PAULO JOSÉ TALHADAS DOS SANTOS

ASSISTENTE DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

BIOLOGIA E PESCA DO AREEIRO-DE-QUATRO-MANCHAS, *Lepidorhombus boscii* RISSO, NA COSTA PORTUGUESA

PORTO ✧ 1995

PAULO JOSÉ TALHADAS DOS SANTOS

ASSISTENTE DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

INSTITUTO DE ZOOLOGIA
43177
Dr. Augusto Nobre
BIBLIOTECA
Nº: 818

BIOLOGIA E PESCA DO AREEIRO-DE-QUATRO-MANCHAS, *Lepidorhombus boscii* RISSO, NA COSTA PORTUGUESA

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA E ANTROPOLOGIA
BIBLIOTECA

PORTO ✧ 1995

PAULO JOSÉ TALHADAS DOS SANTOS

ASSISTENTE DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

BIOLOGIA E PESCA DO AREEIRO-DE-QUATRO MANCHAS, *Lepidorhombus boscii* RISSO, NA COSTA PORTUGUESA.

Dissertação de Doutoramento em Biologia apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

PORTO ✧ 1995

"Saltam no fundo [do barco] as pescadas de lombo preto, os bonitos, as raias, os capatões,[]. São ruivos de dorso vermelho e doirado e grande cabeçorra cartilaginosa, um peixe-rei e cações acinzentados. E algas, algas emaranhadas como cabelos verdes, nos peixes-sapos, na tremelga cor de vinho e na espalmada raia, que abre a boca sufocada; nos peixes-lixas cheios de pique e nas carapaças de caranguejos desajeitados, que correm com os ferrões abertos no ar. E os homens, encharcados e de perna nua, continuam a meter as redes a escorregar para dentro do barco."

Raul Brandão (Os pescadores).

À Anjos, ao Júlio e à Helena.

AGRADECIMENTOS

Ao concluirmos este trabalho desejamos manifestar os nossos reconhecidos agradecimentos a todas as pessoas e instituições que contribuíram para a sua realização.

Ao Professor Doutor. João Machado Cruz, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, prestamos o nosso profundo reconhecimento pelo interesse, dedicação e saber com que orientou este estudo e pelo apoio que sempre disponibilizou.

Ao Doutor. Angel Guerra Sierra, investigador do Instituto de Investigaciones Mariñas de Vigo, pela sua disponibilidade em aceitar a co-orientação do trabalho, pela orientação recebida, pelas sugestões que contribuíram para o enriquecimento deste trabalho e pela cedência de instalações do Instituto de Investigaciones Mariñas de Vigo, onde utilizámos a biblioteca especializada e as colecções de referência, estamos profundamente gratos.

À Professora Doutora. Maria Helena Galhano, enquanto directora do Instituto de Zoologia "Dr. Augusto Nobre", estamos gratos pelas facilidades concedidas.

Ao Professor Doutor Jorge Eiras, director do Instituto de Zoologia "Dr. Augusto Nobre", agradecemos as facilidades concedidas.

À Comissão de Grupo de Zoologia-Antropologia e ao Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pela concessão de dispensas de serviço docente, ao abrigo do artº 27 do E.C.D.U.

À Reitoria da Universidade do Porto, à Fundação Calouste Gulbenkian e à J.N.I.C.T., pela concessão de bolsas de estudo que permitiram o contacto com outros investigadores, o que enriqueceu o trabalho.

A todos os colegas do Instituto de Zoologia "Dr. Augusto Nobre", que apoiaram, fizeram sugestões ou ajudaram nas várias fases do trabalho, manifestamos o nosso profundo reconhecimento.

Aos funcionários do Instituto de Zoologia "Dr. Augusto Nobre", entre os quais destacamos Helena Moreira, Felisberta Machado e Pedro Correia, pela sua participação nos trabalhos laboratoriais,

Ao Instituto Nacional de Investigação das Pescas, nomeadamente aos seus presidentes Prof. Dr. Luís Saldanha e Dr. Carlos Reis, e ainda aos técnicos Drª Maria do Céu Viegas, Drª Maria de Fátima Cardador, Drª Fátima Borges, Drª Maria Manuel Martins, Drª Aura Cascalho, Drª Graça Pestana, Drª Alexandra Silva, e Sr. Jorge Afonso, pela possibilidade de participarmos nos cruzeiros de investigação a bordo do navio "Noruega", pelo material cedido e ainda pelas sugestões, ajuda e conselhos recebidos.

À Drª Helena Couto e aos técnicos José Pinto e José Ferreira, do Museu e Laboratório Geológico e Mineralógico da FCUP, pela ajuda na preparação de otólitos para observação ao SEM.

Ao Eng. Carlos Sá, do CEMUP, pelas fotografias efectuadas ao SEM.

Aos alunos Rosa Matos, Carla Garcia, Isabel Bravo, Teresa Costa, Isabel Pinto, Pedro Martins, Carla Pristelo, Mónica Silva, Natália Pinto, Clara Leandro, Maria Teresa Neuparth, Maria de Fátima Gonçalves e a outros que, uns mais outros menos, colaboraram nos trabalhos laboratoriais, queremos mostrar o nosso reconhecimento.

De acordo com o nº 2 do artigo 8º do Decreto-Lei nº 388/70, foram utilizados neste trabalho os resultados do artigo a seguir referido:

SANTOS, P.T., 1994. Growth and reproduction of the population of the four-spot megrim (*Lepidorhombus boscii* RISSO) of the Portuguese coast. *Netherlands Journal Of Sea Research,* **3/4:**(em publicação).

No cumprimento do disposto no Decreto-Lei supra referido, declara-se serem da inteira responsabilidade do autor a concepção e execução dos trabalhos laboratoriais que permitiram obter os resultados apresentados, assim como a respectiva interpretação, discussão e redacção da sua forma publicada.

RESUMO

Biologia e Pesca do Areeiro-de-quatro-manchas, *Lepidorhombus boscii* na Costa Portuguesa.

Neste trabalho abordaram-se diversos aspectos da biologia e da pesca de *Lepidorhombus boscii* capturado na Costa Portuguesa. Os assuntos abordados foram o crescimento, a biometria e a microestrutura dos otólitos, a mortalidade, a reprodução, a alimentação, a variação sazonal dos conteúdos energético, lipídico e proteico, o índice b/i, as estatísticas de captura e a selectividade. Efectuou-se também uma análise de população virtual. O estudo baseou-se em 3408 indivíduos de ambos os sexos, de comprimentos variando entre os 7 e os 44 cm, obtidos ora através de arrastos experimentais ao longo de toda a costa portuguesa ora nas lotas da Póvoa do Varzim, Matosinhos e Aveiro, entre 1989 e 1993. Os parâmetros de crescimento para as fêmeas são $L\infty$=43,142 cm, $W\infty$=767,18 g K=0,130, to=-2,174, a=0,0031, b=3,299 e para os machos $L\infty$=36,133 cm, $W\infty$=427,45 g, K=0,187, to=-1,507, a=0,0055, b=3,080. Foram encontradas relações estatísticamente significativas entre o peso e comprimento dos otólitos e o peso e as dimensões corporais de *L. boscii*:

$L = 5{,}842 \cdot WD^{0{,}423}$

$L = 42{,}769 \cdot LD^{1{,}064}$

$W = 1{,}021 \cdot WD^{1{,}408}$

Verifica-se também em *L. boscii*, uma relação altamente significativa entre o peso do otólito *sagitta* e a idade:

$I = 0{,}326 \cdot WD^{0{,}792}$

A análise da microestrutura dos otólitos de *L. boscii* revelou a existência de microincrementos diários, cuja validação foi apresentada, assim como a sua caracterização. O valor médio da mortalidade total foi Z=0,58, considerando machos e fêmeas em conjunto. Os machos apresentam valor de Z sistematicamente mais elevado que as fêmeas, em média 0,87 contra 0,43. A taxa instantânea de mortalidade natural é de 0,21 para fêmeas, 0,29 para machos e

0,27 se juntarmos os dois sexos. A taxa instantânea de mortalidade por é de 0,31, conjugando machos e fêmeas. Obteve-se o valor de 0,58 para machos, mais elevado que para as fêmeas, 0,22. O comprimento de primeira maturação é de 20 cm para as fêmeas e 19 cm para os machos. A época de reprodução de *L. boscii* na costa Portuguesa situa-se entre Janeiro e Março. Nas gónadas típicas em estado de pré-desova, os oócitos distribuem-se em dois grupos, os maiores em vitelogénese e os menores, do grupo de reserva. O tipo de reprodução desta espécie será de fecundidade determinada mas com desova fraccionada. A fecundidade potencial absoluta varia de 47821 a 219714 oócitos/fêmea. A fecundidade relativa média foi determinada como sendo 585 oócitos/grama, considerando apenas os oócitos em vitelogénese. A relação fecundidade-peso e a relação fecundidade-comprimento podem ser expressas nas seguintes formas:

$FP = 2232,59 . W^{0,743}$

$FP = 61,06 . L^{2.266}$

Comparando os valores obtidos para o comprimento de primeira maturação, comprimento assimptótico, constante de crescimento de von Bertalanffy e a idade máxima com o gráfico *GML* de Beverton, verificamos que *L. boscii* não se situa dentro da zona de estratégia óptima teórica, sugerindo uma estratégia vital menos eficaz do que o modelo teórico prevê.

Podemos caracterizar a dieta de *L. boscii* na costa Portuguesa, como sendo constituída predominantemente por crustáceos bentónicos nos indivíduos de menor tamanho e por peixes, nos de maiores dimensões, para ambos os sexos. Determinou-se ainda a existência de variações sazonais significativas e variabilidade da dieta em função da localização geográfica, assim como baixa diversidade do conjunto das presas. O índice de desempenho de crescimento (φ') resultou em 2,383 para as fêmeas e 2,387 para os machos. O estudo das relações alométricas entre o peso seco do intestino e das brânquias e o peso fresco corporal, conduziram aos resultados apresentados abaixo para o índice b/i:

fêmeas+machos $I=3,89.10^{-4}.w^{1,066}$; $B=5,12.10^{-4}.w^{1,036}$; b/i=0,972

fêmeas $I=8,40.10^{-5}.w^{1,374}$; $B=1,08.10^{-3}.w^{0,885}$; b/i=0,644

machos $I=6,04.10^{-4}.w^{0,959}$; $B=3,04.10^{-4}.w^{1,173}$; b/i=1,226

L. boscii apresenta um baixo valor da razão b/i. Este resultado mostra que, para esta espécie, à medida que o peixe cresce, a importância relativa das brânquias não se sobrepõe à do intestino. Contudo, as diferenças verificadas nos valores do índice b/i para machos e fêmeas são significativamente diferentes. Nos indivíduos do sexo feminino há, então, um maior desenvolvimento relativo do intestino e, nos machos, um ligeiro predomínio para o desenvolvimento branquial. Este resultado salienta diferenças sexuais na estratégia vital desta espécie, apontando para as fêmeas um predomínio claro dos fenómenos de catabolismo. A variação sazonal do conteúdo lipídico, proteico e calórico no corpo de *L. boscii* demonstra a ausência de um ciclo sazonal marcado de acumulação e utilização de reservas, quer no fígado quer no tecido muscular. Por outro lado, o conteúdo lipídico apresenta maiores variações, quando comparado com o conteúdo proteico. A ausência de uma deplecção significativa no conteúdo energético do corpo de *L. boscii* mostra que esta espécie não depende das reservas acumuladas para a maturação e desenvolvimento dos ovários. No que respeita à avaliação de parâmetros importantes para a exploração comercial de *L. boscii*, a idade de primeira maturação é de 3,2 anos para as fêmeas e, para os machos, 2,8 anos. A estas idades correspondem, respectivamente, 20 cm e 19 cm. Para redes de arrasto de polietileno, de malha de 65 mm, determinou-se o factor de selecção como sendo 0,287, correspondendo aos valores de l_{50}= 19 cm e l_{25}= 18 cm. Considerando a idade de primeira maturação determinada, a malhagem a utilizar será de 70 mm no mínimo, no sentido de melhor proteger a exploração sustentada deste recurso. A análise da progressão das frequências de comprimentos nas capturas comerciais, mostra que o recrutamento à arte se efectua ao fim do primeiro ano de vida, acontecendo de Abril a Julho. O seu comprimento, nesse momento é de cerca de 14,5 cm. Uma estimativa do tamanho da população, obtida pelo método de análise de população virtual, indica uma biomassa total situada entre 346 e 1524 toneladas, considerando apenas as descargas nacionais. Revela também que nos últimos anos se verificou um decréscimo da biomassa total da população. A taxa de exploração não tem variado apreciavelmente nos

últimos anos, oscilando entre 0,48 e 0,71 e o valor médio da taxa de mortalidade por pesca tem variado entre 0,28 e 0,41/ano.

De acordo com a hipótese de trabalho enunciada no início e tendo em consideração os vários aspectos por nós abordados sobre a biologia de *Lepidorhombus boscii*, podemos agora integrar as conclusões num enunciado global. Assim, a conjugação dos conhecimentos anteriores com aqueles agora obtidos permite descrever esta espécie como demersal, bentónica e sedentária, com crescimento lento e pouco eficiente, cuja alimentação depende das comunidades bentónicas disponíveis mas sem grandes variações sazonais, como espécie iteropárea com fecundidade bem definida mas com desova fraccionada, com pouco pronunciada variação sazonal dos conteúdos lipídico, proteico e energético, mostrando ainda um baixo coeficiente b/i (relação entre os factores de acréscimo branquial e intestinal).

ABSTRACT

Biology and fishing of four-sppoted megrim, *Lepidorhombus boscii* in the Portuguese coast.

In this work, different aspects of the biology and fishing of *Lepidorhombus boscii* caught on the portuguese coast were attended. The working subjects were growth, otholit biometry and microstructure, mortality, reproduction, feeding, seasonal variation of energy, lipid and protein content, the b/i index, landings analysis and gear selectivity. We also assayed a VPA analysis. This study is based upon 3408 individuals of both sexes, ranging from 7 to 44 cm in length, which were obtained, between 1989 and 1993, either by experimental trawling along all the portuguese coast, or in the fishing harbours of Póvoa do Varzim, Matosinhos and Aveiro. The determined growth parameters are: for females $L\infty$=43.142 cm, $W\infty$ =767.18 g K=0.130, to=-2.174, a=0.0031, b=3.299; for males $L\infty$=36.133 cm, $W\infty$ =427.45 g, K=0.187, to=-1.507, a=0.0055, b=3.080. Statisticaly significant relations where found between the otholit lenght and weight and the weight and body length of *L. boscii*:

$L = 5.842 \cdot WD^{0.423}$

$L = 42.769 \cdot LD^{1.064}$

$W = 1.021 \cdot WD^{1.408}$

Highly significant correlation is also verified between the *sagitta* otholit weight and the age of *L. boscii*::

$I = 0.326 \cdot WD^{0.792}$

The otolith microstructure analysis revealed the existence of daily increments, whose validation and characterization have been presented. The average value of total mortality was Z=0.58, considering males and females together. Males present allways higher mortality than females: 0.87 against 0.43. The natural mortality is 0.21 for females, 0.29 for males and 0.27 if we consider both sexes. The fishing mortality is 0.58 for males and 0.22 for females. The first maturity lenght is of 20 cm for females and 19 cm for males. The reproductive season of *L. boscii* on the portuguese coast is between January and March. In

tipical pre-spawning ovaries, the oocits are distributed into two groups, the bigger beeing in vitelogenesis while the lesser ones constitute the reserve group. The species presents determinate fecundity, with multiple spawning during the season. The potential fecundity varies from 47821 to 219714 oocits/female. The relative fecundity was determined as 585 oocits/g, considering only the oocits in vitelogenesis. The fecundity-weight relationship and the fecundity-lenght relationship can be expressed in the following way:

$FP = 2232.59 \cdot W^{0.743}$

$FP = 61.06 \cdot L^{2.266}$

Comparing the obtained values for first maturation lenght, assimptotic lenght, growth constant and the maximum age with Beverton GML plot, we found *L. boscii* under the optimun strategy.

