a idade, encontrei muito poucos trabalhos que me fornecessem esses dados.

De facto, enquanto que neste trabalho se registaram para a primeira maturação comprimentos de 18.6 cm para as fêmeas (correspondendo a 2.1 anos de idade) e 18.4 cm para os machos (com 2.4 anos), os autores que tinham feito estudos semelhantes na costa portuguesa apresentam comprimentos maiores.

Barraca (1964) utilizou no seu estudo comprimentos à furca, referindo que carapaus  $\geq 19$  cm estavam já maduros, enquanto que para Arruda (1984) os carapaus maduros da costa norte são consideravelmente maiores do que os da região sul: respectivamente 21-24 cm, com 2+ anos para o norte e 16-19 cm e 1+ anos para o sul.

Borges e Gordo (1991) verificaram que os carapaus da costa portuguesa, sem distinção de sexos, atingem a primeira maturação com 22.5 cm. O primeiro autor, num trabalho posterior (Borges, 1996) observou uma ligeira diferença entre os dois sexos: 23.3 cm para as fêmeas e 22.3 cm para os machos, talvez devido ao facto de o processo de amadurecimento das gónadas femininas ser mais lento do que o das masculinas.

Letaconnoux (1951) trabalhou no Golfo da Gasconha e observou que a 1<sup>a</sup> maturação ocorria em carapaus com 19-23 cm; no NW de Espanha Lozano-Cabo (1952) e Anadon (1960) indicam, respectivamente, 16-18 cm e 25 cm; Lucio e Martin (1989) realizaram observações no Golfo da Biscaia e concluíram que a espécie *Trachurus trachurus* atingia a maturidade sexual com 20 cm (20.1 cm nos machos e 20.6 cm nas fêmeas); Abaunza et al. (1995) verificaram que as fêmeas da Galiza amadureciam com mais 1 cm de comprimento do que os machos – 21.9 cm para as primeiras e 20.9 cm para os segundos.

No NE Atlântico, Canal de Inglaterra e Mar do Norte, verifica-se a mesma diferença em relação aos resultados aqui apresentados, excepto no trabalho apresentado por Sahrhage (1970), que indica que a maturação sexual se inicia nos carapaus com 18-19 cm de comprimento e 1+ anos de idade.

Para os restantes autores aquele processo inicia-se nos animais maiores:

Polonskii (1969) efectuou medições à furca, enquanto que Macer (1974) indica o comprimento total, mas ambos referem 20-24 cm para a 1ª maturação.

Kerstan (1985, 1988) encontrou fêmeas maduras com 25.4 cm e 3.6 anos e machos com 22.3 cm e 2.8 anos.

Em zonas como o Mediterrâneo Ocidental e o NW de África, esta espécie atinge a 1ª maturação com comprimentos menores e mais próximos dos obtidos neste estudo:

Andreu e Roda (1951) e Planas e Vives (1953) registaram no Mediterrâneo Ocidental a maturidade sexual nos carapaus com 16 cm; na região de Casablanca, Gail (1954) verificou que exemplares com comprimentos  $\geq 14$  cm eram já maduros; Sedletskaia (1971) observou a ocorrência da 1ª maturação nos indivíduos do NW de África entre 17 e 21 cm.

Finalmente, não foi possível estabelecer nenhuma relação entre o tamanho médio dos indivíduos e a época do ano em que desovam, porque, por um lado, o número de exemplares em estado 4 capturados por mês durante o período em que decorreu este trabalho é demasiado pequeno e, por outro, os comprimentos médios daqueles estados de maturação têm uma variação demasiado pequena (Tabela XIX). Apenas se pode verificar que, em cada mês, o comprimento médio das fêmeas em estado de desova é inferior ao dos machos (diferenças entre 1.3 cm em Janeiro e 4.6 cm em Junho).

**Tabela XIX.** Distribuição mensal do número e comprimento médio dos indivíduos em estado 4

Meses	F		M	
	n	Compr. méd.	n	Compr. méd.
<b>Jan.</b>	18	28.1	8	29.4
<b>Fev.</b>	132	24.5	47	27.9
<b>Mar.</b>	12	25.9		
<b>Abr.</b>	3	22.7	6	25.6
<b>Mai.</b>	4	27.6	6	30.2
<b>Jun.</b>	4	24.0	16	28.6
<b>Jul.</b>	3	26.3	2	29.6
<b>Ago.</b>	6	27.7	1	31.0
<b>Set.</b>	2	26.7		
<b>Out.</b>				
<b>Nov.</b>				
<b>Dez.</b>	10	28.1	12	31.8

## **VII. FECUNDIDADE**

### **1. Introdução geral**

A capacidade reprodutiva de uma espécie depende da dimensão e estrutura do stock reprodutor, idade do recrutamento, longevidade dos indivíduos, duração da maturação e postura e viabilidade desta. As alterações no esforço reprodutivo são de grande importância nas populações e em modelos de exploração; a produção anual de ovos e o esforço reprodutivo podem ser modulados pela fecundidade parcial, número anual de desovas, comprimento da 1ª maturação e tamanho dos ovos (Claramunt *et al.*, 1993; Claramunt e Herrera, 1994).

A determinação da fecundidade requer o conhecimento da distribuição espacial e/ou temporal dos estados planctónicos da espécie, a intensidade de desova, a delimitação das áreas de postura e a biologia de reprodução da espécie (Pérez *et al.*, 1989).

A área de postura do carapau (*Trachurus* spp.) é muito vasta – desde o extremo norte do Mar do Norte até à extremidade sul de África – existindo, no entanto, largas zonas onde ela raramente ocorre - zona equatorial, nas águas mais quentes de África e entre os 24° e os 32° Sul - e outras onde ela é mais intensa, tais como Cabo Branco, Saint Louis e Cabo Verde. A desova é igualmente fraca nos extremos da área de postura – região norte da plataforma escocesa e extremidade sul de África; pode ocorrer até 300-350 m de profundidade mas o desenvolvimento dos ovos e larvas só ocorre à superfície (Berenbeim, 1974).

Nos hemisférios Norte e Sul a desova é mais intensa às mesmas latitudes e ocorre no mesmo período. A sua duração está fortemente condicionada pela temperatura média anual da água; nas águas mais frias a postura é atrasada e a sua duração reduzida; nas regiões tropicais é mais cedo e dura mais tempo. A fecundidade é uma adaptação para uma melhor reprodução, sendo os carapaus do norte mais férteis, com uma época de postura de duração reduzida; os das regiões tropicais desovam mais cedo e durante mais tempo, podendo, com temperaturas propícias (20-21 °C), ocorrer postura durante todo o ano (Berenbeim, 1974; Overko, 1974).

Sabendo-se que, por um lado, o número de ovos produzidos por cada fêmea está linearmente relacionado com o seu peso individual e que, por outro, o número de ovos produzido pela população está relacionado com a biomassa da população, pode-se determinar, a partir de índices de maturação, distribuição de frequências dos diâmetros dos oócitos e análises histológicas, o ciclo sexual, a estratégia e período de desova, a fecundidade e a frequência de desova de uma determinada espécie (Isaac-Nahum *et al.*, 1988); por outro lado, conhecendo-se a fecundidade total (número total de ovos produzidos por ano por todas as fêmeas), a fecundidade média anual (número médio de ovos produzidos por ano por cada fêmea, com base no número de ovos postos e em quantas vezes) e o *sex ratio* (proporção de sexos na população) pode-se determinar a biomassa do stock desovante (MacGregor, 1957).

Em determinadas espécies todos os ovos amadurecem em simultâneo e são postos todos de uma vez, num período de tempo curto; noutras, os ovos amadurecem por grupos e são largados sucessivamente durante a época de postura (Macer, 1974; Nazarov, 1977; Arruda, 1983; Eltink e Vingerhoed, 1989; Borges, 1996), o que parece ser uma adaptação da espécie a ecossistemas com determinadas condições ambientais, em particular a variação da temperatura da água e da disponibilidade alimentar (Casavola *et al.*, 1996).

No primeiro caso, a fecundidade pode ser determinada antes do início da época de postura e é denominada fecundidade determinada, total ou isocrónica (Priede, 1994). Os ovários destas fêmeas apresentam dois conjuntos distintos de oócitos, separados por um hiato: os não vitelados, pequenos e imaturos e os vitelados, grandes e maduros. Este tipo de fecundidade é característica das espécies boreais, adaptadas a temperaturas baixas, da ordem dos 6-7° C, como o arenque e o bacalhau, cuja época de desova é curta.

No segundo caso, a fecundidade medida antes do início da postura não representa a fecundidade real, porque há sempre ovos a amadurecerem no ovário: quando um conjunto é libertado há outro que inicia a vitelogenese (Pérez *et al.*, 1992). Este processo é denominado fecundidade indeterminada, parcial, seriada, múltipla ou heterocrónica, sendo característico das espécies temperadas e tropicais, como a pescada, a sardinha e o carapau (Hunter *et al.*, 1985; Witthames e Greer Walker, 1995).



Na determinação da fecundidade dos peixes podem-se aplicar diversas metodologias, conforme se pretendam obter valores de (segundo Hunter e Lo, 1993): fecundidade total (número total de ovos libertados durante a época de postura), parcial (absoluta - número de ovos libertados por cada fêmea em cada postura, média – número médio de ovos libertados pelas fêmeas numa postura ou relativa – fecundidade parcial em relação ao peso fresco das fêmeas sem gónadas) ou potencial (número de oócitos em maturação em peixes em pré-desova).

No caso de surgirem dúvidas sobre o tipo de reprodução em questão (determinada ou indeterminada) e não se ter conhecimento se todos os oócitos amadurecem em simultâneo ou não, uma maneira simples de obter resultados é observar histologicamente as gónadas e estudar a distribuição das classes de comprimento dos diâmetros dos oócitos. Este tipo de análise tem sido aplicada com sucesso a diversas espécies, entre as quais, a sardinha – *Sardina pilchardus* (Andreu, 1951) e o carapau – *Trachurus trachurus* (Komarov, 1964), cujos autores indicam que ambas as espécies são indeterminadas, desovando mais do que uma vez em cada época de postura.

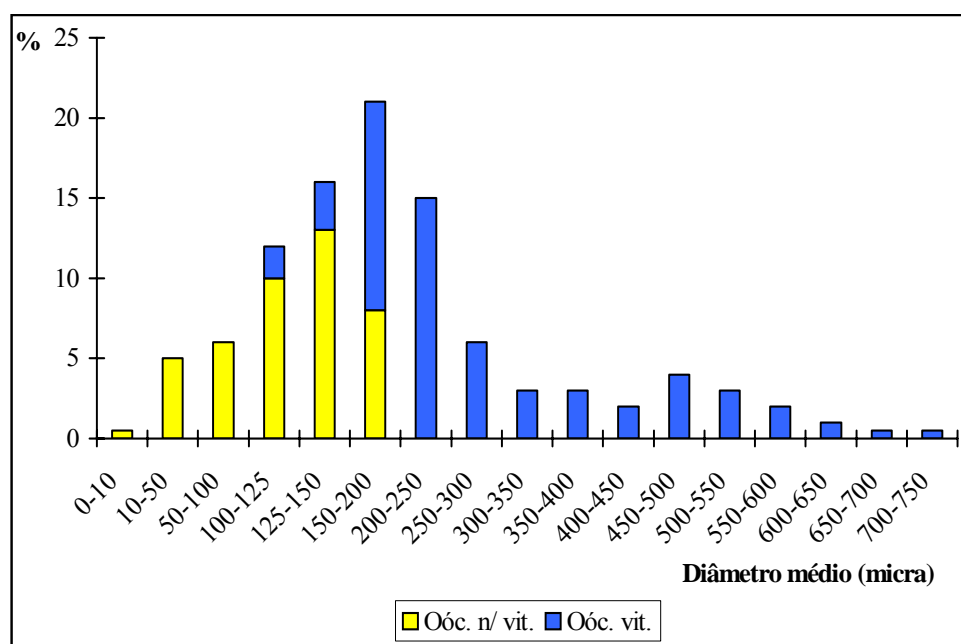
Um dos objectivos dos estudos de fecundidade é o conhecimento da capacidade de reprodução de uma determinada população, o que vai permitir avaliar a possibilidade que essa espécie terá de, com condições ambientais favoráveis e boa disponibilidade alimentar, assegurar a sua sobrevivência.

Decorrente deste objectivo principal, a determinação da fecundidade permite igualmente calcular o tamanho do stock e da biomassa desovante, ou seja, o número de ovos postos pelo total de fêmeas da população, o qual se obtém dividindo o número de ovos existentes no mar pela fecundidade individual das fêmeas (Laird e Priede, 1986; Larrañeta, 1988; Walsh *et al.*, 1990).

Toda esta informação vai permitir, como objectivo último deste tipo de estudo, controlar o volume de capturas de cada espécie.

## 2. A fecundidade do carapau é determinada ou indeterminada?

Com o objectivo de confirmar o tipo de fecundidade do carapau, e com base nas medições dos diâmetros dos oócitos de 44 ovários em pré-postura, elaborou-se a Figura 52, representativa da distribuição das frequências dos oócitos vitelados e não vitelados.



**Figura 52.** Frequência de distribuição dos oócitos vitelados e não vitelados em 44 ovários em pré-postura

A observação da figura mostra que a distribuição dos diâmetros dos oócitos é contínua, não havendo qualquer hiato entre os oócitos mais pequenos, não vitelados ( $\leq 110 \mu\text{m}$ , diâmetro máximo registado para oócitos em pré-vitelogénese), e os maiores, vitelados, o qual é característico dos peixes com postura determinada (West, 1990).

Esta distribuição indica que, durante toda a época de desova, enquanto decorre a postura dos oócitos mais avançados há um outro grupo de oócitos que vai entrando em

vitelogénese e será libertado alguns dias depois. Nas espécies cujos oócitos amadurecem todos em simultâneo, quer sejam libertados todos ao mesmo tempo ou por várias vezes, os diâmetros apresentam duas modas, uma correspondente aos oócitos maduros, que vão ser libertados durante aquela época de desova, e outra, que representa os oócitos menores e não vitelados, os quais só atingirão a maturação final na época de postura seguinte.

Outra característica dos peixes com fecundidade indeterminada é a presença de grande número de oócitos atréticos (ICES, 1988), o que foi também observado nas amostras estudadas.

Com base nestas observações pode-se concluir que o *Trachurus trachurus* é uma espécie com fecundidade indeterminada. Resultados idênticos são apontados por diversos outros autores que se dedicam ao estudo da fecundidade do carapau, nomeadamente, Priede (1994) e Karlou-Riga e Economidis (1997), os quais são unânimes em dizer que o carapau tem fecundidade indeterminada, desovando várias vezes ao longo da época de desova. Eltink *et al.* (2000) estudaram o stock oeste de *Trachurus trachurus* e indicam que o carapau tem postura seriada e, embora sem afirmar definitivamente, põem a hipótese de que seja uma espécie com fecundidade indeterminada. Muitos outros autores não apontam claramente qual o tipo de fecundidade do carapau, mas indicam que ela é seriada ou parcial: Komarov (1964), Berenbeim (1974), Macer (1974), MacGregor (1976) e Hernandez (1994).

Estes resultados têm grandes implicações no que respeita ao método que se deve utilizar na obtenção da fecundidade. Sabendo-se que é uma espécie com fecundidade indeterminada, deve aplicar-se o método de produção de ovos diário na sua determinação, o único que, nestas espécies, nos fornece uma ideia correcta do número de oócitos que vão ser libertados durante a época de postura.

### 3. Fecundidade parcial

#### 3.1 Introdução

As comunidades de pequenos pelágicos têm estratégias de reprodução semelhantes em todos os oceanos: postura seriada, ciclos reprodutores pequenos, épocas de desova longas e grande número de posturas por ano (Hunter e Macewicz, 1985; Andrianov et al., 1996; Lisovenko e Andrianov, 1996).

O método de produção diária de ovos foi desenvolvido por Lasker (1985) para determinação da fecundidade parcial do biqueirão (*Engraulis mordax*) da América do Norte, sendo durante muitos anos aplicado em particular áquela espécie nas regiões de upwelling da Califórnia, Perú e África do Sul (Palomera e Pertierra, 1993); actualmente é utilizado na determinação da fecundidade parcial de muitas outras espécies: carapau, *Trachurus trachurus* (Borges et al., 1993; Porteiro et al., 1993; Priede, 1994), sarda, *Scomber scombrus* (Priede, 1990, 1994; Priede e Watson, 1990, 1993; Priede e Walsh, 1991; Watson et al., 1992, 1994; Diack e Priede, 1994), biqueirão, *Engraulis encrasicolus* (Motos, 1996), sardinha, *Sardina pilchardus* (Pérez et al., 1989, 1992a; Cunha et al., 1992; Pérez e Figueiredo, 1992; Lanzós et al., 1998) e linguado, *Solea solea* (Witthames e Greer Walker, 1995).