We are able to characterize the *L. boscii* diet on the portuguese coast, as being mainly benthonic Crustacea in small individuals and fishes in the larger *L. boscii*, for both sexes. Significative seasonal differences in the diet were found, as well as smal differences in relation with the geographic origin. The growth performance index is 2.383 for females and 2.387 for males. The study of alometric relations between the intestine and gills dry weights and the fresh body weight, lead to the bellow results for the b/i index:

females+males $I=3.89.10^{-4}.w^{1.066}$; $B=5.12.10^{-4}.w^{1.036}$; b/i=0.972

females $I=8.40.10^{-5}.w^{1.374}$; $B=1.08.10^{-3}.w^{0.885}$; b/i=0.644

males $I=6.04.10^{-4}.w^{0.959}$; $B=3.04.10^{-4}.w^{1.173}$; b/i=1.226

L. boscii presents a low value for the b/i index. This result shows, for this species that, as the fish grows, the relative intestine growth is more important that gill relative growth. However, the b/i index shows significative differences, for males and females. This result points out sexual differences on the vital strategy of this species, aiming to a clear predominance of the catabolism phenomenon on the females. The seasonal variation of lipidic, protein and caloric content in *L. boscii* body, demonstrates the absence of a clear acumulation and utilization reserve seasonal. Otherwise, the lipidic content present greater variations, when compared with the protein content. The absence of a significant depletion in the energetic

content in *L. boscii* body, shows, for this species, independance on the reserves for maturation and ovary development. Considering the important parameterers concerning the comercial exploitation of *L. boscii*, we found for the first maturity age, 3.2 years for females and 2.8 years for males. The 20cm and 19cm lenghts correspond to those ages. For polyetylene trawling nets, 65mm mesh, the selection factor has been determined as 0.287, corresponding to values of l_{50}= 19 cm e l_{25}= 18 cm. Considering the determined first maturity age, the recommend mesh should be 70 mm, in order to get better management of this resource. The modal progression analisys of length in the comercial landings, shows that the recruitment appears between April and July. The individual lenght at this time is more or lesse 14.5cm. VPA analisys showed a total biomass between 346 and 1524 tons, considering only the national landings. It also indicates that, in the last few years, total biomass has been decreasing. The expoitation rate has not been varying much in the last few years, oscillating between 0.48 and 0.71 and the fishing mortality has ranged between 0.28 and 0.41 per year.

In agreement with the working hypothesis ennunciated in the begining and in apreciation to the various aspects appointed in this work about*L. boscii* biology, we can integrate all the conclusions. Thus, the conjugation of the anterior knowledge with those now obtained, allows us to describe this species as demersal, benthonic and sedentary, with a slow and inefficient growth, whose feeding depends on the available benthonic comunity, but without great seasonal variations, as an species with a well defined fecundity but with multiple spawnings, with small variations of the lipidic, protein and energetic content and thus, showing a low b/i coefficient (relation between the relative gill and intestinal growth).

RÉSUMÉ

SANTOS, Paulo José Talhadas. Biologie et pêche de la cardine à-quatre-taches, *Lepidorhombus boscii,* dans la côte portugaise. Dissertation de Doctorat presenté à la F. C. U. P.

Dans ce travail ont été abordés les divers aspects de la biologie et de la pêche de *Lepidorombus boscii* dans la côte portugaise. Les sujets abordés ont été: la croissance, la biómetrie et la microstructure des otholites *sagitta*, la mortalité, la reproduction, l' alimentation, la variation saisonelle des contenus enérgetique, lipidique et proteique, l' index b/i (le quotient entre les facteurs de l' incrément branchiale et intestinale), l' analyse des statistiques de débarquement, la seléctivité et la biomasse de la population, ainsi que son taux d' exploitation. L' étude s' est fondé en 3408 individus de les deux sexes, variant sa longueur entre les 7 et 44 cm, obtenus tantôt das les chalutages experimentales au long de toute la côte portugaise tantôt dans les criées de Póvoa de Varzim, Matosinhos et Aveiro, entre 1989 e 1993. On été calculés les constantes de croissance et les taux de croissance. Ont été obtenus relations statistiques significatives entre le poids, la longueur et l'âge de *L. boscii.* L' analyse des otholites nous a fait valider des incréments quotidiens, q'on été caracterizés. Les coeficients instantanés de mortalité totale, naturelle et par pêche ont été obetenus. L'alimentacion de *L. boscii*, dans la côte portugaise, a été caracterisée, ainsi que sa variation par rapport au sexe, longeur et origine geographique. L' increment relactif des branchies et de l' intestin a été etudié, et calculé l' index b/i, que fourni des renseigments sur la stratégie vital de l' éspece. La variation saisonelle des contenues enérgétiques, lipidiques et proteiques de l' ovaire, du foie et du téssu musculaire a été caractérisé. Dans ce qui concerne a la pêche de cette espéce, a été calculé le facteur de seléctivité pour les filets de chalutage. Une analyse VPA a été efectuée donnant les valeurs pour la biomasse de la population et aussi pour le taux d' expoitation verifié dans les derniérs années.

Finalement la totalité des aboutissements nous a procuré une synthése eco-physiologique qui caractérise cette éspece.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO GERAL 1
1.1. INTRODUÇÃO 3
1.1.1. HIPÓTESE DE TRABALHO 6
1.2. POSIÇÃO SISTEMÁTICA 7
1.3. DESCRIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE 8
1.3.1. Desenvolvimento Larvar 9
1.3.2. Dimorfismo Sexual 9
1.3.3. Área de Distribuição e Batimetria 10
1.3.4. Zonas de Reprodução e Desova 11
1.3.5. Unidades de População 13
2. DINÂMICA POPULACIONAL 15
2.1. IDADE E CRESCIMENTO 17
2.1.1. INTRODUÇÃO 17
2.1.2. MATERIAL E MÉTODOS 19
2.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 24
2.1.3.1. Chaves Comprimento Idade 24
2.1.3.2. Constantes de Crescimento de von Bertalanffy ... 32
2.1.3.3. Taxa de Crescimento em Comprimento e em Peso 36
2.1.3.4 . Relação Peso Comprimento 39
2.1.3.5. Crescimento em Peso 41
2.1.3.6. Equação de Crescimento de Gompertz 41
2.2. DIMENSÕES E PESO DOS OTÓLITOS E SUA RELAÇÃO COM O PESO E DIMENSÕES CORPORAIS..... 45
2.2.1. INTRODUÇÃO 45
2.2.2. MATERIAL E MÉTODOS 48
2.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 49
2.2.3.1. Dimensões e Peso dos Otólitos e sua Relação com o Corpo do Peixe 49
2.2.3.2. Dimensões e Peso dos Otólitos e sua Relação com a Idade 57
2.2.3.3. Comparação de Amostras do Norte e do Sul 61
2.3. MICROESTRUTURA DOS OTÓLITOS 63
2.3.1. INTRODUÇÃO 63
2.3.2. MATERIAL E MÉTODOS 64
2.3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 65

2.3.3.1. Validação 65
2.3.3.2. Caracterização dos Microincrementos 67
2.4. MORTALIDADE 70
2.4.1. INTRODUÇÃO 70
2.4.2. MATERIAL E MÉTODOS 73
2.4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 76
2.4.3.1. Mortalidade Total 76
2.4.3.2. Mortalidade Natural 78
2.4.3.3. Mortalidade por Pesca 81
2.5. REPRODUÇÃO E FECUNDIDADE 82
2.5.1. INTRODUÇÃO 82
2.5.2. MATERIAL E MÉTODOS 88
2.5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 96
2.5.3.1. Maturação, Idade e Comprimento de Primeira Maturação 96
2.5.3.2. Época de Reprodução, Índice Gonadossomático e Factor de Condição 98
2.5.3.3. Alterações no Diâmetro Médio dos Oócitos Após Armazenamento 105
2.5.3.4. Estudo Histológico das Gónadas 106
2.5.3.5. Caracterização dos Ovários em Estado de Pré-Desova de Acordo com a Distribuição de Tamanho dos Oócitos 108
2.5.3.6. Fecundidade Absoluta 113
2.5.3.7. Fecundidade Relativa e Relações Fecundidade-Peso e Fecundidade-Comprimento 114
2.5.3.8. "GML Plot" de Beverton 117
3. ALIMENTAÇÃO 119
3.1. INTRODUÇÃO 121
3.2. MATERIAL E MÉTODOS 122
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 126
3.3.1. Conteúdo gástrico 126
3.3.2. Dimensões das Presas 136
4. ENERGIA E ÍNDICE b/i 141
4.1. VARIAÇÃO SAZONAL DE LÍPIDOS, PROTEÍNAS E DO CONTEÚDO ENERGÉTICO 143
4.1.1. INTRODUÇÃO 143
4.1.2. MATERIAL E MÉTODOS 145

4.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 146
4.1.3.1. Variação Sazonal do Índice Hepatossomático 146
4.1.3.2. Variação Sazonal do Conteúdo Lipídico 147
4.1.3.3. Variação Sazonal do Conteúdo Proteico 150
4.1.4.4. Variação Sazonal do Conteúdo Energético 152
4.2. RELAÇÕES BRÂNQUIAS-INTESTINO-CORPO E ÍNDICE b/i 156
4.2.1. INTRODUÇÃO 156
4.2.2. MATERIAL E MÉTODOS 160
4.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 161
4.2.3.1. Índice de Desempenho 161
4.2.3.2. Índice b/i 163
5. EXPLORAÇÃO PESQUEIRA 167
INTRODUÇÃO 169
5.1. ANÁLISE DAS ESTATÍSTICAS DE DESCARGA 170
5.1.1. INTRODUÇÃO 170
5.1.2. MATERIAL E MÉTODOS 170
5.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 172
5.2. SELECTIVIDADE E TAMANHO MÍNIMO CAPTURÁVEL .. 179
5.2.1. INTRODUÇÃO 179
5.2.2. MATERIAL E MÉTODOS 180
5.3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO 184
5.3. ANÁLISE DE POPULAÇÃO VIRTUAL 191
5.3.1. INTRODUÇÃO 191
5.3.2. MATERIAL E MÉTODOS 191
5.3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 194
5.3.3.1. Análise de População Virtual 194
5.3.3.2. Análise de Sensibilidade 205
6. CONCLUSÕES GERAIS 207
7. BIBLIOGRAFIA 215

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. INTRODUÇÃO

Os peixes do género *Lepidorhombus* estão representados nas águas marinhas nacionais pelas duas espécies que o constituem, o areeiro-de-quatro-manchas, *L. boscii* (Risso, 1810) e o areeiro, *Lepidorhombus whiffiagonis* (Walbaum, 1792). A importância relativa destas duas espécies é bastante diferente, sendo a primeira mais abundante na nossa costa. No seu conjunto, a descarga em lota para estas espécies, corresponde a 0,1% da descarga de peixes marinhos, tendo variado em torno das 230 toneladas nos últimos anos e apresentando apreciável valorização económica. O preço médio de venda em lota foi, em 1993, de 479$00/Kg, correspondendo a uma movimentação de mais de cem mil contos (DGP, 1992; INE, 1992). No mercado o preço pode triplicar, atingindo frequentemente mais de 1500$00/Kg, o que conduz a vendas que atingem várias centenas de milhar de contos por ano.

A gestão da captura deste recurso nas águas ibéricas tem sido abordada no ICES (International Council for the Exploration of the Sea), segundo parâmetros biológicos essencialmente obtidos em águas espanholas e de países mais a norte, devido ao desconhecimento da grande maioria desses parâmetros para as águas nacionais. A escassez de estudos relativos a estas espécies levou-nos a empreender o presente trabalho. Um dos objectivos iniciais apontava para o estudo de ambas as espécies, assim como para a comparação entre elas. Contudo, a desproporção numérica verificada na amostragem, tanto nas capturas comerciais como nos cruzeiros de investigação, tornou inviável o estudo de *L. whiffiagonis* devido à impossibilidade de recolher uma quantidade mínima desejável para um estudo capaz de chegar a conclusões credíveis. Aliás, acontece na nossa latitude, exactamente o inverso do que se verifica nas águas do Golfo da Biscaia, do Canal da Mancha e do Mar Céltico, onde a escassez de *L. boscii* levou a que os estudos científicos se tivessem voltado essencialmente

para *L. whiffiagonis* (STEINARSSON, 1979; DU BUIT, 1984; FONTELA & PATIÑO, s/d; AUBIN-OTTENHEIMER, 1987; PERONNET & RIVOALEN, J.-J., 1989; DAWSON, 1990; DAWSON, 1992; POULARD, *et al.*, 1993).

Como foi já referido, embora ambas as espécies sejam consideradas de investigação prioritária a nível da Comunidade Europeia, *L. boscii* tem sido menos estudada do que *L. whiffiagonis*. Apenas alguns trabalhos foram publicados sobre *L. boscii*, depois do trabalho pioneiro de DWIVEDI (1964), que comparou amostras recolhidas no Mediterrâneo com amostras provenientes do Atlântico, abordando essencialmente a biometria, a batimetria e a reprodução. Assim, FUERTES (1977; 1978) estimou os parâmetros de crescimento com amostras capturadas em águas da Galiza, apresentou dados fundamentais para a validação da interpretação de marcas anuais nos otólitos, pelo método da análise das margens dessas estruturas, calculou taxas de mortalidade e efectuou estimativas para o rendimento por recruta. BELLO & RIZZI (1987) apresentaram dados sobre o crescimento desta espécie no Adriático. DAWSON (1991) estimou também as constantes de crescimento desta espécie no Mar Céltico. Foram também efectuados estudos sobre a selectividade para redes de arrasto (ASTUDILLO e SANCHEZ, 1989), a alimentação (MACPHERSON, 1979), a bioacumulação de substâncias tóxicas (PELLEGRINI & BARGHIGIANI, 1989) e a distribuição batimétrica e abundância relativa no Mar Céltico (BOON, 1984) e na costa N de Espanha (SANCHEZ *et al.*, 1991).

Para a costa de Portugal foram efectuados estudos sobre a distribuição batimétrica e a abundância relativa (FIGUEIREDO, 1989; SILVA, 1992). Foram também realizados os trabalhos de CARDADOR (1992) e de CASTILHO *et al.* (1993), ambos com resultados de crescimento baseados em peixes recolhidos essencialmente entre as Berlengas e Sines e o trabalho de (COSTA, 1986) que, com os mesmos peixes, abordou também outros aspectos da biologia e pesca desta espécie. SANTOS (1990), apresentou resultados de crescimento, utilizando amostras recolhidas em

portos de pesca da costa Norte de Portugal e, posteriormente, dados de toda a costa portuguesa (SANTOS, 1993; 1993a; 1994), abordando nestes trabalhos também a fecundidade e a mortalidade. A parasitologia desta espécie foi abordada nos trabalhos de EIRAS & SANTOS (1992; 1992a). Não há dados publicados sobre a fecundidade de *L. boscii*, com excepção dos trabalhos já apresentados pelo autor (SANTOS, 1993; 1994) no âmbito da preparação desta tese e os dados sobre mortalidade, apresentados nesses trabalhos, são os únicos disponíveis para a nossa costa. De igual modo não existem estudos sobre o metabolismo, o desenvolvimento branquial ou intestinal.

A nível europeu, os valores do TAC (total admissível de captura) são definidos considerando como uma só as duas espécies do género *Lepidorhombus* e as descargas são, na maioria dos países, não diferenciadas. As estatísticas internacionais de desembarques estão também afectadas do mesmo problema, como nas publicações da FAO, que atribuem a Portugal um valor de desembarque de *L. whiffiagonis* que, na realidade, corresponde à soma dos desembarques declarados das duas espécies e em que a maioria corresponde, efectivamente, a *L. boscii*. Este facto foi verificado durante a realização deste trabalho, nos dados de FIGUEIREDO (1989) é também no trabalho de SILVA (1992), onde ressalta que a proporção é de dois terços e um terço, respectivamente para *L. boscii* e *L. whiffiagonis*.

1.1.1. HIPÓTESE DE TRABALHO

De acordo com os dados disponíveis inicialmente e por comparação com outras espécies de pleuronectiformes, construímos uma hipótese unificadora, que tomamos como ponto de partida para este trabalho. Assim, procuraremos demonstrar que são características descritivas para *L. boscii*, o ser uma espécie demersal, bentónica e sedentária, com crescimento lento e influenciável por variações anuais do alimento disponível, ser iteropárea com fecundidade bem definida, caracterizar-se por uma pouco pronunciada variação sazonal do conteúdo lipídico e mostrar um baixo coeficiente b/i (relação entre os factores de acréscimo branquial e intestinal). Contribuir para o esclarecimento de alguns aspectos ligados a esta hipótese, fundamentais para a sua aceitação ou rejeição, constituiu o nosso objectivo principal. Simultâneamente, procuramos também uma caracterização biológica e a avaliação de parâmetros relativos à exploração comercial desta espécie.

Como contribuição para os objectivos propostos, abordamos neste trabalho um largo espectro de assuntos, muitos deles interligados, como o crescimento, a mortalidade (total, natural e por pesca), a distribuição batimétrica, o crescimento e microestrutura dos otólitos, a reprodução e fecundidade, a alimentação, a variação sazonal do conteúdo energético, proteico e lipídico, e as relações quantitativas entre as brânquias, o intestino e o corpo, numa perspectiva de relacionamento metabólico.

Com a apresentação escrita deste trabalho, procuramos também fornecer um instrumento didáctico. Assim, a exposição está especialmente dirigida aos alunos mais avançados e aos mestrandos que iniciam a sua investigação em temáticas relativas à biologia marinha em geral, à ecologia dos organismos aquáticos e à aplicação de modelos matemáticos na gestão dos recursos vivos marinhos.

1.2. POSIÇÃO SISTEMÁTICA

O areeiro-de-quatro-manchas, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810), de acordo com NIELSEN (1986) e com GREENWOOD *et al.* (1966, *in* NIELSEN, 1986), inclui-se na família SCOPHTHALMIDAE e, segundo NELSON (1984, *in* NIELSEN, 1986), na família BOTHIDAE.

Adoptando a classificação dos primeiros autores, a posição sistemática desta espécie é:

FILO **CHORDATA**
RAMO **VERTEBRATA**
SUPERCLASSE **GNATHOSTOMATA**
CLASSE **OSTEICHTHYES**
SUBCLASSE **ACTINOPTERIGII**
SUPERORDEM **TELEOSTEI**
ORDEM **PLEURONECTIFORMES**
SUBORDEM **PLEURONECTOIDEI**
FAMÍLIA **SCOPHTHALMIDAE**
GÉNERO ***Lepidorhombus* (GUNTHER, 1862)**
ESPÉCIE ***L. boscii* (RISSO, 1810)**

Desde o século passado que esta espécie está referenciada para a ictiofauna de Portugal (CAPELLO; 1870; 1881; NOBRE, 1903 CLIGNY , 1903; ; SEABRA , 1911, citados por NOBRE, 1936).

1.3. DESCRIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE

Das características determinantes para a sua identificação, salientam-se as seguintes (ver figura 1.3.1): peixe plano com os olhos na face esquerda; margem do preopérculo livre e visível; boca grande com mandíbula proeminente mas pouco saliente em relação ao maxilar superior; septo branquial com grande abertura entre os faringeais inferiores e o urohial; escamas ctenóides na face com olhos e ciclóides na face cega; barbatanas pélvicas separadas da anal; vómer com dentes; barbatana dorsal com 79 a 86 raios e anal com 65 a 69 raios; linha lateral com 87 a 93 escamas, coloração cinzento pardo com duas manchas circulares bem distintas na parte posterior das barbatanas dorsal e anal (NOBRE, 1935; ALBUQUERQUE, 1954; NIELSEN, 1986).

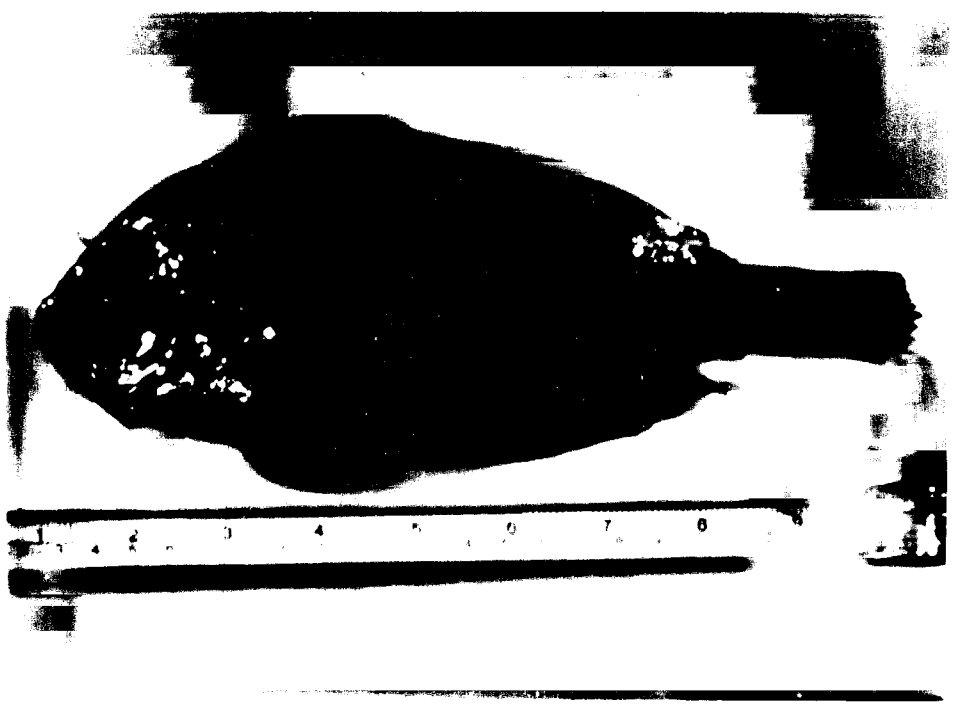


Figura 1.3.1- Fotografia de *Lepidorhombus boscii* Risso.

INSTITUTO DE ZOOLOGIA
Dr. Augusto Nobre
BIBLIOTECA

1.3.1. Desenvolvimento Larvar

Dois estudos sobre o desenvolvimento larvar de *Lepidorhombus boscii* estão publicados, o primeiro com material proveniente do Atlântico Noroeste (PETERSEN, 1909, *in* SABATÉS, 1991) e o segundo com amostras do Mediterrâneo (SABATÉS, 1991). Esta última autora comparou os resultados obtidos nos dois trabalhos e chegou à conclusão de que existem ligeiras diferenças no desenvolvimento larvar nas diferentes áreas, nomeadamente que, para igual tamanho, as larvas do Mediterrâneo apresentam desenvolvimento mais avançado, sendo mais semelhantes à fase adulta. De uma forma geral, contudo, o desenvolvimento é semelhante.

1.3.2. Dimorfismo Sexual

Para efeitos práticos de distinção imediata de indivíduos adultos, é determinante a presença de ovários bem visíveis à transparência, de comprimento variável conforme a estação do ano, estendendo-se ao longo da base da barbatana anal. Para além desta diferença, DWIVEDI (1964) concluiu que, para um mesmo local, as fêmeas apresentam, em relação aos machos, cabeça, distância pré-opercular e curvatura da linha lateral maiores, olhos menores e barbatanas peitorais também menores. Outros aspectos, como a forma geral do corpo, coloração e ornamentação não se apresentam de modo diferente para cada sexo.

1.3.3. Área de Distribuição e Batimetria

Presente no Atlântico, desde o Nordeste das ilhas Britânicas até ao Cabo Bojador (26°N a 60°N) e também no Mediterrâneo, o areeiro-de-quatro-manchas, *Lepidorhombus boscii*, é uma espécie relativamente comum, mais abundante na parte sul da sua área de distribuição e localiza-se principalmente a profundidades dos 100 aos 600 metros (DWIVEDI, 1964; NIELSEN, 1986) (ver figura 1.2). Esta espécie já foi, também, detectada na batimétrica dos 1000 metros (RUSSELL, 1976).

Os estudos referentes à distribuição batial das classes de comprimento ou das classes etárias indicam a profundidade preferida dos indivíduos. Para o Mediterrâneo DWIVEDI (1964) apontou a presença dos juvenis (5 a 9 cm), não em águas costeiras e pouco profundas como outros pleuronectiformes, mas sempre a mais de 200 m, sendo abundantes a mais de 400m.

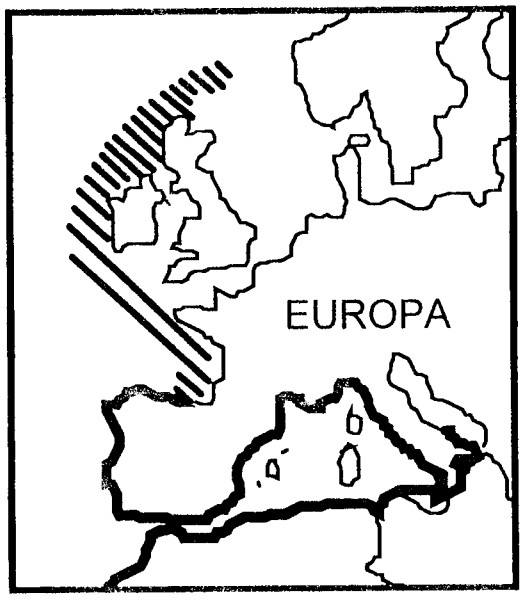


Figura 1.3.2 - Mapa de distribuição de *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) (retirado de NIELSEN, 1986).

Para o Atlântico, o mesmo autor afirma que a espécie ocupa locais de maior profundidade que no Mediterrâneo, sem pormenorizar a relação entre a profundidade e o comprimento ou idade dos indivíduos. Por seu lado, estudos espanhóis, no Cantábrico, indicam que os juvenis desta espécie se encontram a maior profundidade que os adultos, principalmente a mais de 200 metros (SANCHEZ *et al.*, 1991), ocupando esta espécie áreas entre os 100 e os 500 m de profundidade. Estudos de distribuição batimétrica no mar Céltico também referem a presença de *L. boscii* entre os 150 e os 250 metros de profundidade (BOON, 1984). No Mediterrâneo, mais precisamente no Adriático Sul, a ocorrência desta espécie é referida por BELLO and RIZZI, (1987) para profundidades entre os 60 e os 650 metros de profundidade, sendo mais abundante entre os 200 e os 400 m.

Na costa Portuguesa, dois trabalhos confirmam os acima citados. Assim, o primeiro, FIGUEIREDO (1989) atesta a presença de *L. boscii* (não atendendo às classes de idade) em maior quantidade entre os 300 e os 600 metros de profundidade e mostra ainda uma maior abundância deste recurso ao largo do Minho e Beira Litoral, mas em especial na costa da Estremadura. O segundo trabalho, SILVA (1992), aponta uma distribuição mais frequente de *L. boscii* entre os 100 e os 500 metros de profundidade.

1.3.4. Zonas de Reprodução e Desova

As áreas de reprodução de *L. boscii* são desconhecidas. Da localização das suas larvas e ovos pouco se conhece, sendo contraditória a informação disponível. Assim, RUSSELL (1976) indicou para esta espécie um possível desenvolvimento planctónico das larvas. No entanto, outros estudos referem a presença destas a profundidades consideráveis. Assim, SARDOU (1986) descreve

uma suposta larva de *L. boscii* capturada no Mediterrâneo Noroeste a mais de 50 metros de profundidade. SABATÉS (1991) refere-se a seis larvas de *L. boscii* capturadas entre os 74 e os 487 metros de profundidade, no Mediterrâneo ao largo de Barcelona, colocando a hipótese de estarmos em presença de uma espécie com ovos e larvas bentónicas, ao contrário da maioria dos pleuronectiformes, que apresentam ovos pelágicos (RUSSEL, 1976). Também PETERSEN (1909, *in* SABATÉS, 1991)) tinha já efectuado aquela sugestão, após identificar três larvas desta espécie em amostras recolhidas a profundidade considerável, desta vez no Atlântico Nordeste. A distribuição batial dos juvenis, acima referida, apontando profundidades elevadas, poderá, de algum modo, apoiar esta hipótese. Mais recentemente, o trabalho de HORSTMAN & FIVES (1994) faz referência a larvas de *L. boscii* capturadas no Mar Céltico, na zona oceânica, fora da plataforma continental, mais afastadas da costa que qualquer das outras espécies de pleuronectiformes identificadas, mas sem especificar a profundidade a que foram detectadas.

Em Portugal, nenhum registo foi encontrado referindo a presença de ovos ou larvas de areeiro-de-quatro-manchas, quer nos cruzeiros de investigação do IPIMAR (Instituto Português de Investigação Marítima) quer noutros trabalhos de inventariação (RÉ *et al.* 1982; RÉ, 1984; DUARTE, 1987.; ANTUNES *et al.*, 1988). RÉ (comunicação pessoal) afirmou nunca ter identificado esta espécie em amostras de plâncton provenientes de águas nacionais.

Há referências à presença dos peixes mais velhos e maiores junto a áreas rochosas (SANCHEZ *et al.*, 1991), dificultando assim a sua amostragem e também a amostragem de ictioplâncton. Isto pode justificar, em parte, a ausência de larvas de *L. boscii* das amostras, por se refugiarem nas rochas, onde estarão melhor abrigadas dos predadores.

A comparação desta espécie com *L. whiffiagonis* também não é esclarecedora, uma vez que a informação disponível para esta última refere apenas ovos pelágicos (RUSSEL, 1976).

1.3.5. Unidades de População

Uma unidade de população de uma determinada espécie pode ser definida como sendo constituída por um grupo de indivíduos que apresenta características próprias de produtividade (crescimento, mortalidade, fecundidade, etc.), características essas diferentes das que se verificam noutras unidades de população da mesma espécie (LARRAÑETA, 1968). Estas diferenças motivam diferente reacção das unidades de população à actividade piscatória, o que implica a sua análise em separado, quando aplicamos os modelos de dinâmica populacional ou os modelos de gestão da actividade piscatória. As causas para as diferenças encontradas entre as unidades de população prendem-se com características genéticas próprias e com condições ambientais (como por exemplo a temperatura, a salinidade, o alimento disponível e a competição intra e interespecífica) e podem ser evidenciadas por vários tipos de métodos: comparação de caracteres merísticos (QUIGNARD *et al.*, 1984), morfologia dos otólitos (MESSIEH, 1972), microstrutura dos otólitos (NEILSON *et al.*, 1985), relações entre as dimensões dos otólitos e as dimensões corporais ou a idade (LEVI *et al.*, 1994), caracterização do polimorfismo proteico (JORSTAD *et al.*, 1991), caracterização do ADN mitocondrial (CROSETTI *et al.*, 1994), caracterização serológica (CUSHING, 1956, in JORSTAD *et al.*, 1991), caracterização parasitológica (Anónimo, 1994a), etc.

Para além das diferenças significativas entre as populações do Mediterrâneo e do Atlântico, detectadas por DWIVEDI (1964) e das diferenças no desenvolvimento

larvar evidenciadas por SABATES (1991) entre peixes das mesmas áreas, não há estudos comparativos publicados sobre as unidades de população de *Lepidorhombus boscii* com base num amplo conjunto de métodos. Este é, assim, mais um factor a contribuir para que a determinação de totais admissíveis de captura (TAC) seja efectuada sem considerar possíveis unidades populacionais nas águas do Atlântico noroeste e, num procedimento ainda menos recomendável, ser esta espécie simplesmente adicionada a *L. whiffiagonis* para determinação do TAC europeu (ANÓNIMO, 1994), para águas do Atlântico.

CAPÍTULO 2

2. DINÂMICA POPULACIONAL

2.1. IDADE E CRESCIMENTO

2.1.1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da idade e do crescimento é fundamental em estudos de biologia pesqueira. Para uma dada população, o conhecimento da estrutura etária dos estados larvares e juvenis pode ser usado para obter informações sobre os efeitos das variações ambientais no crescimento e na sobrevivência. Pode ainda levar a uma melhor compreensão dos fenómenos que regulam o recrutamento. Por outro lado, o conhecimento da idade e crescimento dos adultos é usado para compreender os ciclos de vida, determinar o efeito da pesca nos recursos explorados e a eficácia das suas políticas de gestão, assim como para maximizar as capturas de um modo sustentado. Assim, compreende-se a grande motivação para a obtenção e estudo, constantemente actualizado, de conhecimentos de base que permitam alcançar os objectivos acima expostos.