O método, que dá uma estimativa “instantânea” do número de ovos libertados (Watson et al., 1992), pode aplicar-se com rigor a todas as espécies com fecundidade indeterminada e que tenham ovos pelágicos, que sejam facilmente capturados por redes de plâncton nas camadas superficiais (Lasker, 1985).

A fecundidade parcial é o número de oócitos hidratados que vão ser libertados durante a época de desova. Pode obter-se pela contagem directa do número daqueles oócitos presentes em três subamostras da gónada (método dos oócitos hidratados) ou medindo os seus diâmetros (pela observação de cortes histológicos); neste caso (método da frequência dos diâmetros dos oócitos) a fecundidade parcial corresponde ao número de oócitos com os diâmetros maiores (Lasker, 1985).

Com este método a fecundidade, denominada parcial, é calculada com base numa só amostragem dos adultos a meio da época de postura e a percentagem de fêmeas em desova naquele dia determina o seu valor (Laird e Priede, 1986; ICES, 1988; Eltink, 1991; Priede, 1994).

Para a sua correcta aplicação deve ter-se em atenção o seguinte (Lasker, 1985): cobrir toda a área de postura para definir bem os seus limites; recolher numerosas amostras para aumentar a precisão dos resultados; as amostras devem ser pequenas de modo a reduzir a variância; assegurar que todos os indivíduos estejam igualmente vulneráveis à rede, estando ou não em desova.

A biomassa desovante é então calculada pela razão entre a produção diária de ovos (número de ovos postos / dia pela população) e a fecundidade diária específica (número de ovos / dia / tonelada) da população adulta (Cunha *et al.*, 1992).

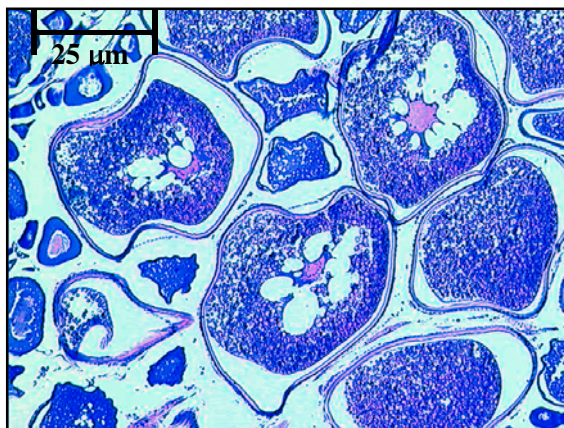
A fracção de fêmeas desovantes ou fracção de desova é a proporção de fêmeas da população em estado de postura no dia da amostragem (Priede, 1990; Watson *et al.*, 1992). A sua determinação faz-se histologicamente, contando o número de ovários em estado de desova – presença de núcleos migrados, oócitos hidratados e/ou folículos pós-ovulatórios (Diack e Priede, 1994).

Um factor importante é que a fracção de fêmeas desovantes seja obtida num período de 24 horas, para o que é necessário conhecer as características histológicas e a duração daqueles estados de maturação (Watson e Priede, 1990).

Em seguida faz-se a descrição das características histológicas observadas nos ovários em desova e apresenta-se nas Figuras 53 a 56 o aspecto de cada um.

### Núcleos migrados

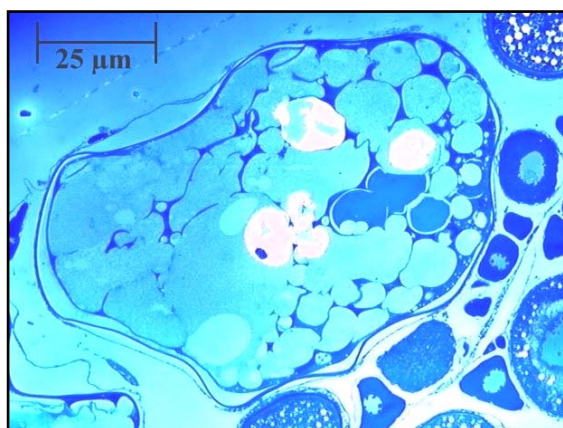
O núcleo inicia a migração para o polo animal, ficando rodeado, em posição central, por gotas de óleo formadas pela aglutinação de pequenas gotas lipídicas do vitelo; no polo oposto, os grãos de vitelo rebentam, libertando o seu conteúdo no citoplasma; os grânulos de vitelo fundem-se, formando placas, o que indica o início da hidratação; medem 480-800  $\mu\text{m}$ .



**Figura 53.** Oócito com núcleo migrado

### Oócitos hidratados

Imediatamente antes da ovulação há uma absorção de fluidos pelo oócito, que se designa por hidratação; a membrana nuclear rebenta e a radiata torna-se muito fina; em corte podem

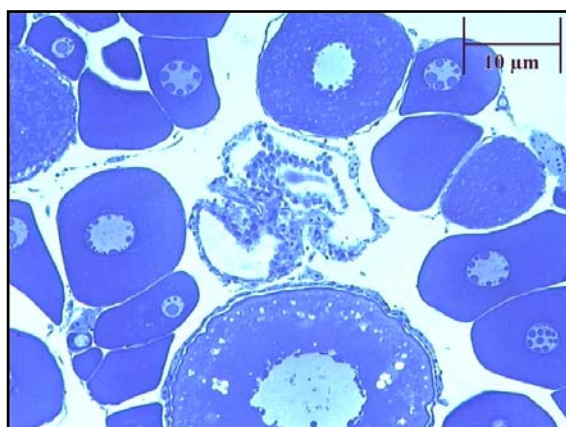


**Figura 54.** Oócito hidratado

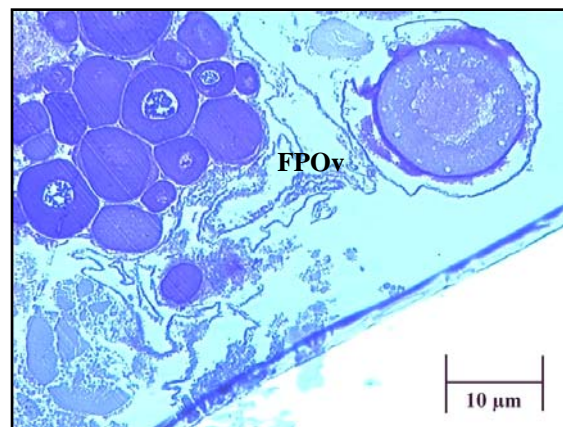
apresentar uma forma estrelada; macroscopicamente apresentam um aspecto hialino, com a gota de óleo claramente visível; o seu aspecto hialino e as suas dimensões tornam fácil a sua contagem, permitindo uma rápida determinação da fecundidade parcial; medem 850 -1100  $\mu\text{m}$ .

### Folículos pós-ovulatórios (FPOs)

Durante a ovulação, os oócitos hidratados são expulsos dos folículos para o lúmen; o folículo vazio contrai-se e forma convoluções; nos FPOs novos as camadas foliculares estão intactas, conseguindo-se identificar os núcleos das células da granulosa; os FPOs velhos são de difícil identificação pois apresentam-se rebentados, sendo difícil identificar as células da granulosa.



**Figura 55.** FPO novo



**Figura 56.** FPO velho

A frequência de desova (intervalo de tempo que medeia entre duas posturas sucessivas) é um importante factor para determinar o potencial reprodutor de uma espécie com fecundidade indeterminada (Pérez *et al.*, 1992; Melo, 1994).

Obtém-se pela contagem dos núcleos migrados e/ou oócitos hidratados; a presença destes dois estados no mesmo ovário indica que há um novo conjunto de oócitos prontos para serem largados assim que se efectue a primeira postura. Esta técnica baseia-se no facto de os oócitos, antes de serem libertados, absorverem um fluido de baixa gravidade específica e aumentarem de tamanho (hidratação), o que os torna de fácil identificação (Pérez *et al.*, 1992; Casavola *et al.*, 1996b).

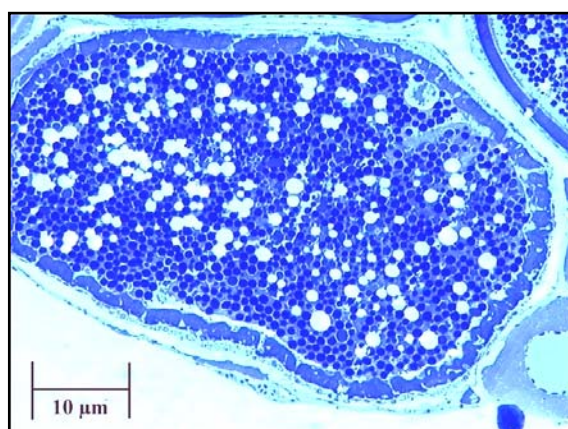
Nestes indivíduos a frequência de desova não é, como nos de postura determinada, a soma do tempo de duração daqueles dois estados, mas sim do mais longo, isto é, dos núcleos migrados (Priede e Walsh, 1991).

A fecundidade nos peixes de postura seriada pode variar em vários aspectos: durante a mesma época de reprodução, é baixa no início, máxima no pico de postura e declina no fim da época, sendo acompanhada por alterações no tamanho dos ovos (Alheit, 1985); a fracção de desova é baixa na margem da área de postura e mais elevada no centro, pelo que a produção de ovos deve ser calculada em sub-áreas (rectângulos do ICES) e posteriormente integrada para toda a área, o que permite conhecer a contribuição de cada sub-área para o resultado final (Priede e Watson, 1990); o número de ovos libertados pode ser maior numa época de postura favorável do que numa em que as condições (físicas, de disponibilidade alimentar ou outras) sejam adversas ao desenvolvimento dos ovos (Priede e Walsh, 1991).

Um outro parâmetro de grande importância na determinação da fecundidade parcial é a avaliação da percentagem de atresia.

Nos indivíduos de postura seriada a atresia ocorre durante toda a época de postura, mas torna-se mais acentuada no fim, quando os oócitos que ficaram nos ovários são completamente absorvidos (Pérez e Figueiredo, 1992).

Segundo aqueles autores, a atresia pode ser identificada, de acordo com as suas características, em 4 estados diferentes, alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ), gama ( $\gamma$ ) e delta ( $\delta$ ), apresentados nas Figuras 57 a 60, respectivamente.



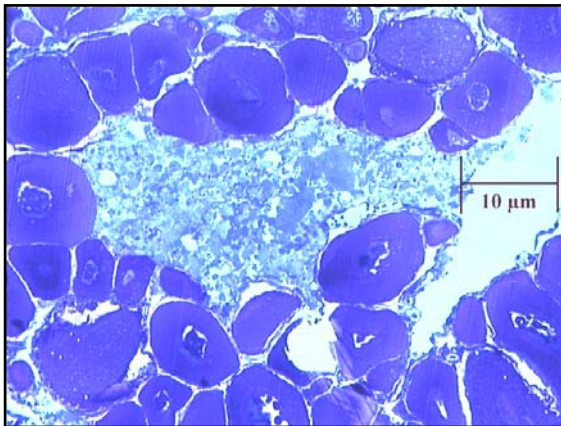
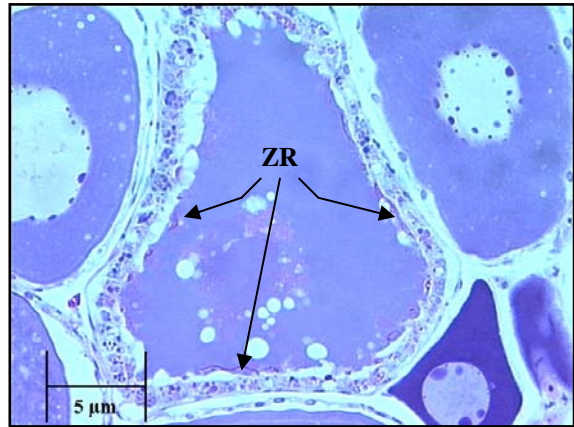
O estado de alfa atresia caracteriza-se pela presença de quebras na zona radiata e pela absorção de restos de vitelo que estejam ainda presentes no oócito.

**Figura 57.** Oócito em  $\alpha$  atresia



No oócito em beta atresia a zona radiata (ZR) torna-se cada vez mais fina e aparece mais para o interior do citoplasma

**Figura 58.** Oócito em  $\beta$  atresia

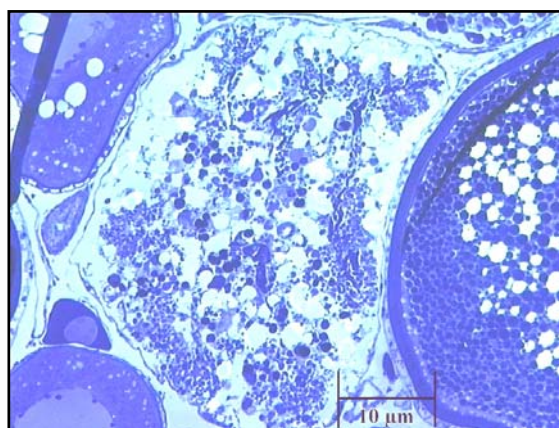


O estado de gama atresia caracteriza-se pelo início da degeneração da granulosa, cujas células começam a ser reabsorvidas; o citoplasma apresenta-se fragmentado.

**Figura 59.** Oócito em  $\gamma$  atresia

Finalmente, os oócitos em delta atresia apresentam-se sem granulosa e com grandes espaços no citoplasma, sinal que se aproxima o final da sua reabsorção.

**Figura 60.** Oócito em  $\delta$  atresia



Um outro método que pode complementar a determinação da biomassa é o método acústico, o qual permite, com a utilização de sondas, localizar as zonas com maior densidade de peixes. O mapeamento destas estações de pesca fornece indicações sobre a distribuição e estrutura da população (Cunha *et al.*, 1992), enquanto que os arrastos aí realizados fornecem amostras para a determinação dos parâmetros biológicos (frequência de desova, *sex ratio*, fecundidade parcial e peso médio das fêmeas). Combinando estas amostragens com a metodologia do MPO, no que respeita à colheita dos ovos, pode-se controlar a intensidade da amostragem para se obter uma maior precisão na determinação da biomassa.

### **3.2. Metodologia**

As amostras destinadas à determinação da fecundidade parcial e fracção de desova foram recolhidas durante um cruzeiro que decorreu de 14 de Fevereiro a 20 de Março de 1992, em que se realizaram 91 estações de pesca, tendo-se capturado carapau em 53.

Para a obtenção da fecundidade parcial a amostragem dos peixes capturados foi feita em duas fases (ICES, 1991a): primeiro foram-se retirando, aleatoriamente, os exemplares destinados à determinação da fracção de desova; estes exemplares foram medidos individualmente, foram retirados os otólitos, registado o sexo e, no caso das fêmeas, foi identificado o estado de maturação (de acordo com a escala de maturação de Walsh *et al.*, 1990); as gónadas das fêmeas maduras (estados 2 a 6) foram retiradas, em número de 30 por estação, e fixadas em formalina a 4% durante 2 a 3 dias, findos os quais foram transferidas para álcool a 70%. Numa segunda fase (mas na mesma estação), fez-se uma amostragem adicional tentando obter 5 fêmeas em estado de postura (estado 4) por classe de comprimento, de que se registaram o comprimento e o peso. O objectivo desta amostra adicional foi o de obter um mínimo de 150 ovários de peixes em desova, no caso da amostra aleatória não fornecer as 30 gónadas por estação.

Posteriormente, em laboratório as amostras foram analisadas com o objectivo de se obter, por um lado, a fracção de fêmeas desovantes e, por outro, a fecundidade parcial.

Devido ao facto de não termos micrótopo que me permitisse efectuar os cortes histológicos, as gónadas recolhidas aleatoriamente e destinadas à determinação da fracção de fêmeas desovantes foram enviadas, depois de pesadas, para o IEO de Vigo, que as enviou para o CEFAS (Lowestoft), onde foram feitos cortes histológicos, posteriormente observados por mim no IPIMAR. A sua observação permitiu identificar a presença ou ausência dos estados de maturação relacionados com postura – núcleos migrados (oócitos com grandes placas resultantes da fusão dos glóbulos de vitelo com as gotas de óleo), oócitos hidratados (grandes e translúcidos, com fraca segmentação) e/ou folículos pós-ovulatórios. A proporção

de fêmeas com núcleos migrados presentes em cada estação constitui a fracção de fêmeas desovantes; o seu inverso representa a frequência de desova (Eltink, 1991).