Estudos de Crescimento de *L. boscii* em Portugal

Como foi referido no início do trabalho, poucos estudos têm sido dedicados a esta espécie, nomeadamente no nosso país. Contudo, dos trabalhos publicados, a maioria refere-se ao crescimento, demonstrando assim a importância de que se reveste o conhecimento da equação que traduz este fenómeno biológico. Assim, para Portugal, como estudos de crescimento, podemos referir os de COSTA (1986), CARDADOR (1992) e de CASTILHO *et al.* (1993) todos eles com base nas mesmas amostras, quase todas obtidas entre as Berlengas e Sines. Por nossa parte, contribuimos para o estudo deste problema com a análise de amostras recolhidas

em portos de pesca da costa Norte de Portugal (SANTOS, 1990) e ainda com a análise de amostras provenientes de toda a costa Portuguesa(SANTOS, 1990; 1993; 1993a; 1994).

Outros Estudos de Crescimento de *L. boscii*

Fora da costa portuguesa têm sido efectuados vários estudos. Assim, FUERTES (1977; 1978) estimou os parâmetros de crescimento com amostras capturadas em águas da Galiza e estabeleceu a validação da interpretação dos otólitos, ALPERI (1990) apresentou dados para o Cantábrico, BELLO & RIZZI (1987) apresentaram dados sobre o crescimento desta espécie no Adriático, MANNINI *et al.* (1990) para o Mar Tirreno e DAWSON (1991), para o Mar Céltico.

Relação Peso-Comprimento

Foram vários os estudos que abordaram esta relação, quer em águas nacionais quer noutras áreas. Assim, para Portugal, foram publicados os dados de SANTOS (1990; 1993a; 1994), de CARDADOR (1992) e de CASTILHO *et al.* (1993). Para outras áreas temos os dados de DWIVEDI (1964) para o Golfo da Gasconha, no Atlântico, de ALPERI, (1990) para o Cantábrico, os de BELLO & RIZZI (1987) para o Adriático e os de MANNINI *et al.* (1990) para o Mar Tirreno.

2.1.2. MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das Amostras

Foram observados 3408 indivíduos recolhidos ao longo de 4 anos, entre 1989 e 1993, de comprimento variando entre 7 e 44 cm. As amostas, provenientes de toda a costa portuguesa, foram obtidas de vários modos, nomeadamente por meio de cruzeiros de investigação, em colaboração com o então INIP (agora IPIMAR) e também compradas nas lotas e mercados de Matosinhos, Póvoa de Varzim e Aveiro ou aí oferecidas pelos pescadores. Na figura 2.1 indica-se a área onde se efectuaram os cruzeiros experimentais e os portos de pesca onde se obtiveram as amostras provenientes das capturas comerciais.

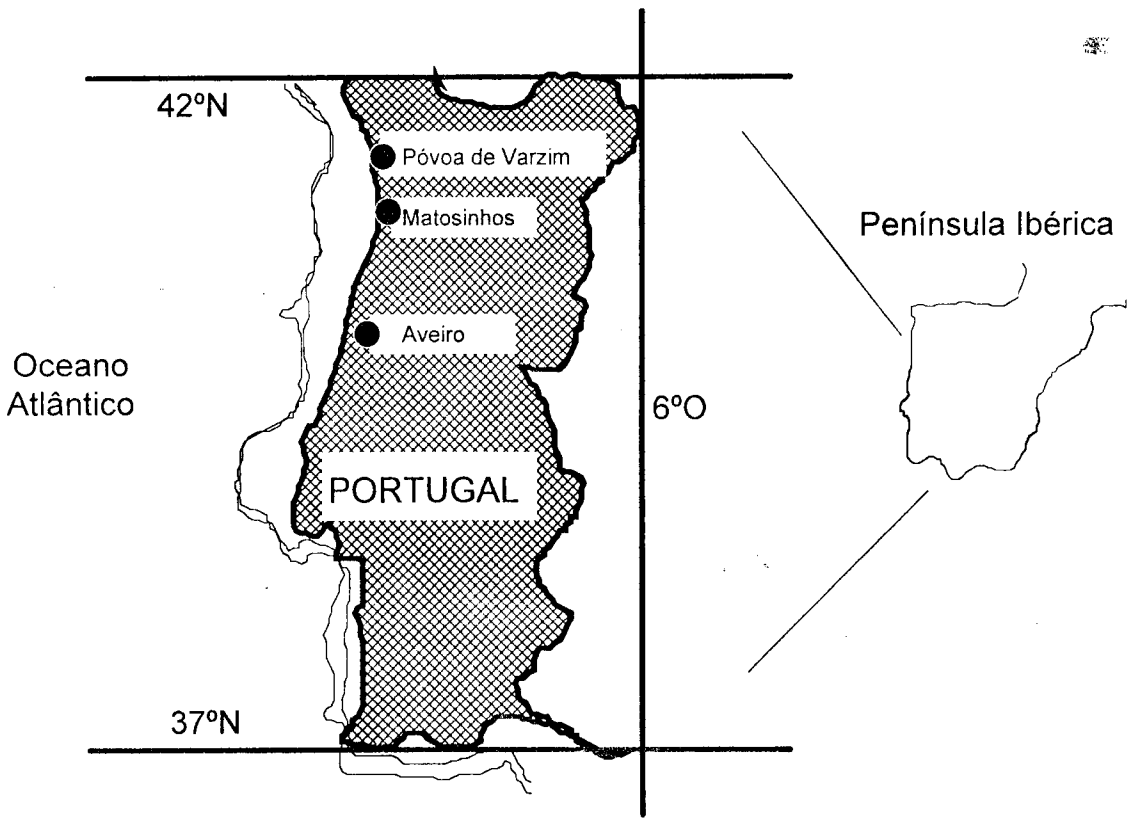


Figura 2.1 - Costa de Portugal, mostrando as batimétricas de 500 e 700 metros. As amostragens foram efectuadas para dentro da batimétrica dos 700 m. Indicam-se também os portos de pesca onde se obtiveram as amostras provenientes das capturas comerciais.

As amostras provenientes das lotas ou mercados foram obtidas mensalmente, desde 1989 até 1993, sendo provenientes da pesca de arrasto. Os peixes capturados foram preservados a baixa temperatura, em gelo, até serem observados, no máximo 24 horas após o desembarque.

Os cruzeiros de investigação foram efectuados com o navio de investigação "Noruega", um arrastão de popa de 47,5 metros, fora a fora, de 950 toneladas de registo bruto e motor de 1500 HP. As pescas foram efectuadas com rede de arrasto de fundo, tipo norueguês (Norwegian Campell Trawl Net - NCT), com saco de malhagem de 19,7 mm em *nylon* entrançado de três fios. Integrados nas campanhas do INIP, os cruzeiros de investigação foram efectuados todos os anos ao longo de toda a costa Portuguesa (costa Ocidental, 36°50'N a 42°N e costa Sul, 7°30'W a 9°30'W). Cada arrasto teve a duração máxima de uma hora, a profundidade variável, desde os 15 metros até à batimétrica dos 737 metros. Todo o peixe proveniente dos arrastos de investigação foi observado imediatamente após a captura.

Tratamento das Amostras

Os peixes obtidos nas amostragens foram submetidos a análise, tendo-lhes sido identificado o sexo, efectuadas medições do comprimento total, em centímetros, e avaliado o peso total e o peso eviscerado, em gramas. Em cada amostra foram extraídos os otólitos (*sagittae*), sempre que possível, à totalidade dos indivíduos. Depois de limpos, os otólitos foram armazenados a seco, em pequenos tubos plásticos ou em pequenos sobrescritos de papel.

Preparação e Observação de Otólitos

De acordo com o método proposto por FUERTES (1974), foram interpretados os otólitos de 1712 peixes (789 fêmeas e 923 machos) provenientes das amostras obtidas, variando o seu comprimento entre 8 e 44 cm. O modo de preparação dos otólitos variou, consoante a dimensão dos indivíduos. Assim, na sua grande maioria, os otólitos foram observados inteiros à lupa estereoscópica, com luz refractada, em fundo escuro, imersos numa mistura de água e glicerina, cujo efeito consiste em realçar o contraste da estrutura interna do otólito. Contudo, para os indivíduos mais idosos, um dos otólitos do par *sagittae* foi também submetido à "técnica de queima" (CHRISTENSEN, 1964), de modo a esclarecer as possíveis dúvidas suscitadas na interpretação obtida pelo método comum, devido à dificuldade em distinguir as marcas anuais na periferia, muito juntas. Todos os otólitos foram interpretados duas vezes e, em caso de desacordo, uma terceira vez, sendo retido este último valor. Os indivíduos com otólitos pouco contrastados ou com marcas pouco evidentes, não foram usados para o cálculo da função de crescimento. Também foram rejeitados os otólitos cuja interpretação conduziu a resultados muito divergentes.

Com os valores de idade e comprimento, construiram-se chaves comprimento-idade.

Cálculo dos Parâmetros de Crescimento

Para o cálculo das constantes da equação de crescimento de von Bertalanffy, da forma

$$t = L_{\infty} [\, 1 - e^{-K(t - t_0)} \,]$$

em que L_{∞} é o comprimento assimptótico, K o coeficiente de crescimento/ano e t_0 a idade correspondente ao comprimento nulo, usámos uma folha de cálculo por nós informatizada, na qual foi implementado o método de TOMLINSON & ABRANSON (1961), usando o método dos mínimos quadrados. No sentido de tentar obter resultados com o valor de t_0 melhor ajustado, usámos também o método de LOPEZ VEIGA (1979), ajustando a equação com L_0=0,5 cm, valor deduzido do comprimento larvar (SABATES, 1991). As equações de crescimento em comprimento e peso foram calculadas separadamente para machos e fêmeas, de acordo com trabalhos anteriores, devido ao facto de o crescimento dos pleuronectiformes ser, geralmente, diferenciado consoante o sexo (NIKOLSKI, 1963; PITT, 1967; BOWERING, 1976; FUERTES, 1978; RIJNSDORP, 1992; BEVERTON, 1992; SANTOS, 1990; 1993; 1994).

De acordo com as nossas observações sobre a época de desova de *L. boscii* nas águas portuguesas e de acordo com o método já seguido por FUERTES (1978), assumimos o dia 1 de Março como data de transição dos indivíduos desta espécie para a classe de idade seguinte uma vez que, para a correcta determinação dos parâmetros de crescimento, é fundamental escolher uma data o mais correcta possível (MOREAU, 1987).

No sentido de comparar as equações de crescimento dos dois sexos, procedemos à respectiva análise segundo o método proposto por BERNARD (1981), utilizando o teste T^2 de Hotelling.

Para o cálculo da equação de crescimento de Gompertz foi usado o programa para computador FISHPARM (PRAGER *et al.*, 1987), usando apenas parte dos dados, uma vez que este programa apresenta limitações quanto ao limite

máximo de pares ordenados para o cálculo dos parâmetros. Foram assim usados dados de peso e idade de 275 fêmeas e 308 machos, com peso variando entre 12 e 818 g.

Relação Peso-Comprimento

Calculou-se a relação entre o peso e o comprimento usando uma folha de cálculo por nós informatizada, com ajuste pelo método dos mínimos quadrados aos pares ordenados logaritmizados. Foram usados 3005 indivíduos, de comprimento variando entre os 7 e os 44 cm. Os sexos foram separados, 1494 fêmeas e 1510 machos, devido ao facto de, como esclarecido anteriormente, a generalidade dos peixes planos apresentar dimorfismo sexual em relação ao crescimento e proporções corporais. No sentido de comparar as relações obtidas para cada sexo, aplicamos aos valores de peso e comprimento, logaritmizados, uma análise de covariância ANCOVA (SCHERRER, 1984).

Taxa de Crescimento

A taxa de crescimento relativo, baseada no comprimento médio a cada idade, foi calculada pelo método exposto em RICKER (1975), segundo a expressão :

$$c_t = \frac{100.(L2 - L1)}{L1}$$

em que c_t é a taxa de crescimento entre as idades t_1 e t_2, em anos, L1 é o comprimento inicial e L2 o comprimento final. A mesma equação foi também usada para o cálculo da taxa de crescimento em peso, substituindo o comprimento pelo peso.

2.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1.3.1. Chaves Comprimento-Idade

As chaves comprimento-idade, obtidas por interpretação de marcas periódicas nos otólitos, são apresentadas nas tabelas 2.1.1 a 2.1.4.

Dos 1712 otólitos observados, 204, correspondendo a 11.9%, não foram utilizados devido à sua interpretação ser impossível pelos meios utilizados ou por conduzir a interpretações muito divergentes em cada leitura efectuada.

Tabela 2.1.1 - Chave comprimento-idade para *L. boscii*, capturado na costa portuguesa em 1990.

1990	total	idades							
classe(cm)	capturado	1	2	3	4	5	6	7	8
11	4	3							
12	5	4	1						
13	6	6							
14	17	10	2						
15	35	12	3						
16	27	12	3						
17	15	4	5						
18	17	5	8						
19	13		7	1					
20	10		7	2					
21	7		4						
22	5		3	1					
23	7			2	1				
24	5		2	1					
25	7		1	1	2				
26	3								
27	1				1				
28	3								
29	1								
30	8				5				
31	1								
32	0								
33	0								
34	0								
35	0								
36	0								
37	2								
total	199	56	46	8	9	0	0	0	0

Tabela 2.1.2 - Chave comprimento-idade para *L. boscii*, capturado na costa portuguesa em 1991.

1991	total	idades										
classe(cm)	capturado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13
11	1		2									
12	1		2									
13	0											
14	12	7	5									
15	13	5	8									
16	15		14									
17	18		14	3								
18	22	6	14									
19	19		9	8	1							
20	16		5	8	3							
21	14		6	5	2							
22	11			9	2							
23	11		2	4	5							
24	16		1	4	5	5						
25	12			1	4	3	1					
26	12			1	3	3	3					
27	7				2	2	3					
28	10				3		3	3				
29	11					3	6	1				
30	10						1	5	1	1		
31	4						3		1			
32	2								2			
33	2					1			1			
34	1								1			
35	4							1		2	1	
42	1											1
total	245	18	82	43	30	17	20	10	6	3	1	1

Tabela 2.1.3 - Chave comprimento-idade para *L. boscii*, capturado na costa portuguesa em 1992.

1992	total	idades										
classe(cm)	capturado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	14
11	0											
12	3	3										
13	8	8										
14	25	25										
15	56	52	4									
16	31	17	14									
17	36	6	30									
18	26	7	16	3								
19	39	2	22	15								
20	28		11	16	1							
21	17		4	13								
22	35		5	18	11	1						
23	17			9	6	2						
24	18			5	10	3						
25	10			4	3	1	2					
26	13			1	8	2	1		1			
27	11			1	4	2	2	2				
28	10					2	4	3	1			
29	8					3	2	3				
30	4						2	1	1			
31	7						2	4	1			
32	2						1		1			
33	3							1	1	1		
34	0											
35	1										1	
37	1								1			
44	1											1
total	410	120	106	85	43	16	16	14	7	1	1	1

Tabela 2.1.4 - Chave comprimento-idade para *L. boscii*, capturado na costa portuguesa em 1993.

1992	total	idades									
classe(cm)	capturado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	5	5									
12	15	14									
13	21	17									
14	31	28									
15	33	28									
16	31	15	10								
17	38	6	19								
18	32	2	26	1							
19	21		11	2	1						
20	31		1	1							
21	25		5	2	1						
22	18			1	7						
23	22		1	3	1						
24	21		1	3							
25	15					1	1				
26	15				4		2				
27	10					3	5				
28	14					2	4	4			
29	14					2	2	3			
30	9						1	5		1	
31	9						1	2	2		
32	1								1		
33	2									1	1
total	433	115	74	13	14	8	16	14	3	2	1

Os resultados obtidos para o comprimento médio a cada classe de idade, assim como uma medida da sua dispersão, são apresentados na tabela 2.1.5.