Para a obtenção da fecundidade parcial aplicou-se o método dos oócitos hidratados, descrito por Hunter *et al.* (1985), com base na técnica indicada por Eltink (1991) para a observação das amostras. As médias dos pesos e dos números de oócitos contados em cada amostra foram depois extrapoladas para o total da gónada, de acordo com a seguinte fórmula (Eltink, 1991):

$$F_b = (E_s * W_s) * W_o$$

onde  $F_b$  é a fecundidade parcial

$E_s$  é o número de oócitos hidratados na amostra

$W_s$  é o peso da amostra

$W_o$  é o peso da gónada

O número de exemplares utilizados para a obtenção de cada um destes valores foi o seguinte: 310 para a fracção de fêmeas desovantes, 62 para a fecundidade parcial e 403 para a fecundidade média.

### 3.3. Resultados

#### Fracção de desova

A fracção de fêmeas desovantes foi obtida a partir de 310 exemplares, capturados aleatoriamente em 10 estações. O número de fêmeas observadas por estação, a presença de cada um dos estados de maturação nos ovários e a presença de atrésia estão apresentados na Tabela XX, onde se indica também a hora do dia em que cada estação foi realizada.

**Tabela XX.** Número de fêmeas observadas em cada estação, em 1992, com cada um dos estados de maturação dos oócitos nos ovários

Est.	Hora de início	Total de exempl.	NÚCL. MIG.	OÓC. HID.	FPO's novos	FPO's velhos	Atrésia
2	18	36	2	2	2	14	16
20	12	41	0	0	0	9	16
26	13	46	0	0	0	21	19
35	15	37	0	0	1	20	19
46	8	30	0	0	5	14	15
54	10	15	3	1	2	12	4
59	7	13	0	1	0	2	9
69	10	45	2	4	1	15	13
83	14	47	5	7	5	37	21
<b>Total</b>		310	12	15	16	144	132

A percentagem de fêmeas com os quatro estados de maturação dos oócitos presentes nos ovários foi calculada pela média aritmética de todas as estações. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela XXI.

**Tabela XXI.** Percentagem de fêmeas com os quatro estados de maturação dos oócitos presentes nos ovários

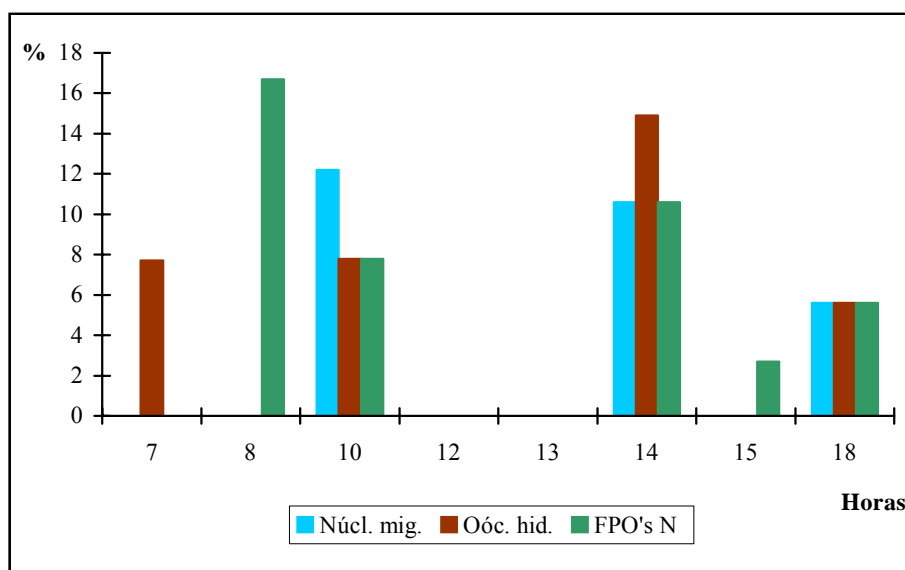
<b>NÚCL.</b>	<b>OÓC.</b>	<b>FPO's</b>	<b>FPO's</b>	<b>Atrésia</b>
<b>MIG.</b>	<b>HID.</b>	<b>novos</b>	<b>velhos</b>	
4.0%	5.0%	5.0%	46.0%	43.0%

A observação daquelas duas tabelas permite verificar que apenas uma fracção muito reduzida da população estava em condições de desova iminente (4% no início do processo e 5% no fim, considerando que os oócitos hidratados são indicio de postura imediata), enquanto que a maior parte dos indivíduos tinha já desovado há algum tempo, pois a percentagem de FPO's velhos é relativamente elevada.

Tal como já foi referido, a percentagem de núcleos migrados corresponde à fracção de fêmeas desovantes durante um período de 24 horas e o seu inverso indica a frequência de desova – intervalo médio, em dias, que decorre entre posturas.

Assim, e supondo que a duração dos núcleos migrados é de 24 horas (Priede, 1990), a fracção de fêmeas desovantes será de 4%, com uma frequência de desova de 25 dias.

Embora não se possa analisar a periodicidade da desova ao longo do dia, pelo facto de as estações de pesca só terem sido feitas durante o dia (entre as 7 e as 18 horas), elaborou-se um gráfico com a distribuição dos já referidos quatro estados de maturação dos oócitos durante as horas de luz (Figura 61):



**Figura 61.** Distribuição dos quatro estados de maturação dos oócitos ao longo do dia

Como se pode ver pela análise do gráfico anterior, a amostragem destinada à obtenção da fracção de fêmeas desovantes revelou-se bastante defeituosa, pois, por um lado, nem em todas as horas houve recolha de amostras (caso das 9, 11, 16 e 17 horas) e, por outro, às 12 e às 13 horas não foi recolhida nenhuma gónada em estado de maturação avançado. Em face disto, apenas se pode dizer que o período da manhã parece ser mais favorável à desova, visto ser quando a percentagem de fêmeas com núcleos migrados é maior.

### Fecundidade parcial e fecundidade média

Para a determinação da fecundidade parcial, cujo valor obtido foi de 21394 ovos, foram recolhidas 62 fêmeas em estado 4 (desova), das quais se obtiveram os parâmetros médios indicados na Tabela XXII:

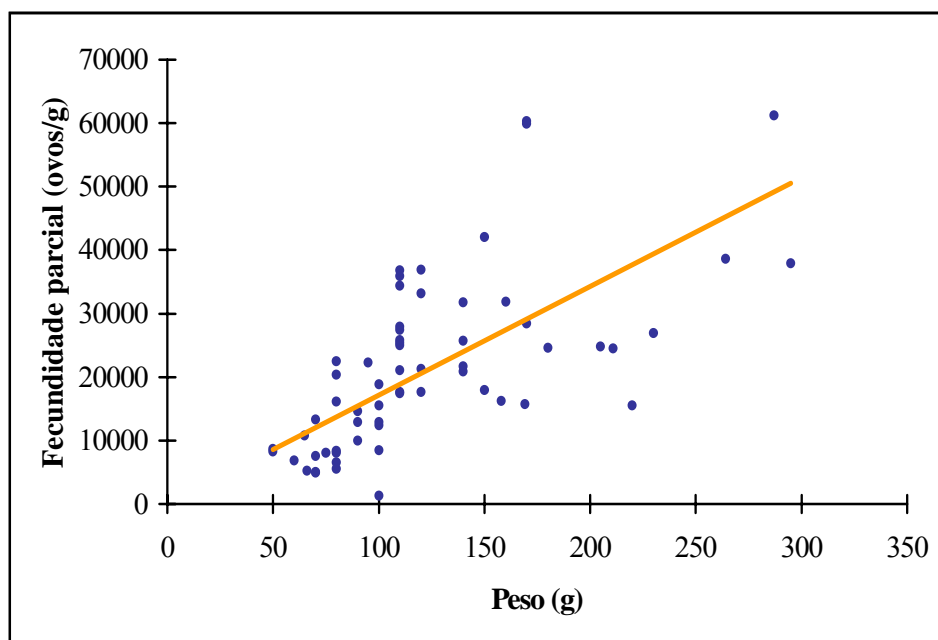
**Tabela XXII.** Fecundidade parcial do carapau em 1992

Total de exempl.	Compr. médio	Peso médio	Idade média	Fecund. parcial	DP	Ovos/g
62	24.2	123	5	21393.87	13403.1	171

A relação fecundidade-peso está representada na Figura 62 e foi estimada por uma regressão linear cuja recta se fez passar pela origem. A expressão matemática que a define é a seguinte:

$$F_{bw} = 171.38 * W \quad (R^2 = 0.41 ; n = 62)$$

a qual representa uma correlação significativa ( $p < 0.05$ ) entre a fecundidade parcial e o peso do peixe.



**Figura 62.** Relação fecundidade-peso do carapau da costa portuguesa em 1992



Com base nesta regressão e a partir da observação de 403 fêmeas recolhidas aleatoriamente nas 10 estações foi calculada a fecundidade média do carapau em 1992. Os exemplares estudados tinham um comprimento médio de 27.0 cm (correspondente a exemplares com comprimento total variando entre 19.6 e 39.8 cm), pesos entre 62 e 442 gramas (média de 166 gramas) e cujas idades variaram entre 2 e 23 anos, o que corresponde a uma média de 7 anos; a fecundidade média destes indivíduos foi de 28605 ovos (correspondendo a um intervalo de valores entre 10660.3 e 75997.8 ovos). Os valores médios destes parâmetros obtidos em cada estação estão representados na tabela XXIII:

**Tabela XXIII.** Fecundidade média do carapau em 1992

<b>Est.</b>	<b>Total de exemp.</b>	<b>Compr. médio</b>	<b>Peso médio</b>	<b>Idade média</b>	<b>Fecund. média</b>	<b>DP</b>
2	44	22.5	90	4	15431.67	3471.1
8	50	25.7	156.1	6.3	26839.93	7952.3
20	48	26.0	140	7	24032.28	10651.7
26	50	28.3	174	8	29914.23	8957.5
35	40	25.4	128	7	22047.08	6700.4
46	41	24.2	114	3	19601.23	10003.0
54	15	32.0	246	9	42263.00	6905.9
59	15	24.8	118	3	20369.23	6370.1
69	50	31.3	287	10	49340.08	6113.9
83	50	30.1	211	10	36207.25	6860.6
<b>Total</b>	403	27.0	166.4	6.7	28604.60	

## **4. Fecundidade total e atrésia**

### **4.1. Introdução**

Nas espécies com fecundidade determinada, em que todos os oócitos amadurecem ao mesmo tempo, e são depois libertados numa só vez ou em várias durante a época de desova, o método descrito no capítulo anterior não pode ser aplicado, visto que uma só amostragem a meio da época de postura vai subestimar os resultados pois haverá muitos ovos que já foram libertados no início da época.

Assim, desenvolveu-se uma metodologia – Método de Produção de Ovos Anual (MPOA) – em que a fecundidade total é calculada, por um lado, a partir da contagem dos oócitos em pré-desova presentes nos ovários, e, por outro, na produção de ovos anual, através de uma série de amostragens de ictioplâncton. Este material é recolhido em três amostragens realizadas no início, no pico e no fim da época de desova (Eltink, 1991; Lo *et al.*, 1991; Priede, 1994) e os resultados obtidos são posteriormente integrados para toda a época (Laird e Priede, 1986; Priede, 1990; Watson *et al.*, 1992).

Tal como para a fecundidade parcial, também para a total é de grande importância a determinação da percentagem de atrésia presente nos ovários.

O bom conhecimento dos processos de atrésia é bastante importante para converter a fecundidade potencial (número máximo de oócitos que poderão amadurecer e ser libertados) em fecundidade real (número de oócitos que são realmente libertados) (Walsh *et al.*, 1990), saber o comprimento da primeira maturação e separar as fêmeas imaturas das que já desovaram, identificar e datar os folículos pós-ovulatórios (que, quando velhos, podem confundir-se com estados atréticos), identificar o fim da desova e, no geral, melhorar o poder interpretativo das análises histológicas (Pérez e Figueiredo, 1992).

A determinação da perda total de ovos pela população requer valores de prevalência (fracção da população com atrésia) e intensidade (número de oócitos com atrésia), bem como a duração dos estados de atrésia (Priede e Walsh, 1991).

Apenas como referência, cita-se uma técnica de alternativa ao MPOA, desenvolvida por Lo *et al.* (1991) e aplicada ao linguado da costa oeste da América do Norte (*Microstomus pacificus*) designada por Método da Redução da Fecundidade Diária (MRFD). Para aplicação deste método é necessário determinar o decréscimo diário do número de oócitos hidratados e do número de fêmeas em desova. A biomassa desovante é uma relação entre estas duas variáveis e a produção de ovos. O MRFD apenas se pode aplicar a espécies com fecundidade determinada porque não pode ocorrer vitelogénese durante a época de postura, nem a espécies com grandes migrações, porque é necessária, durante toda a época, a presença simultânea de fêmeas em desova e já em repouso.

## **4.2. Metodologia**

Para a determinação da fecundidade total foram recolhidas, nos cruzeiros de 1995 e 1998, 328 gónadas em pré-postura, de indivíduos maiores de 22 cm, enquanto que para a quantificação dos estadios de desenvolvimento gonadossomático com atresia (i.e., desenvolvimento não completo dos oócitos), recolheram-se, ao acaso, 294 gónadas de indivíduos maduros.

Dos exemplares dos quais as gónadas foram recolhidas foi registado o comprimento, o peso e o estado de maturação e retiraram-se os otólitos. As gónadas foram fixadas em formalina a 4% e passadas 48 horas foram colocadas em álcool a 70%. Posteriormente, e já no laboratório, as gónadas foram pesadas e o seu volume medido pelo processo do volume de deslocamento (Scherle, 1970).

As amostras foram processadas para análise histológica num laboratório comercial de Edimburgo. De cada ovário foram feitos dois cortes (de 3 µm de espessura), corados com eosina-hematoxilina.

A observação histológica dos cortes permitiu verificar que, das gónadas recolhidas para fecundidade, apenas 86 estavam realmente em condições de pré-desova (estado 3); das amostras recolhidas para estimar a percentagem de atresia, apenas 38 apresentavam oócitos atréticos. No total dos dois anos foram desprezados 33 cortes devido ao seu mau estado.

As determinações da fecundidade total e atresia foram feitas em 1995 pelo método estereológico de Priede e Laird (1986) e em 1998 foram comparados os resultados obtidos por aquele método com os obtidos pelo método histométrico de Weibel e Gomez (1962).

As equações matemáticas aplicadas, em 1995, na estimativa da fecundidade e atresia por grama de peso das fêmeas foram as seguintes (ICES, 1996b):

$$F_t = F_p - A$$
$$A = GM (i / w) * p * (s / d)$$

onde  $F_t$  é a fecundidade total das fêmeas durante uma época de desova

$F_p$  é a fecundidade potencial (número de oócitos vitelados produzidos durante uma época de desova)

$A$  é o número de oócitos atréticos por grama de peso de cada fêmea, produzidos durante uma época de desova

$i$  é a intensidade de atresia (número de oócitos atréticos numa fêmea com atresia em condições de desova)

$w$  é o peso total de cada peixe em gramas

$p$  é a prevalência de atresia (percentagem de fêmeas desovantes com atresia)

$s$  é a duração hipotética da época de desova – 70 dias (ICES, 1996b)

$d$  é a duração hipotética dos estados atréticos – 15 dias (ICES, 1996b)

GM é a média geométrica

Em 1998, e seguindo a metodologia do método histométrico, aplicou-se a seguinte equação na determinação da fecundidade total e atresia (segundo Emerson *et al.*, 1990):

$$F = Ov * (K / B) * (Na^{3/2} / Vi^{1/2})$$

onde  $F$  é a fecundidade total das fêmeas durante uma época de desova

Ov é o volume do ovário

$K$  é o coeficiente de distribuição dos diâmetros médios dos oócitos com núcleos visíveis

$B$  é a razão entre o eixo maior e menor dos oócitos

$Na$  é o número de pontos da grelha de Weibel que correspondem a oócitos vitelados

$Vi$  é o número de oócitos vitelados por área

Para a determinação da atresia os valores de Ov, K e B mantêm-se constantes, corrigindo-se apenas os valores de Na e Vi em relação aos oócitos atréticos.

### **4.3. Resultados**

#### **1992**

As gónadas recolhidas em 1992 foram todas destinadas à determinação da fecundidade parcial. No entanto, sabendo que a periodicidade de desova obtida foi de 25 dias e assumindo que a época de desova do carapau no NE Atlântico se prolonga por 70 dias (ICES, 1996b), calculou-se a fecundidade total, considerando que o seu valor é igual à fecundidade parcial vezes dois.

Assim, a partir dos valores da fecundidade parcial – 21393.87 oócitos – e da fecundidade por grama – 173 oócitos/grama – calcularam-se os valores correspondentes para a fecundidade total:

$$\text{Fecundidade total} = 21393.87 * 2 = 42787.74 \text{ oócitos}$$

$$\text{Fecundidade / grama} = 171 * 2 = 342 \text{ oócitos / g}$$

#### **1995**

Tal como já foi referido, do total de indivíduos recolhidos durante os 3 cruzeiros realizados em 1995, apenas 37 se encontravam em condições de pré-postura. Estes exemplares tinham entre 18.9 e 30.1 cm de comprimento (com um valor médio de 23.5 cm) e os seus pesos variaram entre 53 e 207 gramas (correspondendo a um peso médio de 105 g). As idades dos indivíduos estudados variaram entre 2 e 8 anos, o que corresponde a uma idade média de 5 anos.

Com a aplicação do método estereológico de Priede e Laird (1986) determinou-se a fecundidade potencial, ou seja, o número de oócitos vitelados de cada indivíduo. Estes variaram entre 17581 e 326467, correspondendo a uma fecundidade média de 178036 oócitos.

Para obter o valor da fecundidade total corrigida, e aplicando o mesmo método, foi determinada, em 25 exemplares, a percentagem de atresia. Esta variou entre 2439 e 34162, apresentando um valor médio de 16934 oócitos atréticos.

Os comprimentos, pesos e idades de todos estes exemplares, bem como os valores de fecundidade e atresia, encontram-se na Tabela XXIV e na Tabela XXV apresentam-se os valores de intensidade e prevalência de atresia. Para a obtenção destes valores aplicou-se o valor de 70 dias para a duração da época de desova e de 15 dias para a duração dos estados atréticos (ICES, 1996b).

No ano de 1995 o carapau da costa portuguesa apresentou uma fecundidade total de 1697 oócitos/grama de peso, com um valor de 195 oócitos atréticos/grama. A fecundidade corrigida pela atresia foi de 1502 oócitos/grama.

**Tabela XXIV.** Valores de fecundidade total e atresia do carapau da costa portuguesa em 1995

<b>Compr. (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Fecund. total (oóc. vitel.)</b>	<b>Atrésia (oóc. atréticos)</b>
18.6	52	3		6914.63
18.9	53	2	191020.40	
19.2	57	3		3428.57
19.4	53	3		3542.04
19.6	55	3	105403.00	
19.8	60	3		2438.71
19.8	57	3		22050.00
19.9	56	3		11378.85
20.0	63	3	99622.64	
20.0	60	4		4305.88
20.3	60	4	69252.63	
20.3	62	3		11930.64
20.4	69	3	54023.26	
20.4	65	3		22647.06
20.4	65	4		14578.51
20.5	66	3		12600.00
20.5	65	3		14187.67
20.5	64	3		30548.30
20.5	63	3		12491.57
20.7	63	4		2976.38
21.4	72	4	19139.01	
21.5	75	3	160000.00	
21.8	80	4	104311.40	
22.0	79	4		9075.63
22.2	78	3	143827.50	
22.6	92	4	42745.34	
22.8	83	3	101304.80	
22.9	93	4		34161.97
23.1	97	4	121746.10	
23.1	95	5	64957.26	
23.5	97	5	196943.50	
23.7	99	4	94155.29	
23.7	113	4	44363.51	
24.2	109	5		8430.77
24.3	104	4	78217.27	



Tabela XXIV. Continuação

	<b>Compr. (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Fecund. total (oóc. vitel.)</b>	<b>Atrésia (oóc. atréticos)</b>
	24.5	125	5	198615.90	
	24.7	105	5		8859.06
	24.9	106	6	104963.40	
	24.9	121	5	60599.48	
	24.9	121	5		6227.85
	25.1	123	5	205413.20	
	25.1	116	5		12819.77
	25.5	145	6	106921.70	
	25.6	138	5	153300.70	
	25.6	128	5	303143.70	
	25.7	124	6	179162.80	
	25.9	125	6	145415.40	
	25.9	148	6	80316.30	
	26.1	141	6	17581.40	
	26.5	151	6	218789.60	
	26.5	154	6	271380.20	
	26.5	152	8	179203.30	
	26.7	153	6	326467.30	
	27.2	158	6		12666.67
	27.5	176	7	86055.42	
	27.6	167	7		6649.68
	27.6	155	7		14086.96
	28.0	159	8		25324.14
	28.2	180	7	61375.36	
	28.4	171	7	112893.20	
	29.5	183	8	314633.20	
	30.1	207	10	149970.94	
<b>Média</b>	23.5	105	5	178036.14	16933.98
<b>VAR.</b>	9.31	1745.77	2.80	4853.86*10 <sup>6</sup>	53.18*10 <sup>6</sup>
<b>DP</b>	3.05	41.78	1.67	69669.67	7292.45
<b>CV</b>	0.13	0.40	0.36	0.39	0.43
<b>n</b>	62	62	62	37	25
<b>Fec./g</b>				1696.62	
<b>Atr./g</b>					195.09

**Tabela XXV.** Intensidade, prevalência e perda de ovos por atrésia em 1995

<b>Intensidade média de atrésia</b>	<b>Prevalência de atrésia</b>	<b>Oóc. atrét. na pop.</b>	<b>Intens. rel. (pop.)</b>	<b>Atrésia/g de fêm.</b>	<b>Perda diária de ovos</b>	<b>Perda total de ovos</b>	<b>% de atrésia em rel. à fec. anual</b>	<b>Fecund. corrigida</b>
16934	15%	29.1	2.6	195.1	13	910	82%	1501.5

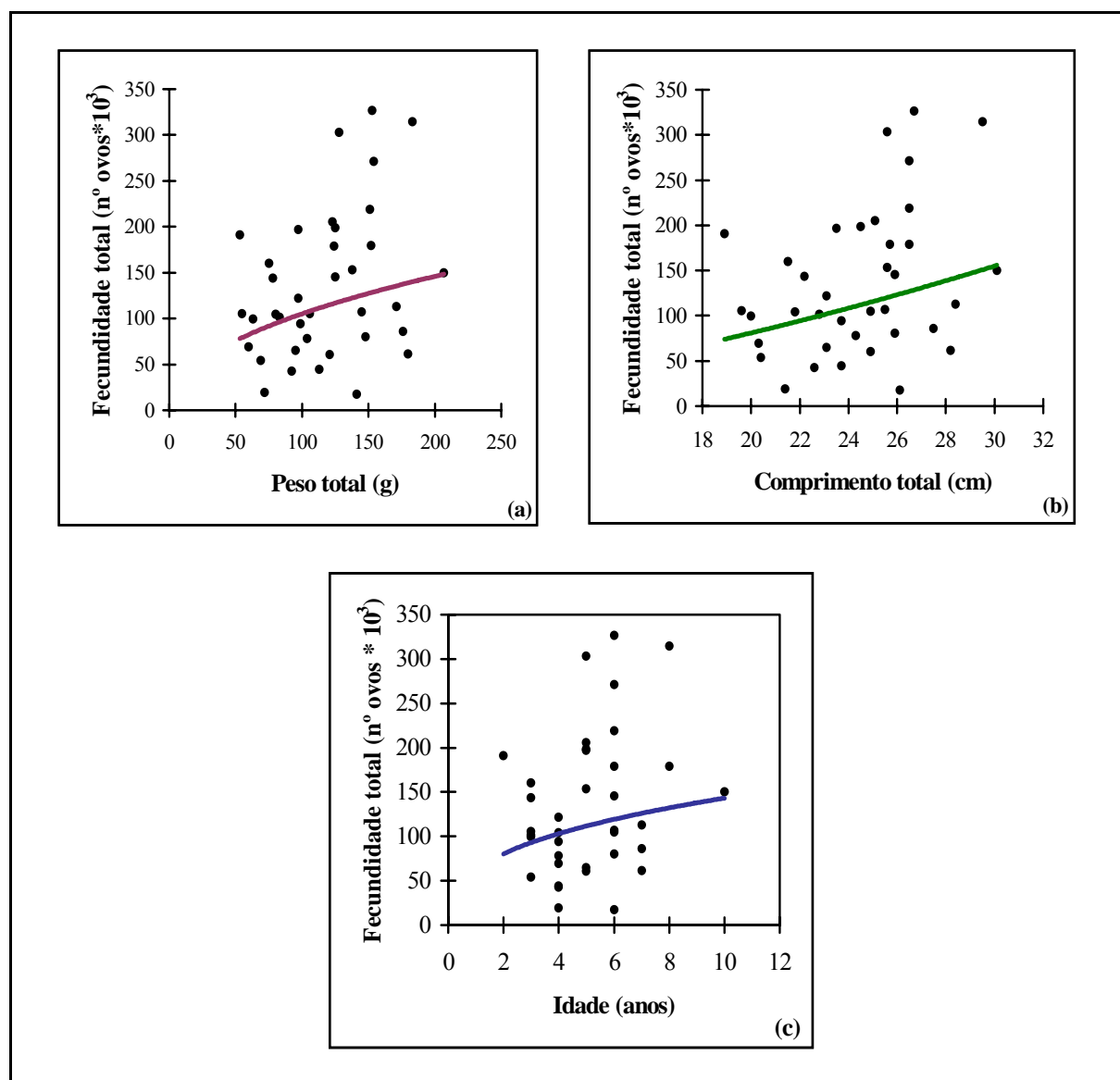
Total de exemplares = **168**

Exemplares com atrésia = **25**

Duração da época de desova = **70 dias**

Duração dos estados atréticos = **15 dias**

Na Figura 63 estão representadas as relações fecundidade/peso, fecundidade/comprimento e fecundidade/idade e os parâmetros correspondentes às respectivas equações encontram-se na Tabela XXVI.



**Figura 63.** Relações fecundidade/peso (a), fecundidade/comprimento (b) e fecundidade/idade (c) do carapau da costa portuguesa em 1995

**Tabela XXVI.** Parâmetros e equações das relações fecundidade/peso, fecundidade/comprimento e fecundidade/idade em 1995

Relação	Equação	R <sup>2</sup>	n
Fecundidade/peso	$y = 11913x^{0.4729}$	0.0620	37
Fecundidade/comprimento	$y = 670.4x^{1.6002}$	0.0719	37
Fecundidade/idade	$y = 62741x^{0.3584}$	0.0323	37

Os valores do factor de correlação obtidos (R<sup>2</sup>) mostram que as relações fecundidade/peso e fecundidade/comprimento se podem considerar significativas para  $p < 0.05$ ; apenas a relação fecundidade/idade não é significativa

### 1998

Em 1998, e como já foi referido, a fecundidade total foi estimada por dois métodos diferentes, designados por estereológico e histométrico.

Do total de exemplares recolhidos, apenas 49 estavam em condições de pré-desova, dos quais 13 apresentavam estados de atresia. Todas estas gónadas foram analisadas pelo método histométrico e 28 foram utilizadas para a comparação com o método estereológico.

Os indivíduos observados neste ano variaram entre 20.2 cm e 28.1 cm (o que equivale a um comprimento médio de 24.3 cm), pesavam entre 61 g e 150 g (dando uma média de 108 g de peso) e as suas idades estavam compreendidas entre os 3 e os 10 anos (com uma média de 6 anos).

Na Tabela XXVII apresentam-se os registos dos comprimentos, pesos e idades dos exemplares observados e os valores de fecundidade e atresia obtidos por cada método e na Tabela XXVIII comparam-se, por um lado, os valores de intensidade, perda de ovos por atresia e fecundidade corrigida, obtidos para 1995 e 1998 e, por outro, os valores obtidos pelos dois métodos em 1998.

**Tabela XXVII.** Valores de fecundidade total e atresia do carapau da costa portuguesa em 1998

Compr. (cm)	Peso (g)	Idade (anos)	Fecund. (oóc.vitel.) (mét. ester.)	Fecund. (oóc. vitel.) (mét. hist.)	Atrésia (oóc. atréticos) (mét. ester.)	Atrésia (oóc. atréticos) (mét. hist.)
20.2	61	3	8511.00	134686.00		
20.3	63	5	15868.00	135597.00		
20.4	61	4	14537.00	111431.00		
20.5	62	3	24468.00	163925.00	3486.00	1079.00
20.6	65	3	12956.00	91704.00		
20.9	62	3	11797.00	80342.00	3506.00	122.00
20.9	65	3	18898.00	69693.00		
21.4	62	4	15638.00	96870.00	2687.00	401.00
22.9	92	4	39640.00	154885.00		
23.0	103	5		120983.00		
23.1	110	5	86145.00	232253.00		
23.3	100	5	35624.00	152802.00		
23.5	104	5		133544.00		
23.7	107	5		145458.00	13864.00	2132.00
23.8	99	5	46259.00	106738.00		
23.9	99	6		181405.00		
23.9	109	5		156727.00	2526.00	3826.00
24.0	100	6		96799.00		
24.2	94	5	21057.00	67436.00		
24.2	113	6		121341.00		
24.3	106	6	32487.81	156625.59	6746.09	1828.73
24.3	103	6	27565.00	151186.00		
24.3	114	6		165050.00		
24.3	120	5		202668.00		
24.4	104	6		110949.00		
24.4	103	6		115998.00		
24.5	110	7	52138.00	206349.00		
24.6	112	6		198112.00		
24.6	117	6		222458.00		
24.7	116	5	37591.00	153935.00		
24.8	112	6		224198.00		
25.0	110	7		135016.00		

Tabela XXVII. Continuação

Compr. (cm)	Peso (g)	Idade (anos)	Fecund. (oóc.vitel.) (mét. ester.)	Fecund. (oóc. vitel.) (mét. hist.)	Atrésia (oóc. atréticos) (mét. ester.)	Atrésia (oóc. atréticos) (mét. hist.)	
25.2	108	7	38288.00	141308.00			
25.4	109	7		240579.00	7389.00	2210.00	
25.4	114	9	20528.00	146760.00			
25.6	120	7		133801.00		281.00	
25.7	130	8		160076.00			
25.7	131	7		183945.00	17742.00	3431.00	
26.0	122	7		180806.00	13776.00	3417.00	
26.3	146	7	62264.00	228480.00			
26.3	128	7	41860.00	195251.00			
26.4	144	8		163935.00			
26.6	136	5	24387.00	293860.00			
26.9	131	8	43821.00	133143.00			
27.0	117	10	15587.00	222995.00	3062.00	2024.00	
27.3	130	9	47917.00	201982.00	2490.00	880.00	
27.7	162	7	67654.00	189558.00	3679.00	594.00	
27.9	145	9	27096.00	214934.00			
28.1	150	10	19077.00	209652.00			
<b>Média</b>	24.3	108	6	32487.81	159963.85	6746.09	1709.67
<b>VAR.</b>	4.33	628.98	3.13	352.86*10 <sup>6</sup>	2412.56*10 <sup>6</sup>	2890.12*10 <sup>4</sup>	162.53*10 <sup>4</sup>
<b>DP</b>	2.08	25.08	1.77	18784.49	49117.79	5375.98	1274.88
<b>CV</b>	0.09	0.23	0.29	0.58	0.31	0.80	0.75
<b>n</b>	49	49	49	28	49	12	13
<b>Fec./g</b>				312.38	1484.10		
<b>Atr./g</b>						63.05	15.83

**Tabela XXVIII.** Comparação dos valores de intensidade, prevalência e perda de ovos por atresia e fecundidade corrigida obtidos em 1995 e 1998

Método estereológico	Intensidade média de atresia	Prevalência de atresia	Oóc. atrét. na pop.	Intens. rel. (pop.)	Atrésia / g de fêm.	Perda diária de ovos	Perda total de ovos	% de atresia em rel. à fec. anual	Fecund. corrigida
<b>1995</b>	16934	15%	29.1	2.6	195.1	13	910	82%	1501.5
<b>1998</b>	6746	25%	15.5	0.32	63.1	4	294	93%	249.3

Total de exemplares em 1995 = **168**

Exemplares com atresia em 1995 = **25**

Total de exemplares em 1998 = **49**

Exemplares com atresia em 1998 = **12**

1998	Intensidade média de atresia	Prevalência de atresia	Oóc. atrét. na pop.	Intens. rel. (pop.)	Atrésia / g de fêm.	Perda diária de ovos	Perda total de ovos	% de atresia em rel. à fec. anual	Fecund. corrigida
Método estereológico	6746.1	25%	15.5	0.32	63.1	4	294	93%	249.3
Método histométrico	1709.7	27%	4.1	0.28	15.8	1	74	5%	1468.3

Total de exemplares = **49**

Exemplares com atresia = **12**

Duração da época de desova = **70 dias**

Duração dos estados atréticos = **15 dias**

A análise das tabelas anteriores mostra que o carapau da costa portuguesa apresentou uma fecundidade mais elevada em 1995, 1697 oócitos/grama, do que em 1998, ano em que aquele valor baixou drasticamente para 312 oócitos/grama. Também o número de oócitos atréticos foi bastante superior em 1995: 195 oócitos atréticos/grama, contra 63 oócitos atréticos/grama em 1998.