Tabela 2.1.5 Comprimento médio (cm) a cada idade para fêmeas e machos e respectivo desvio padrão (s) para *L. boscii* capturado na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Idade	Fêmeas	s	Machos	s
0	10,57	1,48	9,04	0,75
1	14,50	1,76	13,32	1,64
2	18,17	2,42	17,17	1,93
3	21,48	1,61	20,25	2,29
4	23,92	1,72	22,76	2,37
5	25,45	1,84	24,67	2,72
6	28,19	3,69	26,92	2,68
7	30,10	3,05	28,53	3,03
8	31,87	4,26	31,16	3,50
9	32,90	2,21	29,11	2,83
10	34,27	4,30	31,80	3,44

O valor de comprimento médio determinado para as fêmeas é superior ao determinado para os machos, em todas as idades. Da comparação estatística entre o comprimento médio a cada idade, obtivemos os resultados da tabela 2.1.6. Nesta tabela podemos verificar que as diferenças entre os sexos são estatisticamente significativas, excepto para as idades 8 e 10, devido ao reduzido número de indivíduos com essas idades.

Os resultados obtidos para o peso médio a cada classe de idade, assim como uma medida da sua dispersão, são apresentados na tabela 2.1.7. A comparação estatística entre os valores obtidos pode ser observada na tabela 2.1.8.

Tabela 2.1.6 Comparação entre sexos do comprimento médio (cm) a cada idade por meio de teste *t* para variâncias diferentes: n é o número de observações, respectivamente para fêmeas e machos de *L. boscii.*

Idade	t	p	n
1	6,83	<0,05	188-200
2	7,42	<0,05	522-520
3	7,18	<0,05	260-270
4	5,61	<0,05	190-206
5	2,75	<0,05	123-140
6	3,03	<0,05	114-125
7	2,29	<0,05	36-44
8	0,48	>0,05	14-14
9	4,88	<0,05	24-20
10	1,51	>0,05	10-14

Tabela 2.1.7 Peso médio (g) a cada idade para fêmeas e machos e respectivo desvio padrão (s) para *L. boscii* capturado na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Idade	Fêmeas	s	Machos	s
1	25,785	8,063	24,429	6,219
2	46,610	16,399	42,375	14,371
3	74,447	26,349	62,646	19,131
4	119,042	33,800	90,350	17,925
5	150,306	63,272	124,417	34,032
6	193,553	49,622	158,155	13,484
7	241,854	47,564	173,964	46,851
8	308,945	105,316	148,355	22,281
9	226,055	61,324		

Tabela 2.1.8 Comparação entre sexos do comprimento médio (g) a cada idade por meio de teste *t* para variâncias diferentes: n é o número de observações, respectivamente para fêmeas e machos de *L. boscii*.

Idade	t	p	n
1	1,37	>0,05	96-124
2	2,10	<0,05	88-194
3	4,74	<0,05	162-188
4	6,23	<0,05	68-69
5	2,26	<0,05	46-24
6	3,66	<0,05	38-4
7	3,97	<0,05	22-10
8	5,94	<0,05	16-4

Nas tabelas 2.1.7 e 2.1.8 podemos verificar que o peso das fêmeas é superior ao dos machos, para cada idade e que a comparação estatística indica serem significativas as diferenças encontradas, excepto para a classe de idade 1. Esta diferença entre os sexos está de acordo com o que já antes tinha sido obtido na análise do comprimento médio para cada classe de idade.

2.1.3.2. Constantes de Crescimento de von Bertalanffy.

As equações de crescimento de von Bertalanffy para *L. boscii* capturado ao longo de toda a costa Portuguesa durante o período de estudo (1989 a 1993), separando os sexos no cálculo, são:

$$\text{fêmeas} \rightarrow \quad t = 43{,}142\,[\,1-e^{-0{,}130\,(t+2{,}174)}\,]$$

$$\text{machos} \rightarrow \quad t = 36{,}133\,[\,1-e^{-0{,}187\,(t+1{,}507)}\,]$$

em que L_t é o comprimento total, em cm, na idade t, em anos. Na figura 2.1.2 constam os valores observados e as curvas ajustadas.

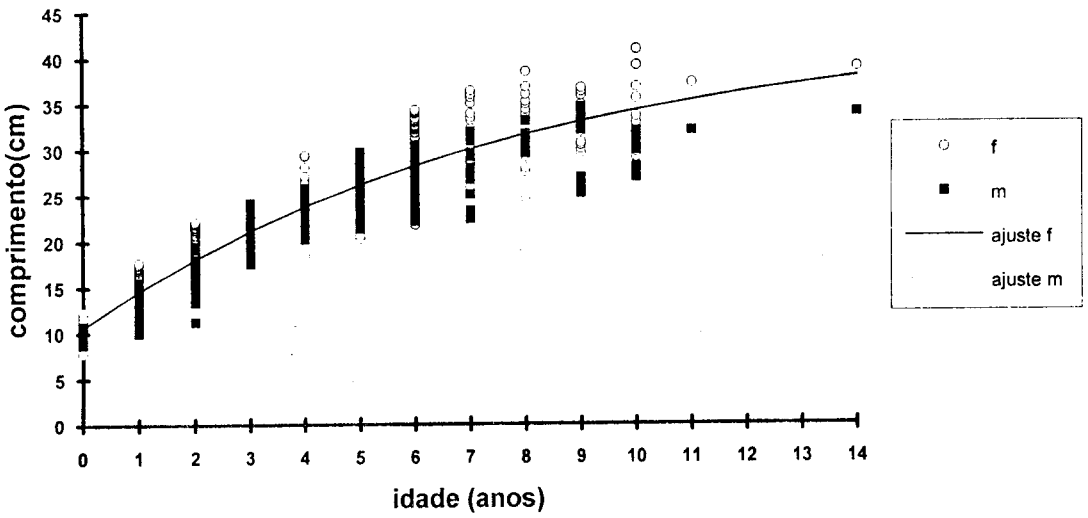


Figura 2.1.2 - Equações de crescimento e valores observados de comprimento e idade, para fêmeas (f) e machos (m) de *L. boscii* amostrados na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Aplicando o método de LOPEZ VEIGA (1979) para obter um valor de t_0 mais correcto, resultou nas seguintes equações (idade em anos e comprimento em cm):

$$\text{fêmeas} \rightarrow \quad t = 31{,}952\,[\,1-e^{-0{,}354\,(t+0{,}044)}\,]$$

machos → $t = 30,568\left[\,1-e^{-0,366\,(t+0,045)}\,\right]$

Na figura 2.1.3 constam os valores observados e as curvas ajustadas.

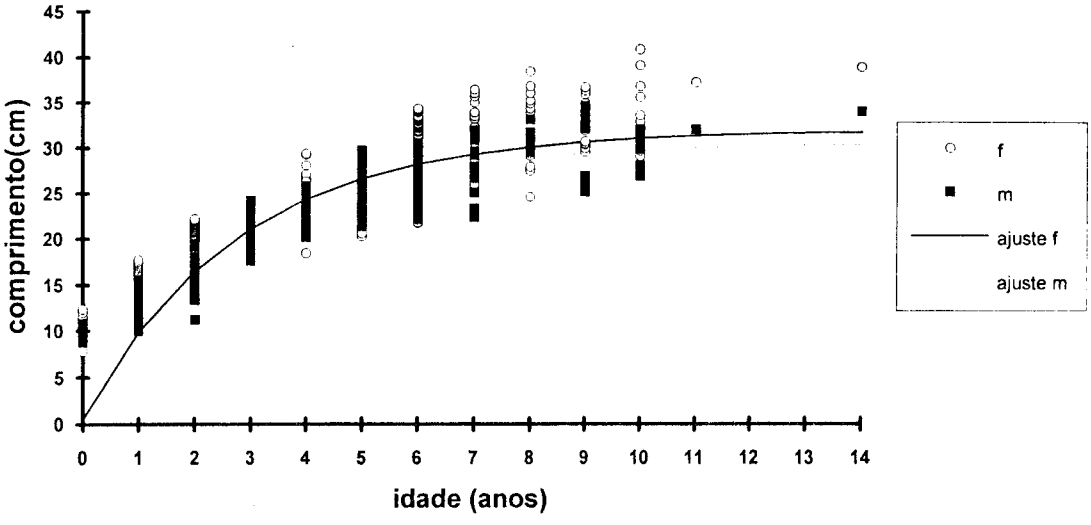


Figura 2.1.3 - Equações de crescimento com correcção de LOPEZ VEIGA(1979) e valores observados de comprimento e idade, para fêmeas (f) e machos (m) de *L. boscii* amostrados na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Comparando os valores observados nas amostras para o comprimento, verificamos que o valor máximo encontrado para as fêmeas, 44 cm, é muito próximo do valor de L_∞ calculado sem correcção, 44,1 cm e superior ao valor obtido pelo método de LOPEZ VEIGA (1979), 32,0 cm. No que respeita aos machos, o valor máximo observado, 37 cm, é ligeiramente superior ao valor de L_∞ calculado sem correcção, 36,1 cm e também superior ao valor obtido pelo método de LOPEZ VEIGA (1979), 30,6 cm. Podemos então considerar que o crescimento das fêmeas está mais fielmente traduzido pelo modelo matemático do que o crescimento dos machos. Por outro lado, o método de LOPEZ VEIGA (1979) não produz resultados satisfatórios no cálculo de L_∞. A idade máxima detectada correspondeu a 14 anos. Este valor pode fornecer uma base para o conhecimento da longevidade desta espécie. Por outro lado, esta poderá ser indicada pelo valor de idade correspondente a um comprimento de 95% de L_∞ (TAYLOR, 1962). Para as fêmeas,

o valor encontrado é de 21 anos e para os machos, 15 anos. Outros pleuronectiformes apresentam valores de longevidade semelhantes. Assim, *Pleuronectes platessa* tem longevidade de 20 anos para os machos e 30 para as fêmeas e *Hippoglossus platessoides*, entre 17 e 22 anos para os machos e entre 20 e 28 para as fêmeas (BEVERTON, 1992).

Ao comparar os resultados por nós obtidos para os parâmetros de crescimento com os disponíveis na literatura publicada, verificamos uma certa variabilidade no que respeita aos parâmetros de crescimento (tabela 2.1.9). O valor do comprimento assimptótico atingido pelas fêmeas, varia entre 31,7 cm e 44,1 cm no Atlântico, e apresenta valor inferior a 38 cm, no Mediterrâneo. Quanto aos machos, o seu comprimento assimptótico é apontado entre 29,0 cm e 37,7 cm no Atlântico, sendo menor, 27,6 cm, no Mediterrâneo. A constante de crescimento K, apresenta, para as fêmeas, valores entre 0,09 e 0,28 no Atlântico, e entre 0,19 e 0,26 no Mediterrâneo. Quanto aos machos, o mesmo parâmetro varia de 0,14 a 0,35 no Atlântico e entre 0,12 e 0,21 no Mediterrâneo. O parâmetro t_0 apresenta também considerável variação sendo, para as fêmeas capturadas no Atlântico, desde -0,40 a -4,96 e, para as fêmeas do Mediterrâneo, -0,85. O mesmo parâmetro, para os machos do Atlântico vai de -0,23 a -2,33 e, para os machos do Mediterrâneo, -1,27.

Todos os valores das constantes de crescimento obtidos neste trabalho, quer para machos quer para fêmeas, situam-se dentro dos intervalos acima referidos, para águas Atlânticas. A correcção de LOPEZ-VEIGA (1979), aplicada aos resultados obtidos, provoca uma diminuição sensível nos valores de t_0, como seria de desejar, para 0,44 nas fêmeas e 0,45 nos machos, aproximando estes valores de zero ou, mais precisamente, reduzindo-os, fazendo-lhes corresponder um comprimento inicial próximo do respectivo valor ao nascimento.

Tabela 2.1.9 - Parâmetros de crescimento para *L. boscii,* obtidos por vários autores: L_∞ =comprimento assimptótico (cm); K=constante de crescimento/ano; t_0=idade correspondente ao comprimento nulo.

Área	L_∞	K	t_0		Referências
costa de Portugal	43,14	0,130	-2,174	fêmeas	este trabalho
	36,13	0,187	-1,507	machos	
costa de Portugal	31,95	0,354	-0,044	fêmeas	este trabalho, com correcção de LOPEZ-VEIGA(1979)
	30,57	0,366	-0,045	machos	
costa Norte de Portugal	33,32	0,282	-0,396	fêmeas	SANTOS (1990)
	29,06	0,350	-0,230	machos	
costa de Portugal	39,77	0,157	-1,858	fêmeas	SANTOS (1994)
	34,79	0,198	-1,436	machos	
costa de Portugal	44,00	0,140	-1,520	fêmeas	CASTILHO et al.(1993)
	37,50	0,140	-1,930	machos	
Costa da Galiza	42,88	0,150	-1,360	fêmeas	FUERTES (1978)
	34,71	0,190	-1,370	machos	
Adriático	28,50	0,260	-0,850	fêmeas	BELLO & RIZZI(1987)
	27,60	0,210	-1,270	machos	
Mar Tirreno	38,00	0,195	----	m+f	MANNINI *et al.*(1990)
Cantábrico	44,39	0,120	-2,180	fêmeas	ALPERI (1990)
	37,73	0,140	-2,200	machos	
Mar Céltico	42,12	0,090	-4,960	fêmeas	DAWSON(1991)
	29,91	0,200	-2,330	machos	

Por outro lado, este ajuste tem como consequência a diminuição de L_∞ para baixo do limite mínimo do intervalo de valores para fêmeas, referido para águas

Atlânticas. Para os machos, a diminuição não faz sair L_∞ do referido intervalo. A mesma transformação provoca também o incremento sensível nos valores de K para ambos os sexos, para fora dos limites referidos, nomeadamente para 0,35 para as fêmeas e 0,37 para os machos.

2.1.3.3. Taxa de Crescimento em Comprimento e em Peso

A partir dos valores do comprimento médio a cada idade, apresentados na tabela 2.1.5, obtiveram-se os valores de taxa de crescimento expostos na tabela 2.1.10.

Tabela 2.1.10 - Taxa de crescimento em comprimento para fêmeas e machos de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Intervalo de Tempo	**Taxa de Crescimento em Comprimento (% por ano)**	
(anos)	fêmeas	machos
0-1	37,18	53,04
1-2	25,29	29,22
2-3	16,27	18,18
3-4	13,61	12,16
4-5	11,30	10,25
5-6	5,52	6,82
6-7	6,77	3,32
7-8	5,89	8,65
8-9	3,23	-2,00
9-10	4,16	8,46
10-11	8,55	-1,80

A variação da taxa relativa de crescimento em função da idade de *L. boscii* pode ser mais facilmente apreendida por observação da figura 2.1.4. Aí é possível identificar três períodos de crescimento, de acordo com a respectiva taxa de crescimento. Assim, esta diminui bastante até ao terceiro ano de vida e diminui ainda, mas com menor declive, do terceiro ao sexto ano. Depois do sexto ano de idade, a taxa de crescimento apresenta-se bastante reduzida. É notável a superior taxa de crescimento dos machos nos primeiros anos de vida. Saliente-se ainda a maior dispersão nos valores de taxa de crescimento calculados para os machos em idade mais avançada. Tal facto deve-se à baixa proporção destes indivíduos nas amostragens, conduzindo a valores médios com maior erro associado.