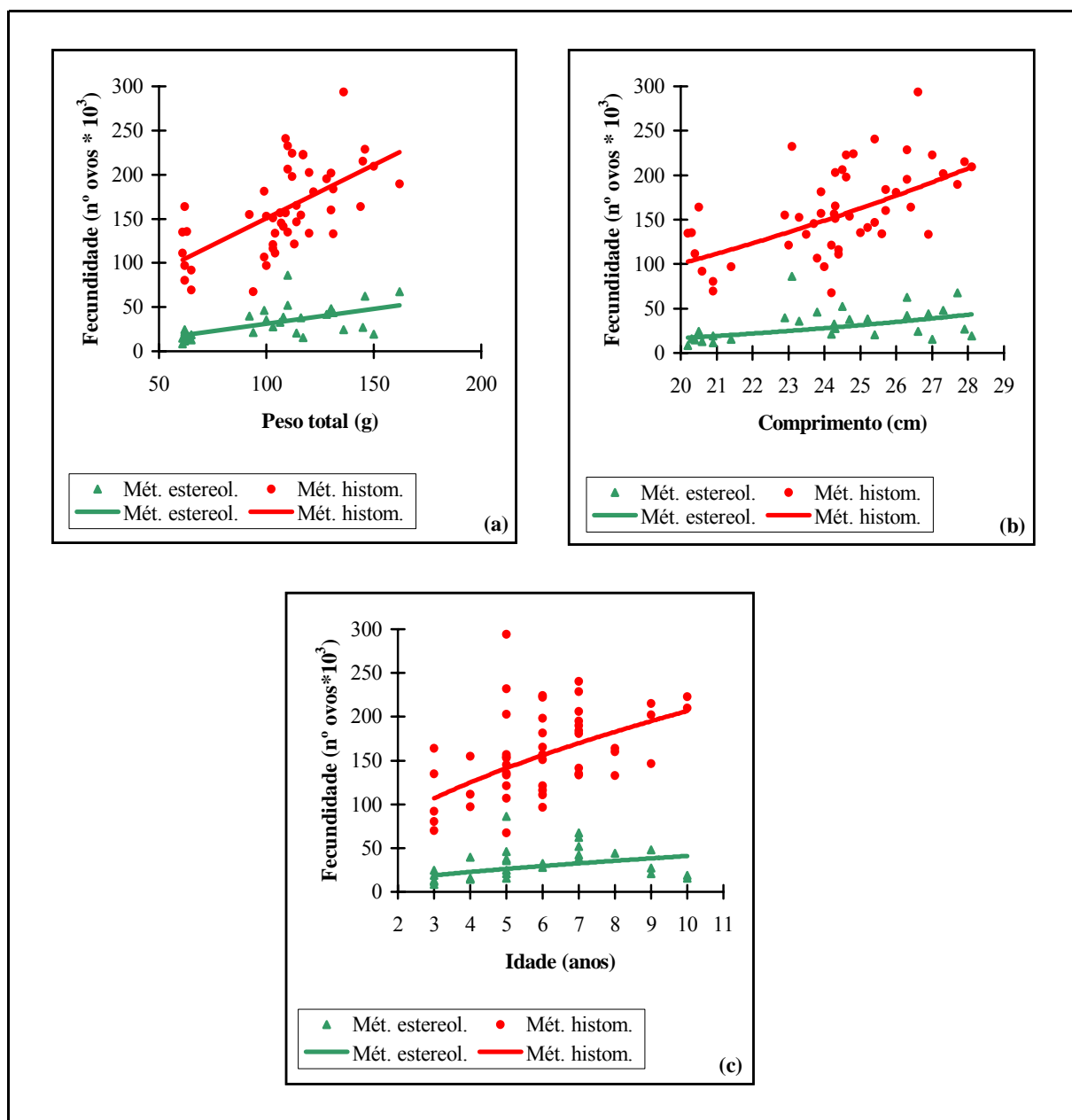
Aplicando a correcção da atresia ao valor da fecundidade potencial obtém-se uma fecundidade corrigida de 1502 oócitos /grama em 1995 e de 249 oócitos /grama em 1998.

Comparando os valores de fecundidade total e atresia obtidos com a aplicação dos métodos estereológico e histométrico para o mesmo ano, o que imediatamente se torna evidente é a ordem de grandeza dos valores de um e outro método: 312 oócitos/grama e 63 oócitos atréticos/grama quando aplicado o método estereológico e 1484 oócitos/grama e 16 oócitos atréticos/grama quando aplicado o método histométrico.

Os valores da fecundidade corrigida pela atresia foram em 1998 de 249 oócitos /grama quando aplicado o método estereológico e 1468 oócitos /grama com o método histométrico.

Finalmente, apresentam-se na Figura 64 as relações da fecundidade com o peso, o comprimento e a idade, obtidas pelos dois métodos em 1998, e na Tabela XXIX as respectivas equações.





**Figura 64.** Relações Fecundidade/peso (a), fecundidade/comprimento (b) e fecundidade/idade (c) do carapau da costa portuguesa em 1998

**Tabela XXIX.** Parâmetros e equações das relações fecundidade/peso, fecundidade/comprimento e fecundidade/idade em 1998

Relação	Equação		R <sup>2</sup>		n
	Método estereológico	Método histométrico	Mét. estereol.	Mét. histom.	
Fecundidade/peso	$y = 3816.5x^{0.7927}$	$y = 111.8x^{1.2009}$	0.395	0.4507	49
Fecundidade/comprimento	$y = 3.6x^{2.8162}$	$y = 3816.5x^{0.7927}$	0.2926	0.334	49
Fecundidade/idade	$y = 9340.2x^{0.6418}$	$y = 58366x^{0.5489}$	0.1859	0.2745	49

O factor de correlação R<sup>2</sup> obtido para as três relações, fecundidade/peso, fecundidade/comprimento e fecundidade/idade, calculado tanto pelo método estereológico como pelo histométrico, revela que as três relações são significativas para p<0.05.

## **5. Discussão e conclusões**

Desde os anos 60 que muitos autores têm estudado a fecundidade das várias espécies de carapau existentes nas suas diversas áreas de distribuição.

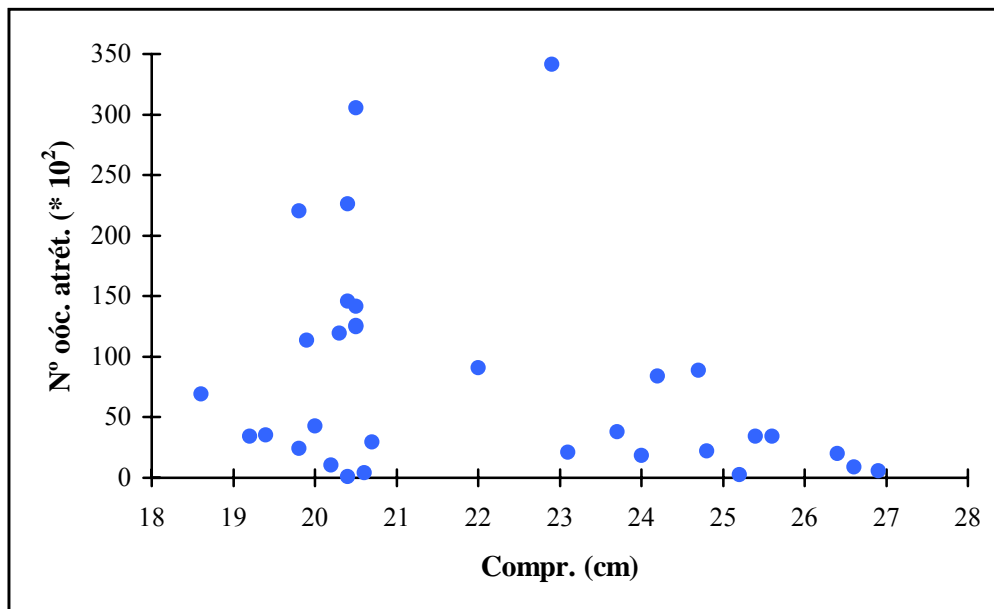
A maior parte dos trabalhos realizados destinaram-se à obtenção da fecundidade total (tanto pela aplicação do método volumétrico – com líquido de Gilson - como do histométrico – pela observação de cortes histológicos) e apenas a partir dos anos 80 se realizou a determinação da fecundidade parcial, após a introdução do método por Lasker (1985) na espécie *Engraulis mordax* do Pacífico, devido à necessidade de se avaliar a fecundidade das espécies com postura múltipla.

O valor da fecundidade parcial obtido neste trabalho é semelhante, e até um pouco superior, ao registado para a região norte de Espanha, e não muito diferente do indicado para o stock oeste (carapau cuja área de distribuição se estende entre os 44° 00' e os 58° 00' de latitude Norte) em 1992 (Tabela XXX).

Hunter e Macewicz (1980) referem que a frequência de desova está inversamente relacionada com a atresia do ovário. Se se tiver em conta que neste trabalho a percentagem de atresia é relativamente elevada (43%) poder-se-ia esperar um intervalo de desova inferior ao observado (25 dias). Visto que a maioria dos exemplares amostrados ao longo deste estudo eram pequenos (até 25 cm de comprimento) procurei ver se esse factor poderia ser responsável pela elevada percentagem de atresia presente nas amostras. Para isso estabeleceu-se a relação entre o número de oócitos atreticos e o comprimento dos exemplares e o resultado obtido, representado na Figura 65, foi que a atresia é maior nos indivíduos mais pequenos. Não encontrei, no entanto, na bibliografia nenhuma referência semelhante que me permitisse apoiar esta teoria.

**Tabela XXX.** Comparação dos resultados de fecundidade parcial da espécie *Trachurus trachurus* de diversas áreas

ANO AMOSTRADO	FECUND. PARCIAL (ovos / g)	FRACÇÃO DE FÊMEAS DESOV.	INTERVALO DE DESOVA	PESO MÉDIO (g)	COMPR. MÉDIO (cm)	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO	AUTOR
1989	208	8.3%	12 dias	240	29	NE Atlântico (Stock W)	Eltink (1991)
1992	213	2.9%	34 dias	-	27	NE Atlântico (Stock W - Sub-Divisão Central Norte)	ICES (1993a)
1992	205	10.0%	10 dias	-	24	NE Atlântico (Stock W - Sub-Divisão Central Sul)	ICES (1993a)
1992	211	5.1%	19 dias	-	23	NE Atlântico (Stock W - Sub-Divisão Sul)	ICES (1993a)
1992	196	8.5%	12 dias	248	25	NE Atlântico (Stock W - total)	ICES (1993a)
1992	160	8.5%	12 dias	288	27	Mar Cantábrico e Galiza	Porteiro et al. (1993)
1992	209	6.2%	16 dias	350	26	NE Atlântico (Stock W)	Priede (1994)
1989-91	205	19%	5-6 dias	143	21	Golfo de Saronikos (Grécia)	Karlou-Riga e Economidis (1997)
1992	171	4.0%	25 dias	173	30	Cádiz a Finisterra	Presente trabalho



**Figura 65.** Relação entre o comprimento dos exemplares e o número de oócitos atréticos presentes nas amostras de 1995 e 1998 (método estereológico)

Ao analisar os resultados, e no que respeita à fecundidade total, o que imediatamente se destaca é a grande disparidade dos resultados obtidos pela aplicação dos dois métodos – estereológico e histométrico: os valores obtidos no mesmo ano, tanto para o número médio de oócitos produzidos por fêmea, como para a fecundidade por grama, apresentam-se cerca de cinco vezes maiores quando aplicado o método histométrico.

No entanto, comparando estes resultados com os encontrados para outras áreas (os quais estão compilados na Tabela XXXI), verifica-se que o valor da fecundidade total aqui registado com a aplicação do método histométrico é da mesma ordem de grandeza do referido pelos outros autores que o aplicaram, tanto para o Mar Céltico e NE Atlântico (Eltink e Vingerhoed, 1989, 1993; ICES, 1999a), como para o Mar Cantábrico e Galiza (ICES, 1996b, 2000a).

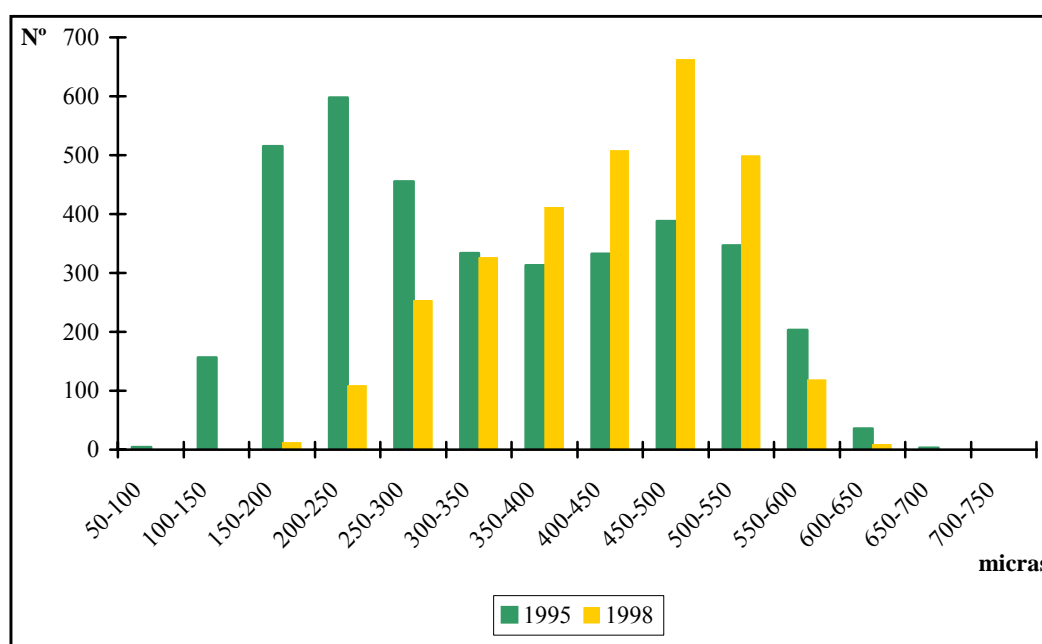
**Tabela XXXI.** Comparação dos resultados de fecundidade total de *T. trachurus* de diversas áreas

ANO AMOSTRADO	NÚMERO MÉDIO DE OÓCITOS (*10 <sup>3</sup> )	FECUND. TOTAL (ovos / g)	MÉTODO APLICADO	PESO MÉDIO (g)	COMPR. MÉDIO (cm)	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO	AUTOR
1960-62	178		Volumétrico		30	Costa oeste de África	Komarov (1964)
	142		Volumétrico		25	Canal de Inglaterra e Mar do Norte	Polonskii e Tormosova (1969) <sup>(a)</sup>
1967-69	477		Volumétrico		31	W do Canal de Inglaterra	Macer (1972)
1968-69	514	1 492	Volumétrico		32	Canal de Inglaterra e Mar do Norte	Macer (1974)
1972-73	444	818 <sup>(b)</sup>	Volumétrico		33	Mar Céltico	Nazarov (1977)
1982	260		Volumétrico		33	Costa sul portuguesa (Portimão)	Arruda (1986)
1983	247		Volumétrico		36	Costa ocidental portuguesa (Peniche)	Arruda (1986)
1987	553	1 478	Volumétrico	377	36	Mar Céltico	Eltink e Vingerhoed (1989)
1987	718	1 655	Histométrico	377	36	Mar Céltico	Eltink e Vingerhoed (1989)
1992	390	1 454	Histométrico	190	28	NE Atlântico (stock W)	Eltink e Vingerhoed (1993)
1995	320	1 504	Histométrico	298	34	NE Atlântico (stock W)	ICES (1996b)
1995	362	1 408	Histométrico	340	32	Mar Cantábrico e Galiza	ICES (1996b)
1998	152	628	Histométrico	181	27	NE Atlântico (stock W)	ICES (1999a)
1998	330	1 892	Histométrico	265	32	Mar Cantábrico e Galiza	ICES (2000a)
1995	178	1 697	Estereológico	105	24	Cádiz a Finisterra	Presente trabalho
1998	32	312	Estereológico	108	24	Cádiz a Finisterra	Presente trabalho
1998	160	1 484	Histométrico	108	24	Cádiz a Finisterra	Presente trabalho

<sup>(a)</sup> iii Arruda (1982)

Por outro lado, comparando os resultados obtidos com o método estereológico em 1995 e em 1998, verifica-se uma forte diminuição do primeiro para o segundo ano. Este facto foi igualmente registado para o stock oeste, para o qual, em 1995 foi estimada uma fecundidade de 1557 ovos/grama e que em 1998 diminuiu drasticamente para 605 ovos/grama (ICES, 1999a).

Uma possível justificação para esta diferença é a de que os diâmetros dos oócitos pré-vitelados das gónadas recolhidas em 1998 eram maiores do que os dos observados em 1995. Como se vê na Figura 66, a moda dos diâmetros dos oócitos medidos 1995 é inferior à relativa às observações de 1998. Esta diferença poderá ser devida ao facto de neste último ano as condições ambientais e de disponibilidade alimentar na área de distribuição do carapau terem sido muito superiores às de 1995, permitindo que os indivíduos acumulassem reservas em grande quantidade.



**Figura 66.** Diagrama de frequências dos diâmetros dos oócitos observados em 1995 e 1998

No que se refere à atresia, parâmetro bastante importante na determinação da fecundidade total, os valores encontrados neste estudo diferem, tal como para a fecundidade, de acordo com o método aplicado. No entanto, como se vê na tabela XXXII, comparando os resultados obtidos com o método histométrico, vê-se que eles são da mesma ordem de grandeza dos indicados tanto para a costa espanhola como para o stock oeste:

**Tabela XXXII.** Comparação dos valores de intensidade, prevalência, número de oócitos atréticos/grama e fecundidade corrigida, para as áreas do Atlântico NE e Norte de Espanha

<b>Intens. média</b>	<b>Preval.</b>	<b>Atrés./g</b>	<b>% de atresia</b>	<b>Fecund. corrigida</b>	<b>Área geográfica</b>	<b>Autor</b>
13 923	45 %	27	61%	1504	NE Atlântico	ICES, 1996b
14 807	44%	58	78%	1408	Cantábrico e Galiza	ICES, 1996b
7 411	39%	23		605	NE Atlântico	ICES, 1999a
23 628	45%	89	85%	1247	Cantábrico e Galiza	ICES, 2000a
16 934	15%	195	82%	1502	Cádiz a Finisterra	Presente trabalho (95)
6 746	25%	63	93%	249	Cádiz a Finisterra	Presente trabalho (98-est.)
1 710	27%	16	5%	1484	Cádiz a Finisterra	Presente trabalho (98-hist.)

Quanto à questão da determinação da fecundidade do carapau, penso que, pelas razões já explicadas sobre o amadurecimento dos oócitos nos ovários, e sabendo que o carapau é uma espécie de fecundidade indeterminada, o único método correcto para avaliar o seu valor é o da fecundidade parcial. Qualquer dos métodos para determinar a fecundidade total, seja o estereológico ou o histométrico, dá um valor errado do número real de oócitos que vão ser libertados durante a época de desova.

Finalmente, fez-se, para a área do NE Atlântico, o cálculo da fecundidade total a partir dos valores de fecundidade parcial e intervalo de desova referidos pelos diversos autores e cujos resultados se apresentam na Tabela XXXIII. Incluiu-se também nesta tabela o estudo de Karlou-Riga e Economidis (1997), realizado no Golfo de Saronikos (Grécia) por ser uma outra área de distribuição da espécie *T. trachurus*.

**Tabela XXXIII.** Comparação dos valores de fecundidade parcial e total (calculada a partir daqueles valores) da espécie *Trachurus trachurus* para diversas áreas do NE Atlântico

ANO AMOSTRADO	FECUND. PARCIAL (ovos / g)	INTERVALO DE DESOVA	FECUND. TOTAL (ovos / g)	PESO MÉDIO (g)	COMPR. MÉDIO (cm)	ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO	AUTOR
1989	208	12 dias	1040	240	29	NE Atlântico (Stock W)	Eltink (1991)
1992	213	34 dias	213	-	27	NE Atlântico (Stock W - Sub Divisão Central Norte)	ICES (1993a)
1992	205	10 dias	1435	-	24	NE Atlântico (Stock W - Sub Divisão Central Sul)	ICES (1993a)
1992	211	19 dias	633	-	23	NE Atlântico (Stock W - Sub Divisão Sul)	ICES (1993a)
1992	196	12 dias	980	248	25	NE Atlântico (Stock W - total)	ICES (1993a)
1992	160	12 dias	800	288	27	Mar Cantábrico e Galiza	Porteiro et al. (1993)
1992	209	16 dias	836	350	26	NE Atlântico (Stock W)	Priede (1994)
1989-91	205	5-6 dias	2870	143	21	Golfo de Saronikos (Grécia)	Karlou-Riga e Economidis (1997)
1992	171	25 dias	342	123	24	Cádiz a Finisterra	Presente trabalho

O que de mais relevante se pode referir da análise da referida tabela é a variação no intervalo de desova, que vai desde os 10 até aos 34 dias (se não considerarmos os 5-6 dias do Golfo de Saronikos). Esta diferença é a responsável pela grande diferença nos valores da fecundidade total calculada por este método, já que a fecundidade parcial apresenta uma variação muito menor.



Fazendo a análise geral de todos estes resultados, pode-se considerar que as diferenças encontradas de área para área poderão estar relacionadas com factores de vária ordem, desde ambientais – disponibilidade alimentar, condições de temperatura ou outras – até à própria condição fisiológica dos indivíduos, passando pela simples dificuldade que pode existir em capturar fêmeas com ovários nos estados de maturação necessários para a obtenção de todos estes valores.

Sabe-se também que os peixes são mais pequenos e mais novos no sul do que no norte (ICES, 1993a), o que poderá indicar que a fecundidade diminuirá de norte para sul, visto estar directamente relacionada com o tamanho dos indivíduos.

Finalmente, e de acordo com Chigirinsky in Macer, 1972, o número de oócitos que amadurecem durante cada época de desova depende das condições ambientais que se verificam nessa mesma época do ano, pelo que a fecundidade de indivíduos com o mesmo tamanho pode variar de ano para ano.

## **VIII. DISCUSSÃO FINAL**

Tal como foi referido no início do trabalho, este estudo visou acima de tudo contribuir para um melhor conhecimento dos mecanismos que controlam a fecundidade da espécie *Trachurus trachurus*, em particular da componente portuguesa do stock sul (carapau que habita as águas da Península Ibérica).

Como ponto de partida para o desenrolar do trabalho, efectuou-se o estudo da idade e crescimento do carapau. Este estudo, aliado aos conhecimentos sobre a fecundidade e maturação da espécie, permite efectuar o controlo da pescaria, evitando a sobrepesca e assegurando a sua sobrevivência.

Comparando as curvas de crescimento obtidas para os cinco anos estudados verificou-se que o ano de 1998 foi o que apresentou valores mais baixos no que respeita à taxa de crescimento, o que poderá ser explicado por alterações físicas do meio ambiente, de disponibilidade alimentar ou de uma intensificação do esforço de pesca exercido sobre esta espécie. A análise destas curvas mostrou também que o carapau da costa portuguesa é uma espécie que cresce muito rapidamente nos três primeiros anos de vida. Da observação dos otólitos verificou-se que o bordo hialino é depositado durante o inverno (época de desova), correspondendo a um abaixamento dos valores do factor de condição, enquanto que durante o verão, época de maior disponibilidade alimentar, ocorre um crescimento mais rápido, que se traduz pelo aumento de espessura do bordo opaco, com o conseqüente aumento dos valores do factor de condição.

A aplicação de técnicas histológicas para a observação das gónadas permitiu identificar as estruturas presentes nos ovários e testículos, com base na qual se fez o estudo da morfogénese. O conhecimento do desenvolvimento deste processo é fundamental para a compreensão da evolução que as gónadas femininas e masculinas sofrem ao longo da fase de maturação. A partir destas observações foi possível elaborar uma escala de maturação para o carapau, com 6 estados de desenvolvimento, que me pareceu ser a mais adequada, visto que cobre, de uma maneira simplificada, e ao mesmo tempo completa, todas as etapas por que passam as gónadas ao longo da vida do peixe.

Dois outros autores, Walsh *et al.* (1990) e Abaunza *et al.* (1995), apresentam escalas com o mesmo número de estados de desenvolvimento da apresentada neste trabalho; no entanto, neste estudo procurou-se descrever com algum pormenor os estados microscópicos com base nas características que são facilmente identificáveis.

Em relação às escalas de maturação que consideram um maior número de estados, penso que complica um pouco a identificação, pois consideram como diferentes estados de maturação com características idênticas, enquanto que as escalas com menos estados de desenvolvimento parecem-me incluir na mesma classificação estados de maturação realmente diferentes.

Com base nesta escala de maturação e na distribuição mensal dos vários estados de desenvolvimento das gónadas, descreveu-se o ciclo de maturação do carapau para a costa portuguesa, tendo-se verificado que a época de desova se estende de Dezembro a Fevereiro, quando atinge o seu máximo.

Ainda dentro do mesmo capítulo, foram abordados temas como a determinação do índice gonadossomático, que em ambos os sexos apresentou valores mais elevados no 1º semestre, nos exemplares maiores e mais velhos e nos indivíduos maduros, e o comprimento e idade médios a que os indivíduos atingem a primeira maturação: classes dos 18 cm de comprimento e dos 2 anos de idade.

A análise do *sex ratio* resultou num valor de 1:0.923, a favor das fêmeas.

Quanto ao estudo da fecundidade, o valor da fecundidade parcial que se obteve neste trabalho é semelhante, e até um pouco superior, ao registado para a região norte de Espanha, e não muito diferente do indicado para o stock oeste. A grande diferença está no intervalo de desova, que sendo bastante maior na costa portuguesa do que nas restantes áreas, leva a que, por um lado, a fracção de fêmeas desovantes seja baixa, e, por outro, que o número de posturas nas nossas águas seja inferior às restantes.

No que respeita à fecundidade total, podem analisar-se os resultados obtidos de duas maneiras: (a) comparando os valores obtidos para a costa portuguesa nos dois anos estudados: quando se utilizou o mesmo método (estereológico) a fecundidade em 1998 foi bastante inferior à de 1995, podendo-se avançar como possível justificação para esta diferença o facto

de naquele ano as condições ambientais e de disponibilidade alimentar na área de distribuição do carapau terem sido muito superiores às de 1995, permitindo que os indivíduos acumulassem reservas em grande quantidade fazendo com que os oócitos vitelados das gónadas recolhidas em 1998 fossem maiores do que os das gónadas observadas em 1995. No entanto, se se compararem os resultados obtidos com o método estereológico em 1995 e histométrico em 1998, já não se verifica aquela diminuição, sendo os valores encontrados da mesma ordem de grandeza; a comparação dos dois métodos para o mesmo ano fornece resultados substancialmente diferentes, em que os valores obtidos com o método histométrico são quase cinco vezes superiores aos encontrados com o método estereológico; (b) comparando os resultados deste trabalho com os referidos para a componente espanhola do stock sul e para o stock oeste: em 1995 todos estes valores são da mesma ordem de grandeza; em 1998 todo o stock sul apresenta níveis de fecundidade semelhantes (quando aplicado o método histométrico ao carapau da costa portuguesa) mas bastante superiores ao do stock oeste, enquanto que, pelo contrário, quando se aplicou o método estereológico esse valor baixou significativamente para a componente portuguesa, aproximando-se do valor do stock oeste.

A grande diferença nos resultados obtidos pela aplicação dos dois métodos histológicos às mesmas amostras foi analisada do ponto de vista da aplicação do método, desde a preparação das amostras até à sua observação mas não foi possível encontrar uma justificação. Esta questão deverá ser objecto de uma aprofundada análise do ponto de vista matemático na tentativa de encontrar uma possível explicação para aquelas diferenças.

Quanto à questão da determinação da fecundidade do carapau, penso que, pelas razões já explicadas sobre o amadurecimento dos oócitos nos ovários, e sabendo que o carapau é uma espécie de fecundidade indeterminada, o único método correcto para avaliar o seu valor é o da fecundidade parcial. No entanto, este procedimento deverá ter em conta determinados aspectos relevantes para a sua correcta aplicação, nomeadamente a necessidade de fazer a recolha das gónadas durante as 24 horas do dia e a curta duração dos folículos pós-ovulatórios (Macer, 1974), o que implica que as amostragens sejam feitas com pequenos intervalos para assegurar a eventual presença dos folículos nas gónadas em pós-desova.

Qualquer dos métodos para determinar a fecundidade total, seja o estereológico ou o histométrico, dá um valor errado do número real de oócitos que vão ser libertados durante a época de desova. Se, no entanto, não for possível estimar a fecundidade parcial e tiver de se determinar a fecundidade total, penso que o método mais correcto é o histométrico, porque embora o princípio em que se baseiam os dois métodos seja semelhante, a sua aplicação matemática difere um pouco, basicamente pela introdução, neste último método, de duas variáveis que o método estereológico não contempla. São elas, por um lado, a determinação de um factor de correcção (K) que permite aproximar do círculo (a forma ideal para a aplicação do método histométrico) todas as formas que os oócitos apresentem e, por outro, permite eliminar a área da grelha não ocupada por oócitos (“área negativa”). Um outro aspecto que acho importante na escolha do método histométrico para a determinação da fecundidade total do carapau é o facto de ser o método utilizado nos outros países que estudam a fecundidade desta espécie, permitindo uma comparação mais correcta dos resultados obtidos para as diferentes áreas de distribuição do *Trachurus trachurus*.

Em estudos posteriores a este trabalho, realizados tanto no âmbito da aplicação do Método de Produção de Ovos (decorridos entre Janeiro e Abril de 2001), como os destinados ao estudo das espécies demersais e pelágicas da costa portuguesa (realizados em 1999 e 2000) as capturas de exemplares de carapau, e em particular de fêmeas em estado de desova, foram muito baixas.

Também o tamanho do carapau amostrado durante este trabalho diminuiu bastante comparativamente com o capturado há cerca de 20 anos, em que atingia em grande número os 40-43 cm (Marecos *et al.*, 1978). Poder-se-ia dar como explicação para este facto a sobreexploração do stock devido a uma mortalidade por pesca excessiva nos juvenis. No entanto, uma análise profunda do estado do stock elaborada anualmente (ICES, 2000) indica-nos que não há sobreexploração do stock. Trabalhos mais recentes (Borges *et al.*, 1996; Reid *et al.*, 2001), evidenciam-nos grandes mudanças na distribuição das populações de *Trachurus trachurus* no Nordeste Atlântico, desde 1988, o que poderá em certa medida explicar a referida baixa nas capturas desta espécie na costa portuguesa. Aquelas mudanças poderão estar associadas a alterações climáticas, que estes autores descrevem como respostas das populações a mudanças de pressão atmosférica o que pode ser medido através do Índice da

Oscilação do Norte Atlântico (NAO), isto é, a diferença de pressão entre a Islândia e os Açores, a qual subiu ao seu estado positivo extremo do ultimo século. Santos *et al.* (2001) mostraram que o decréscimo de recrutamento em carapau e sardinha durante os anos noventa foram causados pelo aumento do afloramento de Janeiro a Março portanto durante a época de desova, o que criaria condições desfavoráveis à sobrevivência dos ovos e larvas.

Com o objectivo de procurar entender melhor as causas destes aparentes decréscimos nas capturas de carapau, e considerando a aplicação do Método de Produção de Ovos Anual, sugiro que se altere a estratégia de amostragem desta espécie, considerando dois aspectos distintos: por um lado, a antecipação da época de amostragem de adultos, realizando um cruzeiro em Novembro-Dezembro para tentar apanhar fêmeas em pré-desova, visto que em Janeiro-Fevereiro já se encontram fêmeas a desovar, ao mesmo tempo que nas amostras de ictioplâncton se identificam ovos de carapau em quantidades significativas; por outro lado, uma diminuição da área de amostragem, acompanhada da intensificação do esforço, ou seja, limitar o número de estações de pesca e distribuí-las por uma zona delimitada da costa portuguesa (que, de acordo com as distribuições dos ovos, poderá ser entre Lisboa e a Figueira da Foz) mas efectuando em cada uma mais arrastos, com intervalos de tempo curtos.