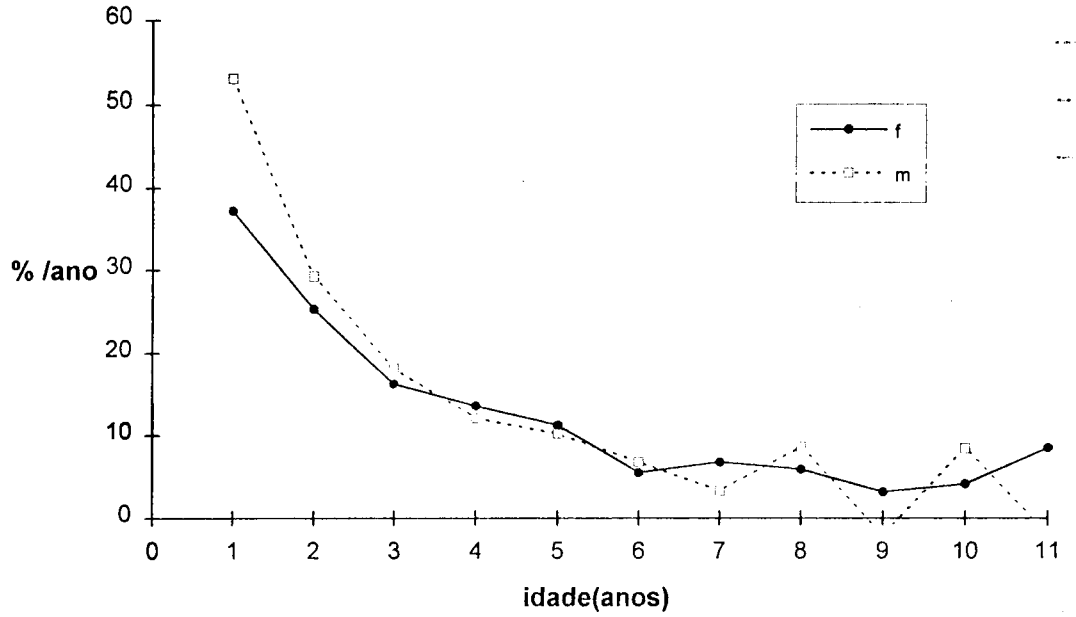


Figura 2.1.4 - Variação da taxa de crescimento em comprimento para fêmeas (f) e machos (m) de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

A partir dos valores do peso médio a cada idade apresentados na tabela 2.1.7, obtiveram-se os valores de taxa de crescimento expostos na tabela 2.1.11.

Tabela 2.1.11 - Taxa de crescimento em peso para fêmeas e machos de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Intervalo de Tempo	**Taxa de Crescimento em Peso (% por ano)**	
(anos)	fêmeas	machos
1-2	80,76	73,46
2-3	59,72	47,84
3-4	59,90	44,22
4-5	26,26	37,71
5-6	28,77	27,12
6-7	24,95	10,00
7-8	27,74	-14,72
8-9	-26,83	--

A taxa de crescimento em peso, tal como acontece com a taxa de crescimento em comprimento, apresenta-se afectada pela baixa frequência observada, de indivíduos em idade avançada. Assim, as oscilações verificadas no peso e comprimento médios nas idades mais avançadas conduz a valores negativos das taxas de crescimento. Tal facto não é relevante pois o conhecimento da evolução das taxas de crescimento é mais importante nas classes de idade mais jovens, precisamente as que se encontram em exploração pela actividade piscatória.

2.1.3.4. Relação Peso-Comprimento

As seguintes relações peso-comprimento foram obtidas, considerando os indivíduos de cada sexo, sem atender a variações sazonais (peso em g e comprimento em cm):

$$\text{fêmeas} \rightarrow W = 0{,}0031.L^{3{,}299} \;;(n=1494;\ r^2=0{,}98;\ p<0{,}01)$$

$$\text{machos} \rightarrow W = 0{,}0055.L^{3{,}080} \;;(n=1510;\ r^2=0{,}98;\ p<0{,}01)$$

em que W é o peso total (g) e L o comprimento total (cm). Na figura 2.1.5 constam os valores observados e as curvas ajustadas.

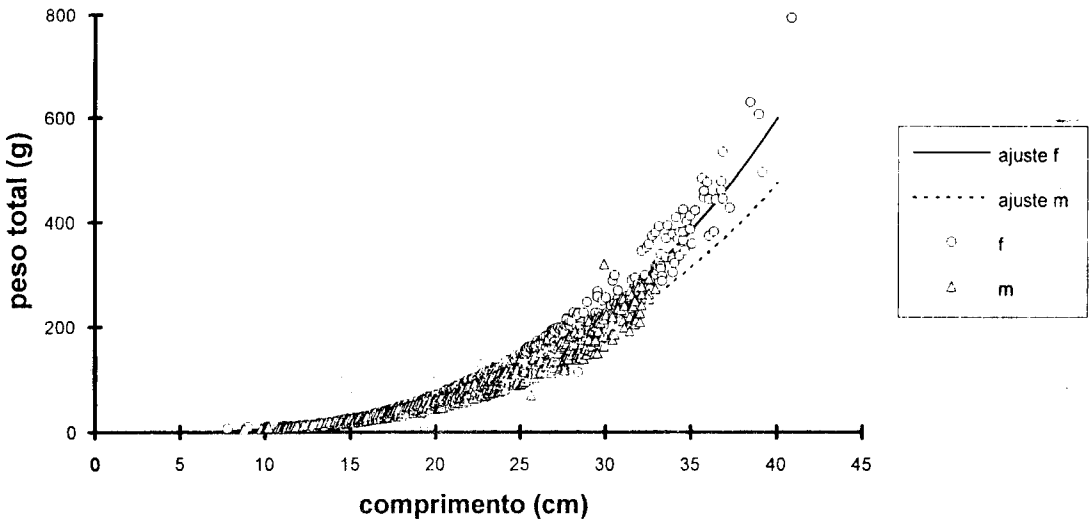


Figura 2.1.5 - Relações peso-comprimento e valores observados de comprimento e peso, para fêmeas (f) e machos (m) de *L. boscii* amostrados na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Testada a forma logaritmizada da equação, por um teste ANCOVA, verificamos que, para um nível de significância de 95%, existe significativa heterogeneidade no declive das duas relações ($F=112{,}2;\nu_1=1;\ \nu_2=3001;\ p>0.05$). Considerando o peso eviscerado (WE) obtivemos relações semelhantes às antes

obtidas com o peso total e, tal como para elas, com declive significativamente diferente no ajuste linear para os dados de cada sexo (peso em g e comprimento em cm):

fêmeas $\rightarrow WE = 0{,}0025.L^{3{,}240}$;(n=1494; r^2=0,94; p<0,01)

machos $\rightarrow WE = 0{,}0045.L^{3{,}030}$;(n=1510; r^2=0,98; p<0,01)

Comparando os resultados por nós obtidos com os disponíveis na bibliografia (tabela 2.1.12), verificamos existir uma concordância que seria de esperar. Com efeito, esta é das relações biológicas cujos dados observados mostram ser mais fielmente descritos pelo modelo matemático a eles ajustado.

Tabela 2.1.12 - Parâmetros da relação peso-comprimento para *L. boscii*, obtidos por vários autores (peso em g e comprimento em cm).

Área	a	b	Sexo	Referências
costa de Portugal	0,0031	3,299	fêmeas	este trabalho
	0,0055	3,080	machos	
costa N de Portugal	0,0025	3,359	fêmeas	SANTOS (1990)
	0,0045	3,156	machos	
costa de Portugal	0,0020	3,250	fêmeas	CASTILHO *et al.*(1993)
	0,0040	3,110	machos	
Mediterrâneo	0,0050	3,150	fêmeas	DWIVEDI (1964)
	0,0034	3,280	machos	
Costa da Galiza	$4x10^{-5}$	3,120	fêmeas	FUERTES (1978)
	$6x10^{-5}$	3,030	machos	
Adriático	0,0032	3,260	fêmeas	BELLO e RIZZI (1987)
	0,0034	3,240	machos	
Mar Tirreno	0,0040	3,260	fêmeas	MANNINI *et al.*(1990)
	0,0090	3,020	machos	
Cantábrico	0,0068	3,005	fêmeas	ALPERI (1990)
	0,0039	3,180	machos	

Exceptuando os resultados de DWIVEDI (1964) e de ALPERI (1990), obtidos com amostras muito reduzidas e, por isso, mais sujeitas a variabilidade natural ou a erros de amostragem, todas as outras relações apresentam expoente superior para as fêmeas e factor superior nos machos, traduzindo-se globalmente em maior peso para as fêmeas, para igual comprimento, comparativamente aos machos.

2.1.3.5. Crescimento em Peso

Conjugando as equações de crescimento em comprimento com as equações que reflectem a relação peso-comprimento, obtemos as equações de crescimento de von Bertalanffy, em peso. Estas, observáveis na figura 2.1.6, podem ser escritas da seguinte maneira (peso em g e idade em anos):

$$\text{fêmeas} \rightarrow W_t = 767{,}18\ [\,1-e^{-0{,}130\ (t+2{,}174\ )}\,]^{3{,}299}$$

$$\text{machos} \rightarrow\ t = 427{,}45\ [\,1-e^{-0{,}187\ (t+1{,}507\ )}\,]^{3{,}080}$$

As fêmeas são mais pesadas para a mesma idade, a partir do quinto ano, como seria de esperar do resultado anteriormente obtido para o crescimento em comprimento.

O valor determinado para o peso assimptótico das fêmeas, 767,2 g, foi ultrapassado pelos valores detectados nas amostras. Nestas, o peso máximo verificado para as fêmeas foi 818g. No que respeita aos machos, o peso assimptótico determinado, 427,4 g, é muito semelhante ao valor máximo detectado nas amostras, 424,9g.

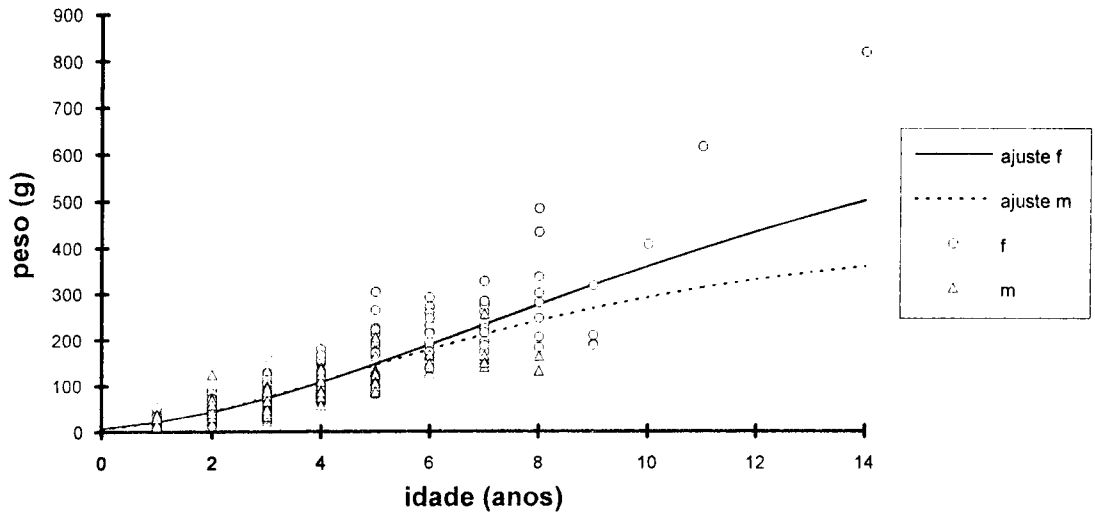


Figura 2.1.6 - Curvas de crescimento em peso de von Bertalanffy e valores observados de idade e peso, para fêmeas (f) e machos (m) de *L. boscii* amostrados na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

2.1.3.6. Equação de Crescimento de Gompertz

Foram obtidos os seguintes resultados, visualizados na figura 2.1.7 (peso em g e idade em anos):

$$\text{fêmeas} \rightarrow W_t = 23{,}40 \ .e^{4{,}786\ [\ 1-e^{-0{,}094t}\ ]}$$

$$(n=275;\ R^2=0{,}82;\ P<0{,}05)$$

$$\text{machos} \rightarrow W_t = 10{,}51 \ .e^{3{,}191\ [\ 1-e^{-0{,}282t}\ ]}$$

$$(n=308;\ R^2=0{,}75;\ P<0{,}05)$$

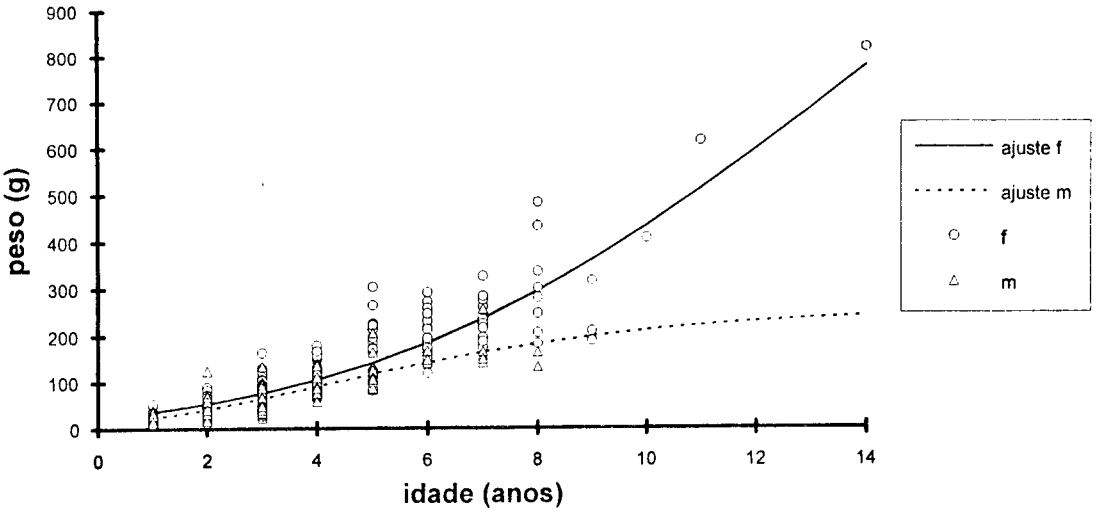


Figura 2.1.7 - Curvas de crescimento de Gompertz e valores observados de peso e idade, para fêmeas (f) e machos (m) de *L. boscii* amostrados na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Comparando as curvas obtidas com os dados que levaram ao seu cálculo, revela-se um certo desajuste. Para as fêmeas, obtém-se uma curva de crescimento não sigmóide, revelando a sensibilidade do método de ajuste de Gompertz aos poucos pontos situados na parte correspondente às fêmeas maiores, que apresentam elevado peso. Comparativamente, as curvas de crescimento em peso obtidas a partir da conjugação da equação de crescimento em comprimento de von Bertalanffy com a relação peso-comprimento, são sigmóides para ambos os sexos. Nos dois métodos, as curvas obtidas para os machos são bastante semelhantes.

Não é possível comparar os resultados obtidos para a equação de Gompertz com quaisquer outros, uma vez que nenhum dos autores que publicou dados sobre *L. boscii* calculou esta equação. Apresentamo-la para eventual comparação com trabalhos futuros.

Em termos de caracterização geral do crescimento de *L. boscii* na costa portuguesa, podemos então dizer que:

- o crescimento desta espécie se apresenta mais rápido para as fêmeas que para os machos;

- as fêmeas apresentam, para cada idade, comprimento e peso superiores aos dos machos;

- as taxas de crescimento são mais elevadas até ao 3º ano de vida, abrandando daí em diante;

- as equações de crescimento em comprimento apresentam um padrão geral semelhante ao anteriormente determinado para outras zonas;

-as equações de von Bertalanffy, corrigidas pelo método de Lopez Veiga, não deverão ser utilizadas;

-a equação de crescimento de Gompertz não conduz a resultados tão satisfatórios como a equação de crescimento em peso de von Bertalanffy.

Podemos ainda analisar as tendências manifestadas nos parâmetros de crescimento para cada área. É óbvia a diferença entre os valores do comprimento máximo obtidos para o Mediterrâneo e para o Atlântico, sendo inferiores naquele. Por seu lado, no Atlântico, o valor de L_∞ apresenta valores muito semelhantes desde Portugal até à Irlanda. Por outro lado, é aqui também evidente uma gradação de valores da constante de crescimento, com valores menores no Norte (Mar Céltico) e maiores no Sul (Cantábrico e águas Portuguesas). Estas diferenças estarão relacionadas com factores ambientais relacionados com a latitude e a área em questão, nomeadamente a temperatura da água e as correntes.

2.2. DIMENSÕES E PESO DOS OTÓLITOS E SUA RELAÇÃO COM O PESO E AS DIMENSÕES CORPORAIS

2.2.1. INTRODUÇÃO

Os otólitos são estruturas cristalinas localizadas no ouvido interno dos peixes. Constituídos essencialmente por carbonato de cálcio na forma de aragonite, depositado numa matriz orgânica, eles são os componentes mecânicos da transdução do som no mecanismo da audição dos peixes (GAULDIE & NELSON, 1990) e exercem uma função essencial no posicionamento tridimensional do indivíduo (WEICHERT, 1970).

A morfologia dos otólitos apresenta uma certa variabilidade individual. No entanto, apesar dessa variabilidade individual, os traços principais da morfologia, próprios de cada espécie (BORI, 1986; JOBLING & BREYBI, 1986), resultam de controle genético (GAULDIE & NELSON, 1990).

Os otólitos *sagittae* são os mais usados na determinação da idade por serem os maiores, com excepção de alguns peixes, nos quais os *asterisci* são os mais desenvolvidos. Contudo, estes últimos são formados mais tardiamente que os outros sendo, por isso, menos usados na interpretação da idade (SECOR *et al.*, 1992).

À medida que o tempo decorre, o peso e as dimensões dos otólitos vão aumentando. Verificou-se já o facto de estas estruturas continuarem a crescer, mesmo em períodos de prolongada privação de alimento ou de *stress* (JONES, 1992). Por outro lado, a parte cristalina do otólito, após deposição, torna-se metabólicamente inerte, retendo informação, de um modo indirecto, acerca das condições fisiológicas momentâneas que determinaram a deposição (GAULDIE & NELSON, 1990). Estes factos motivam a preferência, por parte de um grande número de investigadores, pelo uso de otólitos na interpretação da idade. Com efeito, a fiabilidade da sua interpretação, em relação à das escamas, é então maior, uma

vez que estas podem sofrer reabsorção de material na periferia (BILTON & JENKENSON, 1968; JONES, 1992).

A relação entre as dimensões ou o peso dos otólitos e o comprimento ou o peso dos peixes, têm sido objecto de estudo para várias espécies. Nestas, verifica-se uma correlação positiva e significativa na maioria das relações estudadas (FROST & LOWRY, 1981; GJØSAETER *et al.*, 1984; JOBLING & BREYBI, 1986; ECHEVERRIA, 1987; GAMBOA, 1991; BECKMAN *et al.*, 1991; CAMPANA & JONES, 1992). Estas relações revelam-se de forma linear ou de forma exponencial podendo, em casos raros, apresentar um ponto de viragem. A relação será então descrita por dois modelos diferentes.

A existência de relação entre as dimensões do corpo e as dos otólitos permite-nos construir equações, com as quais é possível efectuar o cálculo do comprimento ou do peso de um indivíduo, a partir das dimensões ou do peso de determinado otólito.

Como a morfologia dos otólitos é própria da espécie, esta pode ser identificada a partir daqueles, tendo sido elaboradas várias chaves de identificação com base nessa morfologia (MORROW, 1979, *in* JOBLING & BREYBI, 1986; HARKONEN, 1988). Os otólitos podem então ser usados para a identificação das espécies presa de predadores piscívoros e para o estudo quantitativo da alimentação desses predadores. É assim possível estimar a biomassa ingerida por determinado predador ou as dimensões das presas cujos restos, ou apenas os otólitos, são identificados no conteúdo gástrico de predadores, tais como cnidários (PURCELL, 1984), moluscos (CASTRO & GUERRA, 1990), aves (LUMSDEN & HADDOW, 1946) ou mamíferos (FITCH & BROWNELL, 1968; SILVA & NEILSON, 1985).

O comprimento ou o peso dos otólitos está também correlacionado com a idade. Assim, o comprimento ou peso dos otólitos pode ser usado na avaliação da idade, evitando uma morosa interpretação dos anéis de crescimento e podendo evitar a prévia e também morosa preparação dos otólitos para a observação

(BOEHLERT, 1985; MUGVILLANUEVA & GALLUCCI, 1994; SANTOS, 1994a). Contudo, não podemos aceitar sem reservas este método, uma vez que o crescimento dos otólitos não é, para algumas espécies, tão regular que tal permita. Assim, foi detectado que, para o mesmo comprimento, peixes com mais idade possuem otólitos maiores (TEMPLEMAN & SQUIRES, 1956; REZNICK *et al.*, 1989; SECOR & DEAN, 1989), levando BECKMAN *et al.*(1990) a sugerir o uso do peso dos otólitos em vez do seu comprimento, para a avaliação da idade. Por outro lado, DEGENS *et al.* (1969) evidenciou, nas estruturas calcificadas dos vertebrados e invertebrados, incluindo os otólitos dos teleósteos, uma maior mineralização nos indivíduos mais idosos, conduzindo a um peso relativo maior dessas estruturas em indivíduos mais velhos. Esta é outra causa que pode dificultar o estabelecimento de relações entre a idade e as dimensões ou peso dos otólitos.

Um outro aspecto com bastante actualidade na gestão dos recursos prende-se com a diferenciação de unidades de população e com a origem geográfica dos indivíduos. As relações entre as características dos otólitos e as do corpo dos indivíduos têm sido também utilizadas para este efeito (DAWSON, 1986; LEVI *et al.*, 1994).

Estudo dos Otólitos de *L. boscii*

Para esta espécie, temos conhecimento de trabalhos referentes à descrição da morfologia dos otolitos. Assim, ECHEVERRIA, (1926), descreve sucintamente os otólitos *sagitta* e CHAINE & DUVERGIER (1934), procedem a uma descrição exaustiva da morfologia externa dos otólitos *sagitta*. Por sua vez, HÄRKÖNEN (1986) inclui *L. boscii* na sua chave para identificação de espécies a partir dos otólitos *sagitta* . Já

o trabalho de SCHMIDT (1968), que descreve a morfologia dos otólitos de muitos peixes marinhos, não inclui *L. boscii* mas *L. whiffiagonis*.

Com o trabalho apresentado neste capítulo, pretendemos esclarecer algumas das relações existentes entre as características dos otólitos e as do corpo dos e a idade dos indivíduos. Dá-se também relevo à utilidade práctica destas relações, na determinação das dimensões corporais, idade e origem dos indivíduos, a partir das características dos otólitos.

2.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Dimensões e Peso dos Otólitos e sua Relação com o Corpo do Peixe

Foram observados 195 indivíduos (110 machos e 95 fêmeas), determinando-se o respectivo sexo, comprimento total, peso total e peso eviscerado e recolhidos os otólitos *sagittae*. Estes, depois de limpos, foram armazenados a seco em pequenos tubos plásticos. Para cada peixe, ambos os otólitos (esquerdo e direito) foram secos em estufa, durante uma hora, a 60 °C e arrefecidos em excicador. Só então se determinou, para cada otólito, o peso com microbalança electrónica CAHN-25 (0,01 mg) e o comprimento, a largura e também a espessura, com uma craveira de precisão (0,005 cm). Determinaram-se, para os modelos linear e exponencial, as equações matemáticas que descrevem as relações entre as dimensões e peso dos otólitos entre si e com o comprimento, a idade e o peso total dos respectivos indivíduos, pelo método dos mínimos quadrados. Fez-se a análise, quer com os sexos separados quer juntando-os. Para evitar possíveis variações sazonais que interferissem com a relação, usaram-

se indivíduos provenientes de amostragens efectuadas entre Fevereiro e Abril de 1992.

Utilizando a relação linear entre o peso dos otólitos e o comprimento dos indivíduos, foi efectuada uma comparação entre duas amostras de otólitos, uma proveniente de Matosinhos, no Norte do país, e outra proveniente do Sul, recolhida entre Vila Real de Stº António e Sagres. As datas de colheita foram, respectivamente, 18 de Novembro de 1990 (n=35) e 7 de Novembro de 1990 (n=35). Como método estatístico de comparação, usou-se a análise ANCOVA (SCHERRER, 1984).

2.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.3.1. Dimensões e Peso dos Otólitos e sua Relação com o Corpo do Peixe

Os otólitos *sagitta* de *L. boscii* são assimétricos e apresentam diferenças morfológicas distintas entre o otólito esquerdo e o direito, como podemos verificar na figura 2.2.1.

Em relação às dimensões dos otólitos, resulta da observação da representação gráfica dos pares ordenados obtidos (figuras 2.2.3 e 2.2.4) que, para os limites de tamanho para os quais se efectuaram as observações, isto é, dos 10 aos 39 cm, não existe um ponto de clivagem. Os pontos encontram-se distribuídos de uma maneira irregular mas ao longo de um único eixo de simetria. Como tal, não há necessidade de descrever cada relação por mais de uma equação.

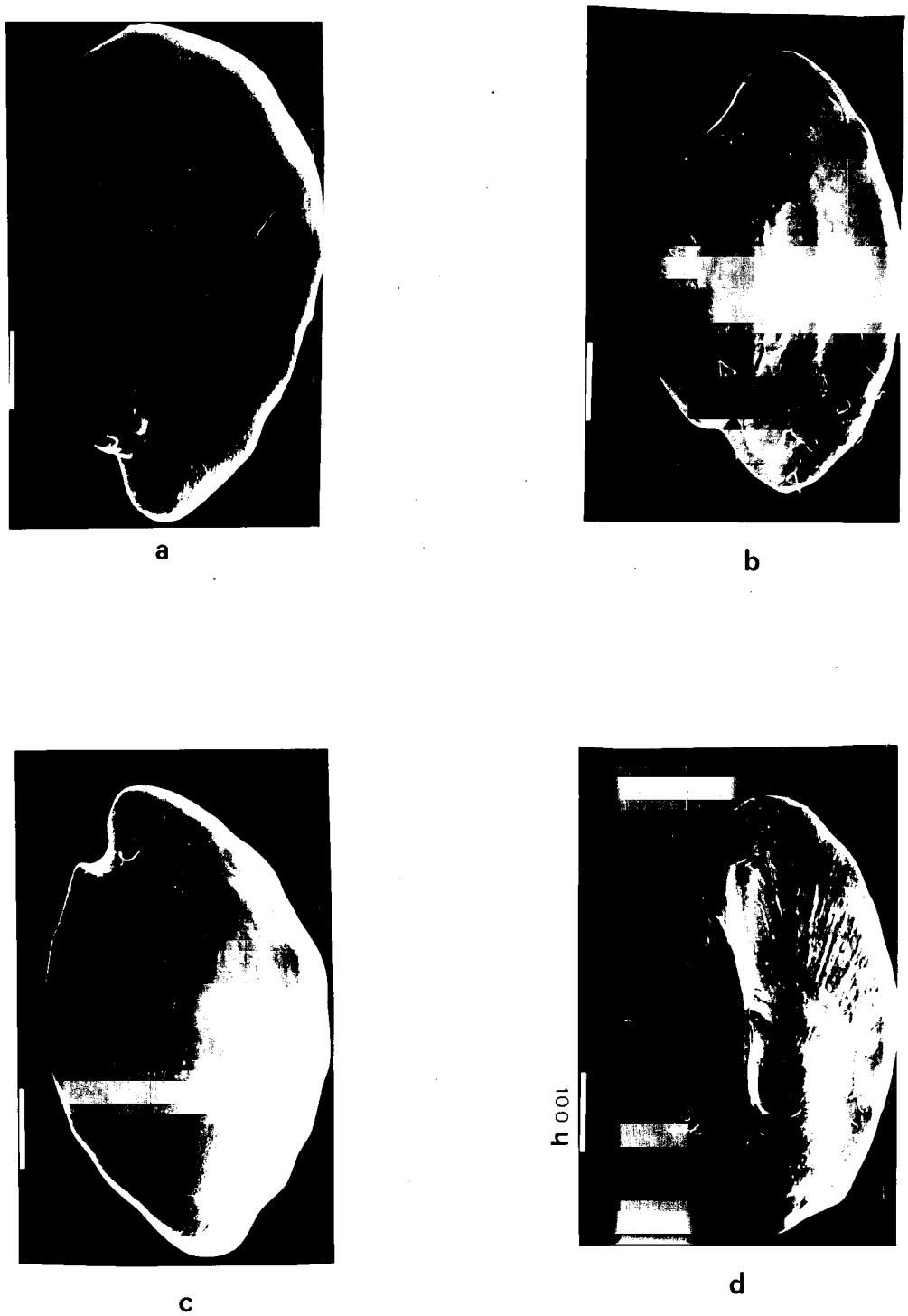


Figura 2.2.1 - Otólitos *sagitta* de *L. boscii*, fotografados ao microscópio electrónico de varrimento: a) otólito esquerdo, face externa; b) otólito esquerdo, face interna; c) otólito direito, face interna; d) otólito direito, face externa.

O crescimento dos otólitos *sagitta* de *L. boscii* não se processa de uma forma proporcional, ou seja, é alométrico, como se pode verificar na figura 2.2.2, onde se relaciona o seu comprimento e peso, para ambos os otólitos (esquerdo e direito) do par *sagitta*.

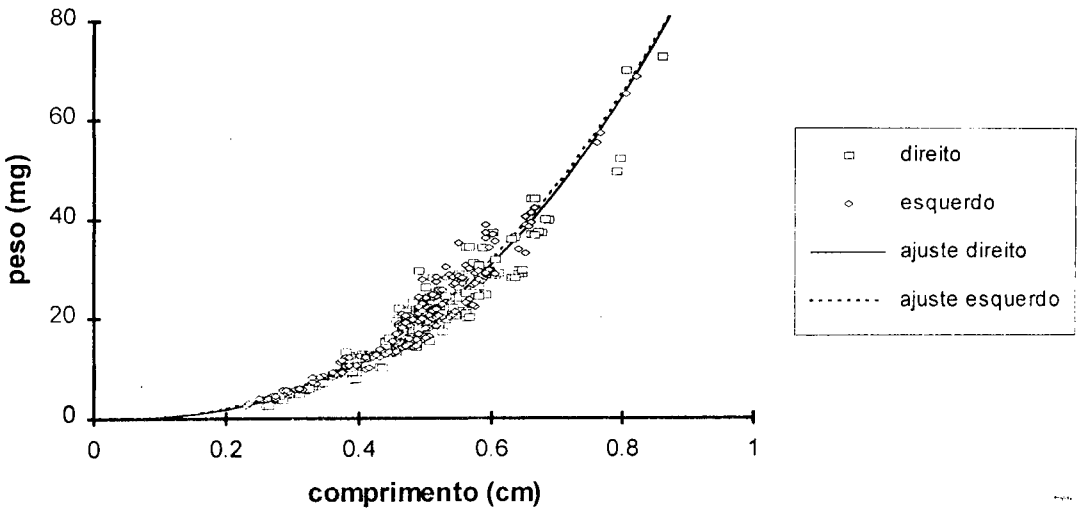


Figura 2.2.2 - Relação entre o comprimento e o peso dos otólitos (*sagitta* direito e esquerdo) de *L. boscii* capturado na costa portuguesa.

Verifica-se, assim, em *L. boscii,* o mesmo processo que em muitas outras espécies de peixes (DEGENS *et al.*, 1969) ou moluscos (GUERRA & SANCHEZ, 1985).

O crescimento dos otólitos, medido pela relação entre o seu comprimento e o seu peso, apresenta-se significativamente diferente entre os sexos, como indica a análise de covariância ANCOVA ($F=75,4$; $\nu_1 =1$; $\nu_2 =191$; $p>0,05$). Contudo, na análise dos otólitos, muitas vezes não se conhece o sexo do indivíduo ao qual o otólito pertencia. Por este motivo, procedemos à análise da relação entre o seu comprimento e o seu peso, juntando os sexos.

Assim, se considerarmos os sexos em conjunto, à medida que aumenta o comprimento do otólito, quer seja o esquerdo quer seja o direito, o seu peso

aumenta de uma forma nitidamente exponencial (figura 2.2.2), podendo ser descrito pelas equações seguintes:

$$WOD = 98{,}718 \times LOD^{2{,}325} \; ; \; n = 195 \; ; \; R^2 = 0{,}917 \; ; \; p<0{,}01$$

$$WOE = 110{,}954 \times LOE^{2{,}434} \; ; \; n = 195 \; ; \; R^2 = 0{,}943 \; ; \; p<0{,}01$$

em que WOD é o peso do otólito direito, WOE o peso do otólito esquerdo, LOD o comprimento do otólito direito e LOE o comprimento do otólito esquerdo.