No entanto, considero que, mais importante do que estas alterações, seria adoptar o Método de Produção de Ovos Diário como a metodologia a utilizar para a determinação da fecundidade do carapau, o qual se reveste de algumas vantagens em relação ao método anual: só necessita de um cruzeiro realizado a meio da época de postura, o qual, neste caso poderia ser realizado em Janeiro, pelo que é menos dispendioso e consome menos tempo na amostragem; as técnicas de laboratório são mais expeditas, necessitando de menos cortes histológicos do que o método anual, sendo por isso mais rápida e menos dispendiosa a sua preparação e, finalmente, pelo que já foi exposto anteriormente, é o único método realmente correcto para a determinação da fecundidade do carapau.

**IX. BILIOGRAFIA**

- ABAUNZA, P.; FARIÑA, A.C. e CARRERA, P., 1995. Geographic variations in sexual maturity of the horse mackerel, *Trachurus trachurus*, in the Galician and Cantabrian shelf. *Sci. Mar.*, **59**: 211-222.
- ALHEIT, J., 1985. Spawning frequency of Peruvian Anchovies taken with a Purse Seine. In: R. Lasker (editor). An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 36, 59-61.
- ANADON, E., 1960. Sobre el jurel del NW de España. *Bol. Soc. españ. Hist. nat. secc. Biol.*, **58**: 158-198.
- ANDREU, B., 1951. Consideraciones sobre el comportamiento del ovario de sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) en relacion con el proceso de meduracion y de freza. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **41**, 16 pp.
- ANDREU, B. e RODRIGUES-RODA, J., 1951. La pesca marítima en Castellón. Rendimiento por unidad de esfuerzo (1945-49) y consideraciones biométricas de las especies de interés comercial. *P. Inst. Biol. Apl.*, **8**: 223-277.
- ANDRIANOV, D.P., 1985. Study on the Reproduction of Peruvian Scad, *Trachurus murphyi* (Carangidae), of the Peruvian Shelf. *Journal of Ichthyology*, **25** (2): 32-40.
- ANDRIANOV, D.P.; LISOVENKO, L.A.; BULGAKOVA, Yu.V. e OVEN, L.S., 1996. Reproductive Ecology of the Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus*): 1. Circadian Rhythms of Oogenesis and Spawning. *Journal of Ichthyology*, **36** (7): 515-526.

- ARBAULT, S. e LACROIX-BOUTIN, N., 1969. Époques et aires de ponte des poissons téléostéens du golfe de Gascogne en 1965-1966. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **33** (2): 181-202.
- ARRUDA, L.M., 1982. Aspectos da biologia de *Trachurus trachurus* (Linnaeus 1758) vivendo ao longo da costa portuguesa. As populações, o crescimento e a maturação sexual. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Doutor, 407 pp.
- ARRUDA, L.M., 1983. Histological changes in the gonads of *Trachurus trachurus* L. through the annual cycle. *Revista de Biologia*, **12**: 597-608.
- ARRUDA, L.M., 1984. Sexual maturation and growth of *Trachurus trachurus* (L.) along the portuguese coast. *Inv. Pesq.*, **48** (3): 419-430.
- ARRUDA, L.M., 1986. Fecundity of horse mackerel *Trachurus trachurus* (L. 1758) off the portuguese coast. *Inv. Pesq.*, **50** (4): 565-570.
- BAGENAL, T.B., 1974. Proceedings of an International Symposium on THE AGEING OF FISH (July 19-20, 1973. University of Reading, England). T.B. Bagenal (Ed.), 224 pp. The Gresham Press, England.
- BAGENAL, T.B. e TESCH, F.W., 1978. Age and Growth. In: Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. T. Bagenal ed. – 3<sup>rd</sup> ed. – Oxford: Blackwell Scientific Publications – XV (IBP Handbook, nº 3), 365 pp.
- BARRACA, I.F., 1964. Quelques aspects de la biologie et de la pêche du chinchard, *Trachurus trachurus* (L.) de la côte portugaise. *Notas e Estudos do Inst. Biol. Marit.*, **29**, 45 pp.



- BEAMISH, R.J. e McFARLANE, G.A., 1983. The Forgotten Requirement for Age Validation in Fisheries Biology. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **112** (6): 735-743.
- BERENBEIM, D. Ya., 1974. On regularities in the variability of the spawning terms of horse-mackerel (*Trachurus trachurus* Linne) within the spawning area. ICES CM 1974/J:14, 8 pp.
- BOAVIDA, C.; CADIMA, E.; CARDADOR, F. e TAVARES, A.M., 1979. Estado potencial dos recursos vivos marinhos da ZEE nacional. In: “Que futuro para a pesca portuguesa na era das zonas económicas exclusivas?” Contribuição para um diagnóstico e uma estratégia de intervenção. Seminário patrocinado pela APEC, SPCN e APRH. Lisboa, 28 a 30 de Setembro de 1979. 26 pp.
- BORGES, M.F., 1978. Stock assessment of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) in Portuguese waters (ICES Subarea IX). ICES CM 1978/H:61, 6 pp.
- BORGES, M.F., 1984. Evaluation of the results on horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) of a series of young fish surveys in the Portuguese waters (Div. IX). ICES CM 1984/H:26, 6 pp.
- BORGES, M.F., 1996. The Population Biology of Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Northeast Atlantic. A thesis submitted to the University of East Anglia for the degree of Doctor of Philosophy, 180 pp.
- BORGES, M.F. e GORDO, L.S., 1991. Spatial distribution by season and some biological parameters of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) in the Portuguese continental waters (Division IXa). ICES CM 1991/H:54, 8 pp.
- BORGES, F.; DINIS, H. e MONTEIRO, C., 1977. Résultats préliminaires sur la ponte, composition des tailles et état du stock du chinchard (*Trachurus trachurus* L.) de la côte continentale portugaise. ICES CM 1977/J:14, 23 pp.

- BORGES, M.F.; MURTA, A. e COSTA, A.M., 1993. Batch fecundity and fraction spawning of females from southern Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) in Division IXa (Portugal). ICES CM 1993/H:38, 15 pp.
- BORGES, M.F.; SILVA, A.; ABAUNZA, P.; ELTINK, A.; LUCIO, P.; WALSH, M.; POULARD, J.C.; CASEY, J.; IVERSEN, S.; SAKAGEN, D. e SANCHEZ, F., 1996. Changes on horse mackerel (*Trachurus trachurus*) catch distribution in the northeast Atlantic. ICES CM 1996/S:26, 8 pp.
- CABRAL, H.N. e MURTA, A.G., 2000 (em publicação). The diet of blue whiting, hake, horse mackerel and mackerel off Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*.
- CARDADOR, F.; SILVA, A.; PESTANA, G.; MARTINS, M.M.; BORGES, M.F.; AZEVEDO, M.; MURTA, A.; CAMELO, A.M.; FARINHA, A.; AFONSO, H. e LOPES, P., 1995. Estimation of the abundance and study of the distribution pattern of hake, horse mackerel, monkfish and megrim in Div. IXa (Portuguese waters). Final Report to the Directorate General for Fisheries (DG XIV) of the Commission of the European Communities. Project No. MA.1.203. 159 pp.
- CASAVOLA, N.; RIZZI, E. e MARANO, G., 1996. First data on batch fecundity of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) (Clupeidae) in the south-western Adriatic sea. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **12** (1): 53-63.
- CLARAMUNT, G. e HERRERA, G., 1994. A new method to estimate the fraction of daily spawning females and the numbers of spawning in *Sardinops sagax* in northern Chile. *Sci. Mar.* **58** (3): 169-177.
- CLARAMUNT, G.; HERRERA, G. e PIZARRO, P., 1993. Fluctuaciones de la fecundidad parcial en sardina española (*Sardinops sagax*) durante la época principal de desove de 1990, en la zona norte de Chile. *Sci. Mar.* **57** (1): 9-14.

- CUNHA, M.E.; FIGUEIREDO, I.; FARINHA, A. e SANTOS, M., 1992. Estimation of sardine spawning biomass off Portugal by the Daily Egg Production Method. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **8** (1): 139-153.
- DAHL, K. e KIRKEGAARD, E., 1987. The Diet and Consumption of Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Eastern North Sea, august 1986. ICES CM 1987/H:43, 23 pp.
- DEGENS, E.T.; DEUSER, W.G. e HAEDRICH, R.L., 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. *Mar. Biol.*, **2** (2): 105-113.
- DGPA, 1996. Recursos da Pesca. Série Estatística, Vol. 10A-B, 169 pp.
- DIACK, I. e PRIEDE, I.G., 1994. A comparison of batch fecundity estimates from counts of migratory nucleus stage oocytes and hydrated oocytes in mackerel (*Scomber scombrus*) spawning with minimum batch interval. Working Document presented at the “ICES Mackerel and Horse Mackerel Egg Production Workshop”, Vigo, Spain, 5 pp.
- EATON, D.R., 1983. Scad in the North-East Atlantic. Lab. Leaflet, MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft (**56**), 20 pp.
- ELTINK, A., 1991. Batch fecundity and fraction spawning of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.). Final Report. Submitted to the Directorate-General for Fisheries (DG XIV) of the Commission of the European Communities. Study Contract No. BO-1990-207, 71 pp.
- ELTINK, A. e KUITER, C.J., 1989. Validation of ageing techniques on otoliths of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.). ICES CM 1989/H:43, 15 pp.

- ELTINK, A. e VINGERHOED, B., 1989. The total fecundity of western horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.). ICES CM 1989/H:44, 11 pp.
- ELTINK, A. e VINGERHOED, B., 1993. The total fecundity estimate of western horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) in 1992. ICES CM 1993/H:17, 6 pp.
- ELTINK, A.; DE BOOIS, I. e WIEGERINCK, H., 2000. Preliminary estimates of horse mackerel fecundity in 2000 and the planning of the fecundity sampling in 2001. RIVO, Report n° CO 046, 7 pp.
- EMERSON, L.S.; GREER-WALKER e WITTHAMES, P.R., 1990. A stereological method for estimating fish fecundity. *J. Fish Biol.*, **36**: 712-730.
- FARIÑA PÉREZ, A.C., 1983. Age and growth of the Galician Shelf horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.). ICES CM 1983/G:26, 11 pp.
- FAWELL, J.K., 1974. The use of image analysis in the ageing of fish. In: Proceedings of an International Symposium on THE AGEING OF FISH (July 19-20, 1973. University of Reading, England). T.B. Bagenal (Editor): 103-107. The Gresham Press, England.
- GAIL, R., 1954. Etat Sexuel et Croissance du Saurel des Côtes Atlantiques du Maroc. (*Trachurus trachurus* L.). *Ann. Biol. C.I.E.M.*, Vol. VIII: 90-91.
- GEORGE, M.R., 1995. Aspects of the reproductive cycle of southern pacific jack mackerel, *Trachurus picturatus murphyi* Nichols, 1920, off Northern Coast of Chile. ICES CM 1995/H:30, 12 pp.
- GEORGE, M.R., 1996. Contributions to the use of condition factor: studies of spanish sardine, *Sardinops sagax*, and southern pacific jack mackerel, *Trachurus picturatus murphyi*, off Northern Coast of Chile. ICES CM 1996/H:4, 15 pp.

- GODINHO, M.L., 1974. Idade e crescimento do carapau do Cunene (*Trachurus trachurus trecae* Cadenat). Publ. Mimeo. M.E. Bioceanol. Pescas, Angola, 17 (sér. Biol. Pop. n° 8): 57 pp.
- GORDO, L., 1992. Contribuição para o conhecimento da biologia e do estado de exploração do stock de boga [*Boops boops* (L., 1758)] da costa portuguesa. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Doutor, 361 pp.
- GRASSÉ, P.-P., 1958. Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Tome III – Agnathes et Poissons. Anatomie, Éthologie, Systématique. Masson et Cie., Paris. Fasc. II: 1565-1754; Fasc. III: 2204-2396.
- GULLAND, J.A., 1971. Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces. FAO, Editorial Acribia, Zaragoza (España): 39-48.
- HECHT, T., 1990. On the life history of Cape horse mackerel *Trachurus trachurus capensis* off the south-east coast of South Africa. *S. Afr. J. mar. Sci.*, **9**: 317-326.
- HERNANDEZ, V.A., 1994. Reproductive cycle and changes in condition of the horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) from the Adriatic Sea. *Acta Adriat.*, **35** (1/2): 59-67.
- HILE, R., 1950. A nomograph for the computation of the growth of fish from scale measurements. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **78**: 156-162.
- HOAR, W.S.; D.J. RANDALL e E.M. DONALDSON (Ed.), 1983. Fish Physiology, Vol. IX – Reproduction. Part A – Endocrine Tissues and Hormones. Ed. W.S. Hoar., Academic Press, New York and London: 223-275.

- HUNTER, J. e LO, N.C.H., 1993. Ichthyoplankton methods for estimating fish biomass. Introduction and Terminology. *Bulletin of Marine Science*, **53** (2): 723-727.
- HUNTER, J.R. e MACEWICZ, B.J., 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency and temporal pattern of spawning for the northern anchovy, *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season. CALCOFI, Rep. 21: 139-149.
- HUNTER, J.R. e MACEWICZ, B.J., 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In R. Lasker (editor). An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 36, 79-94.
- HUNTER, J.R.; LO, N.C.H. e LEONG, R.J.H., 1985. Batch Fecundity in Multiple Spawning Fishes. In: R. Lasker (editor). An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 36, 67-77.
- ICES, 1987. Report of the Working Group on the Assessment of Pelagic Stocks in Division VIIIc and IXa and Horse Mackerel. ICES CM 1987/Assess: 23, 92 pp.
- ICES, 1988. Report of the Mackerel Working Group. ICES CM 1988/Assess:12, 82 pp.
- ICES, 1988a. Report of the Working Group on the Assessment of Pelagic Stocks in Division VIIIc and IXa and Horse Mackerel. ICES CM 1988/Assess: 22, 156 pp.
- ICES, 1989. Report of the Working Group on the Assessment of Pelagic Stocks in Division VIIIc and IXa and Horse Mackerel. ICES CM 1989/Assess: 19, 143 pp.
- ICES, 1990. Report of the Working Group on the Assessment of the Stock of Sardine, Horse Mackerel and Anchovy. ICES CM 1990/Assess: 24, 169 pp.

- ICES, 1991. Report of the Working Group on the Assessment of the Stock of Sardine, Horse Mackerel and Anchovy. ICES CM 1991/Assess: 22, 138 pp.
- ICES, 1991a. Report of the Mackerel/Horse Mackerel Egg Production Workshop. ICES CM 1991/H:2, 43 pp.
- ICES, 1992. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 1992/Assess: 17, 207 pp.
- ICES, 1993. Report of the Working Group on the Assessment of the Stocks of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 1993/Assess: 19, 274 pp.
- ICES, 1993a. Report of the Mackerel/Horse Mackerel Egg Production Workshop. ICES CM 1993/H:4, 142 pp.
- ICES, 1995. Report of the Working Group on the Assessment of the Stocks of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 1995/Assess: 2, 329 pp.
- ICES, 1996. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 1996/Assess: 7, 340 pp.
- ICES, 1996a. Stocks in the Iberian Region (*Division VIIIc and Sub-areas IX and X*). Extract of the Report of the Advisory Committee on Fishery Management to the North-East Atlantic Fisheries Commission, 38 pp.
- ICES, 1996b. Report of the Working Group on Mackerel and Horse Mackerel Egg Surveys. ICES CM 1996/H:2, 146 pp.
- ICES, 1997. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 1997/Assess: 3, 384 pp.

- ICES, 1998. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 1998/Assess: 6, 383 pp.
- ICES, 1999. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 1999/Assess: 6, 468 pp.
- ICES, 1999a. Report of the Working Group on Mackerel and Horse Mackerel Egg Surveys. ICES CM 1999/G:5, 83 pp.
- ICES, 1999b. Report of the Horse Mackerel Otolith Workshop. ICES CM 1999/G:16, 21 pp.
- ICES, 1999c. Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management. ICES Coop. Res. Rep. No. 236 – Part 2: 161-165.
- ICES, 2000. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 2000/ACFM: 5, 546 PP.
- ICES, 2000a. Report of the Working Group on Mackerel and Horse Mackerel Egg Surveys. ICES CM 2000/G:1, 54 pp.
- I.N.E., 1994. Estatísticas da Pesca. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 80 pp.
- I.N.E., 1995. Estatísticas da Pesca. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 81 pp.
- I.N.E., 1997. Estatísticas da Pesca. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 95 pp.
- I.N.E., 1998. Estatísticas da Pesca. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 96 pp.
- IRIE, T.; YOKOYAMA, T. e YAMADA, T., 1967. Calcification of fish otolith caused by food and water. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **33** (1): 24-26.



- ISAAC-NAHUM, V.J.; CARDOSO, R. de D.; SERVO, G. e WONGTSCHOWSKI, C.L. del B. R., 1988. Aspects of the spawning biology of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1789), (Clupeidae). *J. Fish. Biol.*, **32** (3): 383-396.
- ISIDRO, H.A., 1988. Age and growth of *Trachurus picturatus* (Bowdich, 1825) from the Azores. ICES CM 1988/H:19, 7 pp.
- JOBLING, M., 1995. Environmental Biology of Fishes. Chapman & Hall, London. Fish and Fisheries Series, 455 pp.
- KARLOU-RIGA, C. e ECONOMIDIS, P.S., 1997. Spawning frequency and batch fecundity of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.), in the Saronikos Gulf (Greece). *J. Appl. Ichthyol.*, **13** (3): 97-104.
- KERSTAN, M., 1985. Age, growth, maturity and mortality estimates of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) from the waters west of Great Britain and Ireland in 1984. *Arch. FischWiss.*, **36** (1-2): 115-154.
- KERSTAN, M., 1988. Year-class strength and geographical variation in the sexual maturity of NE-Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) – a case study. *Arch. FischWiss.*, **38** (3): 133-163.
- KERSTAN, M., 1995. Sex ratios and maturation patterns of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the NE- and SE-Atlantic and the Indian Ocean – a comparison. ICES CM 1995/H:6, 20 pp.
- KERSTAN, M. e WALDRON, M.E., 1995. Age validation in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) otoliths from the NE- and SE-Atlantic Ocean. ICES CM 1995/H:23, 16 pp.

- KOMAROV, Ju.A., 1964. On the Reproduction of the Horse-Mackerel (*Trachurus trachurus*) off the South-Western Coast of Africa. ICES CM 1964/Atlantic Committee, N° 94, 5 pp.
- KONCHINA, Yu.V.; NESIN, A.V.; ONISHCHIK, N.A. e PAVLOV, Yu.P., 1996. On the Migration and Feeding of the Jack Mackerel *Trachurus symmetricus murphyi* in the Eastern Pacific. *Journal of Ichthyology*, **36** (9): 753-766.
- LAIRD, L.M. e PRIEDE, I.G., 1986. Notes on a stereological technique for the estimation of the number of oocytes in the ovary of mackerel (*Scomber scombrus*). In: Fecundity of Female Mackerel (*Scomber scombrus*). Report to DAFS, 6 pp.
- LANZÓS, A.L.; QUINTANILLA, L.; SOLÁ, A. e FRANCO, C., 1998. The Daily Egg Production Method applied to the spawning biomass estimation of sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.), off the north Atlantic spanish coast. ICES CM 1998/BB:17, 13 pp.
- LARRAÑETA, M.G., 1988. On the estimation of actual fecundity of *Scomber scombrus*. ICES CM 1988/H:7, 8 pp.
- LASKER, R. (Ed.), 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS 36, 99 pp.
- LEITE, A.M.; GIL, D.B.; METELO, M.B. e FERRAZ, D.S., 1988. Definição e classificação dos tipos de navios de pesca (Versão portuguesa de FAO Fish. Tech. Pap. No. 267). Publicações avulsas do INIP, **13**, 71 pp.
- LETACONNOUX, R., 1951. Contribution à l'étude des espèces du genre *Trachurus* et spécialement du *Trachurus trachurus* (Linné 1758). *Mém. Off. Sci. tech. Pêch. marit.*, **15**, 67 pp.

- LEVI, D.; ANDREOLI, M.G.; ARNERI, E.; GIANNETTI, G. e RIZZO, P. Otolith readings as a tool for stock identification. *Fisheries Research*, **20** (2-3): 97-107.
- LISOVENKO, L.A. e ANDRIANOV, D.P., 1996. Reproductive biology of anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alexandrov 1927) in the Black Sea. *Sci. Mar.*, **60** (Supl. 2): 209-218.
- LO, N.C.H.; HUNTER, J.; MOSER, H.; SMITH, P. e METHOT, R., 1991. The Daily Fecundity Reduction Method: a new procedure for estimating adult fish biomass. ICES CM 1991/G:82, 16 pp.
- LOCKWOOD, S.J. e JOHNSON, P.O., 1977. Horse Mackerel *Trachurus trachurus*. Lab. Leaflet, MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft (**38**), 17 pp.
- LOZANO-CABO, F., 1952. El Jurel o Chicharro (*Trachurus trachurus* L.). *Inst. Cien. Nat. "J. de Acosta"*. C.S.I.C., **3** (4): 46-52.
- LUCIO, P., 1996. Biological aspects (growth and reproduction) of mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner 1868) in the Bay of Biscay. ICES CM 1996/H:19, 12 pp.
- LUCIO, P. e MARTIN, I., 1989. Biological aspects of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L. 1758) in the Bay of Biscay in 1987 and 1988. ICES CM 1989/H:28, 10 pp.
- MACER, C.T., 1970. Age determination in the horse-mackerel (*Trachurus trachurus* L.). ICES CM 1970/J:4, 3 pp.
- MACER, C.T., 1972. A method for determining the fecundity of the horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.). ICES CM 1972/J:6, 8 pp.

- MACER, C.T., 1974. The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in the North Sea and English Channel. *J. Fish Biol.*, **6**: 415-438.
- MACER, C.T., 1977. Some aspects of the biology of the horse mackerel (*Trachurus trachurus* (L.)) in waters around Britain. *J. Fish Biol.*, **10**: 51-62.
- MacGREGOR, J.S., 1957. Fecundity of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). *Fish. Bull.*, **57**: 427-449.
- MacGREGOR, J.S., 1976. Ovarian development and fecundity of five species of California Current fishes. *Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. Rep.*, **18**: 181-188.
- MARECOS, M.L. e MONTEIRO, C.C., 1978. Relatório sobre a participação portuguesa na Reunião do Grupo de Trabalho sobre Interpretação de Otólitos (ICSEAF), Gdynia, 4 a 9 de Setembro de 1978. Lisboa, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, 9 pp. e IV Anexos.
- MARECOS, M.L.; MONTEIRO, C. e SOBRAL, M., 1978. Preliminary study on age and growth of *Trachurus trachurus* L. in Subarea IX. ICES CM 1978/H:60, 11 pp.
- MARECOS, M.L.; VASCONCELOS, M.E.; DINIZ, M.H. e MONTEIRO, C., 1982. Reunião sobre o crescimento da pescada, verdinho e carapau. INIP, Relatório Interno nº 18, 24 pp.
- MARSHALL, J.; PULLEN, G. e JORDAN, A., 1993. Reproductive Biology and Sexual Maturity of Female Jack Mackerel, *Trachurus declivis* (Jenyns), in Eastern Tasmanian Waters. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, **44**: 799-809.
- MELO, Y.C., 1994. Spawning frequency of the anchovy *Engraulis capensis*. *S. Afr. J. mar. Sci.*, **14**: 321-331.

- MOTOS, L., 1996. Reproductive biology and fecundity of the Bay of Biscay anchovy population (*Engraulis encrasicolus* L.). *Sci. Mar.*, **60** (Supl. 2): 195-207.
- MURTA, A.G.; BORGES, M.F. e SILVEIRO, M.L., 1996. Morphological variations in the sagitta otoliths of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in Portuguese waters (Div. IXa). ICES CM 1996/H:27, 8 pp.
- NAZAROV, N.A., 1977. A Morphohistological Description of the Ovaries of the Horsemackerel (*Trachurus trachurus*) from the Celtic Sea. *Journal of Ichthyology*, **17** (3): 417-423.
- NAZAROV, N.A., 1978. Age and growth rate of the north east Atlantic horse mackerel. ICES CM 1978/H:23, 23pp.
- O'BRIEN, L.; BURNETT, J. e MAYO, R.K., 1993. Maturation of nineteen species of Finfish off the Northeast Coast of the United States, 1985-1990. NOAA Technical Report NMFS 113, 66 pp.
- OVERKO, S.M., 1974. On peculiarities in the biology of horse-mackerel (*Trachurus trachurus*) from the Central-East Atlantic. ICES CM 1974/J:13, 14 pp.
- OVERKO, S.M. e BARKOVA, N.A., 1973. The Peculiarities in Distribution and Biology of Horse Mackerel, *Trachurus trecae* cad., from the Northwest African Coast. ICES CM 1973/J:7, 7 pp.
- PALOMERA, I. e PERTIERRA, J.P., 1993. Anchovy biomass estimate by the Daily Egg Production Method in 1990 in the western Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 243-251.
- PÉREZ, A.C.F., 1983. Age and growth of the Galician Shelf horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.). ICES CM 1983/G:26, 10 pp.

- PÉREZ, N. e FIGUEIREDO, I., 1992. First approach to the study of atresia in the ovary of sardine *Sardina pilchardus* (Walb.). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **8** (1): 191-199.
- PÉREZ, N.; FIGUEIREDO, I. e LO, N.C.H., 1992. Batch fecundity of *Sardina pilchardus* (Walb.) off the Atlantic Iberian coast. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **8** (1): 155-162.
- PÉREZ, N.; FIGUEIREDO, I. e MACEWICZ, B.J., 1992a. The spawning frequency of sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.), off the Atlantic Iberian coast. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **8** (1): 175-189.
- PÉREZ, N.; GARCIA, A.; LO, N.C.H. e FRANCO, C., 1989. The egg production method applied to the spawning biomass estimation of sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) in the North-Atlantic spanish coasts. ICES CM 1989/H:23, 20 pp.
- PESTANA, G., CARDADOR, F., SERRÃO, E. e BORGES, F., 1990. Manual dos Cruzeiros Demersais, N/I “Noruega”. Parte 1 – “Pesca”. Projecto FAR 203 – “Estimação da abundância e estudo do padrão de distribuição de pescada, carapau, sarda, tamboril e areeiro na Div. IXa do ICES (águas portuguesas)”, 61 pp.
- PLANAS, A. e VIVES, F., 1953. Contribución al estudio del jurel (*Trachurus trachurus* L.) del Mediterráneo Occidental (Sectores de Viñaroz e islas Columbretes). *P. Inst. Biol. Apl.*, **13**: 155-186.
- POLONSKII, A.S., 1969. The growth, age and maturation of the horse mackerel (*T. trachurus* Linné) of the North-East Atlantic. *Tr. Atl. Nauch-issled. Inst. Ryb. Khoz. Okeanogr.*, **23**: 49-60.
- PORTEIRO, C.; MOTOS, L.; FRANCO, C.; PÉREZ, J.R. e LUCIO, P., 1993. Estimation of biomass of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) in northern-Spain (Northern IXa and VIIIc) using the Daily Egg Production Method. ICES CM 1993/H:33, 13 pp.

- PRIEDE, I.G., 1990. Evaluation of the batch fecundity method for assessment of stocks of pelagic spawning fishes. Final Report of the Study Contract No. XIV/B/1-1989/2 submitted to the Directorate-General for Fisheries (DGXIV) of the Commission of the European Communities. 56 pp.
- PRIEDE, I.G., 1994. Spawning biology, distribution and abundance of Mackerel, *Scomber scombrus* and horse mackerel, *Trachurus trachurus* in the North East Atlantic. A Final Report to the Directorate General for Fisheries (DG XIV) of the Commission of the European Communities. Project No. MA 2 436, 188 pp.
- PRIEDE, I.G. e LAIRD, L.M., 1986. Fecundity of Female Mackerel (*Scomber scombrus*). An interim report on work carried out under Contract No. M17 RJ/MB on behalf of the Department of Agriculture and Fisheries for Scotland. Marine Laboratory, Aberdeen, 15 pp.
- PRIEDE, I.G. e WALSH, M., 1991. Estimation of biomass of atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) using the annual and daily egg production methods. ICES CM 1991/H:42, 12 pp.
- PRIEDE, I.G. e WATSON, J., 1990. The Batch Fecundity Egg Production Method for Estimation of Spawning Biomass: Application to the Western Mackerel Stock. Working Document presented at the “*Ad hoc* Mackerel and Horse Mackerel Egg Production Workshop”, Lowestoft, 11 pp.
- PRIEDE, I.G. e WATSON, J., 1993. An evaluation of the daily egg production method for estimating biomass of atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *Bulletin of Marine Science*, **53** (2): 891-911.
- RAMALHO, A.M. e PINTO, J.S., 1954. Note sur la croissance de *Trachurus trachurus* (L.) pendant la première année. *Ann. Biol. du C.I.E.M.*, 11: 173-174.

- RAMOS, M.A., 1986. Contribuição para o conhecimento da ultraestrutura do oócito e do funcionamento da gónada da dourada (*Sparus aurata* L., Pisces, Perciformes). Tese. 123 pp. INIP.
- RAMOS, M.A., 1996. Base fisiológica da indução da maturação final e da ovulação em *Sparus aurata* L. Bol. Inst. Port. Marít., Lisboa, **2**: 85-90.
- RAMOS, M.A., 1999. Estado ultrastrutural do oócito de *Sparus aurata* L., durante a vitelogénese. Relat. Cient. Téc. Inst. Invest. Pescas Mar, nº 46, 8 pp.
- REID, P.C.; BORGES, M.F. e SVENDSEN, E., 2001. A Regime Shift in the North Sea circa 1988 linked to changes in the North Sea horse mackerel fishery. *Fisheries Research*, **50**: 163-171.
- SAHRHAGE, D., 1970. Ein Beitrag zur Biologia des Stöckers (*Trachurus trachurus* (L.)) in der Nordsee. *Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch.*, **21**: 122-169.
- SANCHES, J.G., 1989. Nomenclatura portuguesa de organismos aquáticos (Proposta para normalização estatística). Publicações avulsas do INIP, **14**, 322 pp.
- SANCHES, J.G., 1992. Guia para identificação do pescado de Portugal submetido a tamanho mínimo de captura. Publicações avulsas do INIP, **18**, 272 pp.
- SANTOS, A.M.; BORGES, M.F. e GROOM, S., 2001 (em publicação). Sardine and horse mackerel recruitment and upwelling off Portugal. *ICES Journal of Marine Science*, **58**.
- SCHERLE, W., 1970. A simple method for volumetry of organs in quantitative stereology. *Mikroskopie*, **26**: 57-60.
- SEDLITSKAYA, V.A., 1971. The dynamic of spawning in *Trachurus trachurus* L. by shores of North-West Africa. *Tr. Atl. Nauch-issled. Inst. Ryb. Khoz. Okeanogr.*, **41**: 122-130.



- VON BERTALANFFY, L., 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). *Human Biology*, **10**: 181-213.
- WALSH, M. ; HOPKINS, P.; WITTHAMES, P.; GREER WALKER, P. e WATSON, J., 1990. Estimation of total potential fecundity and atresia in the western mackerel stock, 1989. ICES CM 1990/H:31, 7 pp.
- WATSON, J.J. e PRIEDE, I.G., 1990. The estimation of the spawning fraction of female mackerel from histological analysis. Document presented at the “Ad hoc mackerel and horse mackerel egg production workshop”, Lowestoft, 4 pp.
- WATSON, J.J.; HOOPER, P.A.; DIACK, I. e PRIEDE, I.G., 1994. Inter-annual variation in batch fecundity of mackerel (*Scomber scombrus*) of the Western Stock, NE Atlantic Ocean. Working Document presented at the “ICES Mackerel/Horse Mackerel Egg Production Workshop”, Vigo, Spain, 7 pp.
- WATSON, J.J.; PRIEDE, I.G.; WITTHAMES, P.R. e OWORI-WADUNDE, A., 1992. Batch fecundity of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L. *Journal of Fish Biology*, **40**: 591-598.
- WEIBEL, E.R. e GOMEZ, D.M., 1962. A principle for counting tissue structures on “random sections”. *J. Appl. Physiol.*, vol. 17: 343-348.
- WEST, G., 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. . *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, **41**: 199-222.
- WITTHAMES, P. e GREER WALKER, M., 1995. Determinacy of fecundity and oocyte atresia in sole (*Solea solea*) from the Channel, the North Sea and the Irish Sea. *Aquat. Living Resour.*, **8** (1): 91-109.

WYSOKINSKI, A., 1984. Length structure of the Cape Horse Mackerel population and changes in the sexual maturity length in the Namibian region. *Colln scient. Pap. int. Commn SE. Atl. Fish.*, **11** (II): 91-98.

ZAR, J.H., 1984. *Biostatistical Analysis*. 2<sup>nd</sup>. ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 718 pp.