Podemos ainda verificar que existe um aumento na dispersão dos valores à medida que aumenta o comprimento dos indivíduos. Esta dispersãocorresponde, provavelmente, à variabilidade individual causada por diferentes ritmos de crescimento e à diferente mineralização dos otólitos.

Verifica-se em *L. boscii*, uma relação altamente significativa entre o comprimento e o peso corporal e o peso e dimensões do otólito *sagitta*. As equações que descrevem as relações entre o peso e comprimento dos indivíduos, como variáveis dependentes, e o peso, espessura, largura e comprimento dos otólitos, como variáveis independentes são indicadas nas tabelas 2.2.1 e 2.2.2, respectivamente para o modelo linear e para o modelo exponencial. Nas equações apresentadas diferenciam-se as relações com o otólito esquerdo e com o direito, facilmente identificáveis, mas juntam-se fêmeas e machos.

Tabela 2.2.1 - Equações das relações lineares entre o peso, em mg, e as dimensões, em cm, dos otólitos *sagitta* e o peso, em g, e o comprimento, em cm, de *L. boscii*: L= comprimento total do peixe, W= peso total do peixe, LE= comprimento do otólito esquerdo, LD= comprimento do otólito direito, WE= peso do otólito esquerdo, WD= peso do otólito direito, LAD= largura do otólito direito, LAE= largura do otólito esquerdo, HD= espessura do otólito direito, HE= espessura do otólito esquerdo, n= número de indivíduos, R^2= coeficiente de determinação.

Equações	Significância
L= 43,496 . LD - 1,236	p<0,05 ; n= 195 ; R2= 0,892
L= 44,084 . LE - 0,967	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,893
L= 0,432 . WD + 11,311	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,969
L= 0,430 . WE + 11,466	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,861
L= 183,360 . HD + 3,752	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,585
L= 205,14 . HE - 0,601	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,706
L= 64,345 LAD - 2,648	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,846
L= 71,514 LAE - 4,241	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,863
W= 498,530 . LD - 167,70	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,729
W= 492,290 . LE - 158,50	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,693
W= 5,329 . WE - 30,010	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,824
W= 5,340 . WD - 31,630	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,827
W= 2417,10 . HD - 138,20	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,633
W= 2298,80 . HE - 155,20	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,552
W= 734,720 LAD - 183,00	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,686
W= 797,810 LAE - 194,80	p<0,05 ; n= 195 ; R^2= 0,668

Tabela 2.2.2 - Equações das relações exponenciais entre o peso, em mg, e as dimensões, em cm, dos otólitos *sagitta* e o peso, em g, e o comprimento, em cm, de *L. boscii*: L= comprimento total do peixe, W= peso total do peixe, LE= comprimento do otólito esquerdo, LD= comprimento do otólito direito, WE= peso do otólito esquerdo, WD= peso do otólito direito, LAD= largura do otólito direito, LAE= largura do otólito esquerdo, HD= espessura do otólito direito, HE= espessura do otólito esquerdo, n= número de indivíduos, R^2= coeficiente de determinação.

Equações	Significância
$L= 42{,}769 \cdot LD^{1{,}064}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}894$
$L= 43{,}762 \cdot LE^{1{,}057}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}894$
$L= 5{,}842 \cdot WD^{0{,}423}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}908$
$L= 5{,}978 \cdot WE^{0{,}417}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}906$
$L= 142{,}738 \cdot HD^{0{,}809}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}595$
$L= 203{,}794 \cdot HE^{1{,}010}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0706,$
$L= 64{,}049 \cdot LAD^{1{,}117}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; R2= 0,844
$L= 74{,}609 \cdot LAE^{1{,}221}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; R2= 0,863
$W= 689{,}679 \cdot LD^{3{,}336}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}837$
$W= 764{,}688 \cdot LE^{3{,}336}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}809$
$W= 1{,}021 \cdot WD^{1{,}408}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}849$
$W= 1{,}057 \cdot WE^{1{,}402}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}846$
$W= 19495{,}38 \cdot HD^{2{,}326}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}647$
$W= 85925{,}79 \cdot HE^{3{,}124}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}595$
$W= 1639{,}995 \cdot LAD^{3{,}051}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}758$
$W= 3238{,}256 \cdot LADE^{3{,}613}$	$p<0{,}05$; n= 195 ; $R^2= 0{,}771$

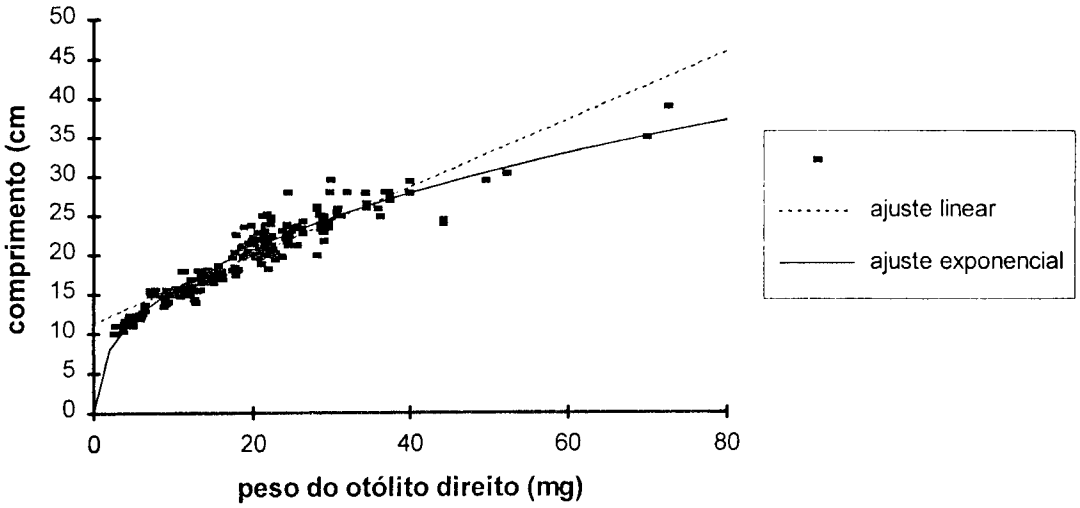


Figura 2.2.3 - Valores observados e relações linear e exponencial entre o comprimento total dos indivíduos e o peso do otólito (*sagitta* direito) de *L. boscii* capturado nas águas portuguesas.

Das relações cuja variável dependente é o comprimento do peixe, as que apresentam melhor R^2 são as que permitem calcular o comprimento do peixe a partir do peso de qualquer dos otólitos (figura 2.2.3). Também as relações entre o comprimento do peixe e o comprimento do otólito apresentam valor elevado de R^2, se bem que inferior às anteriores (figura 2.2.4).

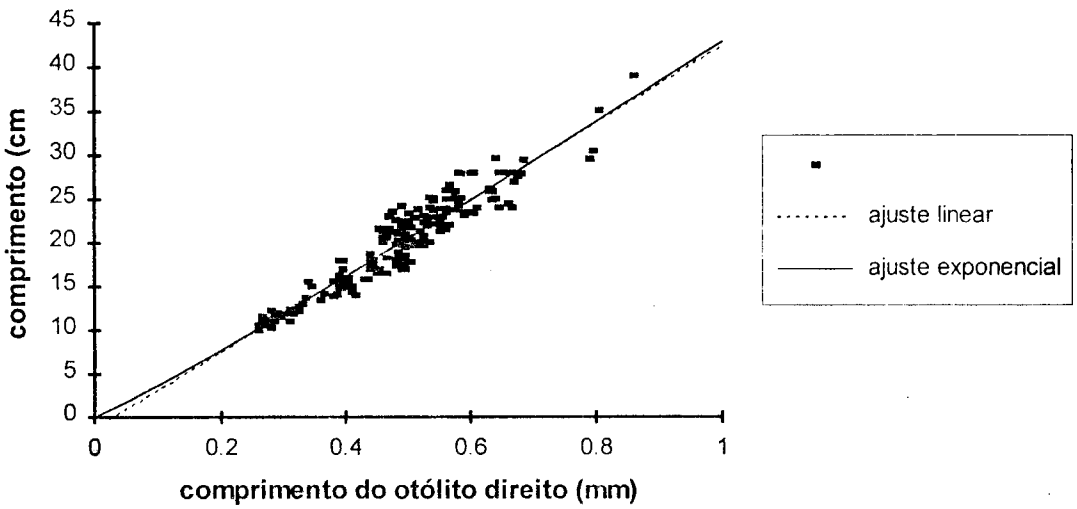


Figura 2.2.4 - Valores observados e relações linear e exponencial entre o comprimento total dos indivíduos e o comprimento do otólito (*sagitta* direito) de *L. boscii* capturado em águas portuguesas.

A comparação dos resultados obtidos com as expressões linear ($y=b.x+a$) e exponencial ($y=a.x^b$), indica resultados pouco diferentes, apresentando valores muito semelhantes de R^2.

Das relações entre o peso do peixe e as variáveis descritivas dos otólitos, apresentam igualmente maior R^2 aquelas cuja variável independente é o peso dos otólitos (figura 2.2.5), sendo seguidas daquelas cuja variável independente é o comprimento do otólito (figura 2.2.6). Nestes casos, a forma exponencial apresenta um valor de R^2 ligeiramente superior, o que, aliado à disposição da nuvem de pontos, nos leva a optar por ela.

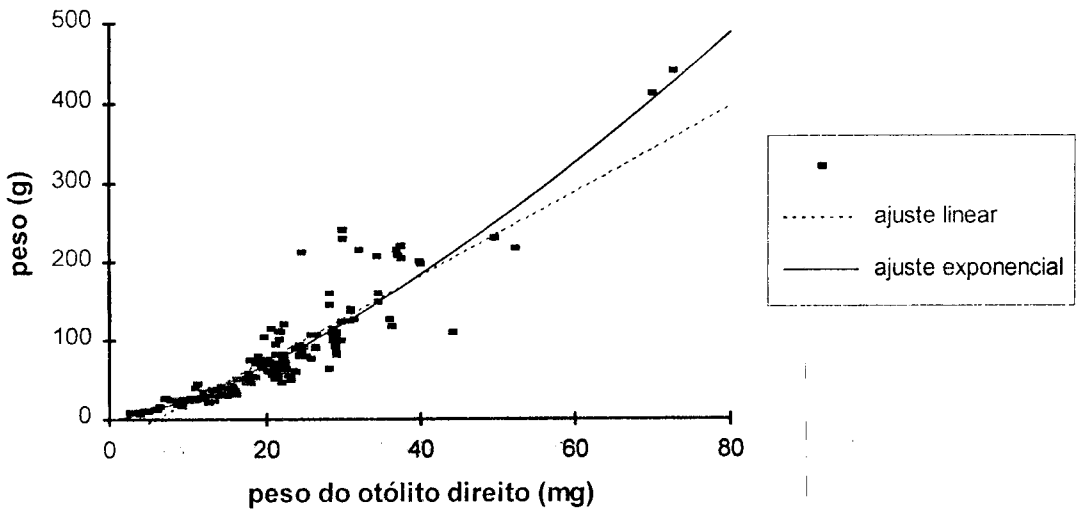


Figura 2.2.5 - Valores observados e relações linear e exponencial entre o peso total dos indivíduos e o peso do otólito (*sagitta* direito) de *L. boscii* capturado em águas portuguesas.

Existem diferenças significativas para estas relações, entre machos e fêmeas, reveladas pela análise ANCOVA. Contudo, pensamos serem mais importantes as relações aqui apresentadas, sem atender ao sexo, uma vez que, para muitos estudos baseados nos otólitos, não há acesso ao sexo correspondente, como é o caso da análise de conteúdos gástricos dos predadores.

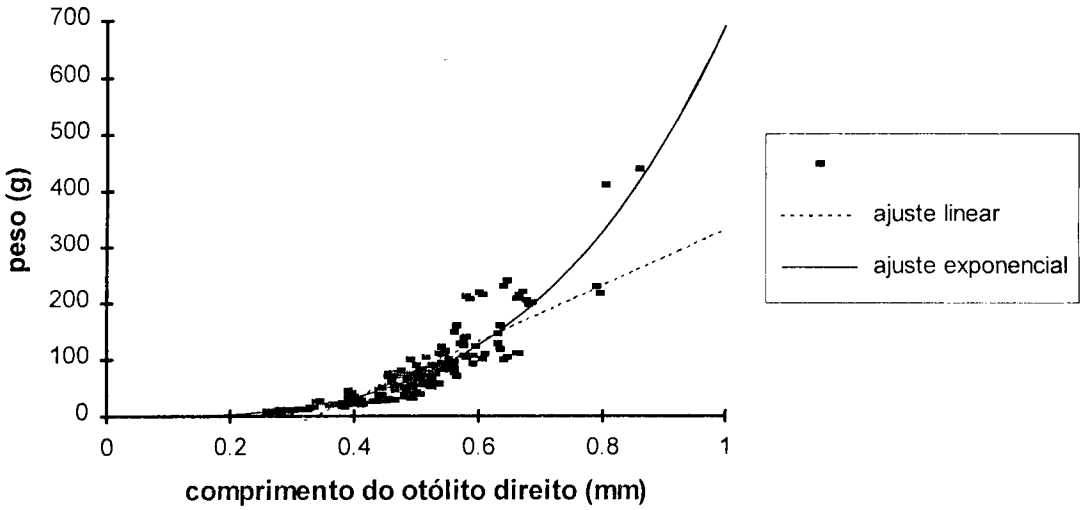


Figura 2.2.6 - Valores observados e relações linear e exponencial entre o peso total dos indivíduos e o comprimento do otólito (*sagitta* direito) de *L. boscii* capturado em águas portuguesas.

2.2.3.2. Dimensões e Peso dos Otólitos e sua Relação com a Idade

Verifica-se, em *L. boscii*, uma relação altamente significativa entre o comprimento e o peso do otólito *sagitta* e a idade, como pode ser observado nas figuras 2.2.7 e 2.2.8. As equações que descrevem essas relações são apresentadas na tabela 2.2.3. assim como as equações que descrevem a relação entre a idade e as outras características determinadas para os otólitos (largura e espessura).

Destas equações, as que apresentam melhor R^2 são as que permitem calcular a idade do peixe a partir do peso de qualquer dos otólitos *sagitta*. As equações que relacionam a idade com o comprimento do otólito apresentam um valor inferior de R^2 e as outras relações apresentam valor ainda inferior de R^2.

Tabela 2.2.3- Relações entre as dimensões, em cm, e o peso, em mg, dos otólitos *sagitta* e a idade em *L. boscii*: I= idade, LD= comprimento do otólito direito, LE= comprimento do otólito esquerdo, WE= peso do otólito esquerdo, WD= peso do otólito direito, LAD= largura do otólito direito, LAE= largura do otólito esquerdo, HD= espessura do otólito direito, HE= espessura do otólito esquerdo, n= número de indivíduos, R^2= coeficiente de determinação.

Equações	Significância
$I = 12{,}777 \cdot LD^{1{,}896}$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}759$
$I = 13{,}575 \cdot LE^{1{,}913}$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}761$
$I = 103{,}523 \cdot HD^{1{,}412}$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}571$
$I = 189{,}143 \cdot HE^{1{,}758}$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}578$
$I = 22{,}032 \cdot LAD^{1{,}806}$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}668$
$I = 32{,}792 \cdot LAE^{2{,}125}$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}729$
$I = 0{,}326 \cdot WD^{0{,}792}$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}808$
$I = 0{,}339 \cdot WE^{0{,}783}$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}803$
$I = 13{,}788 \cdot LD - 3{,}337$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}781$
$I = 13{,}912 \cdot LE - 3{,}221$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}776$
$I = 63{,}194 \cdot HD - 2{,}195$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}598$
$I = 64{,}463 \cdot HE - 3{,}074$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}600$
$I = 20{,}126 \cdot LAD - 3{,}685$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}712$
$I = 22{,}809 \cdot LAE + 4{,}331$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}755$
$I = 0{,}140 \cdot WD + 0{,}583$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}787$
$I = 0{,}140 \cdot WE + 0{,}629$	$p<0{,}05$; n= 195; $R^2= 0{,}782$

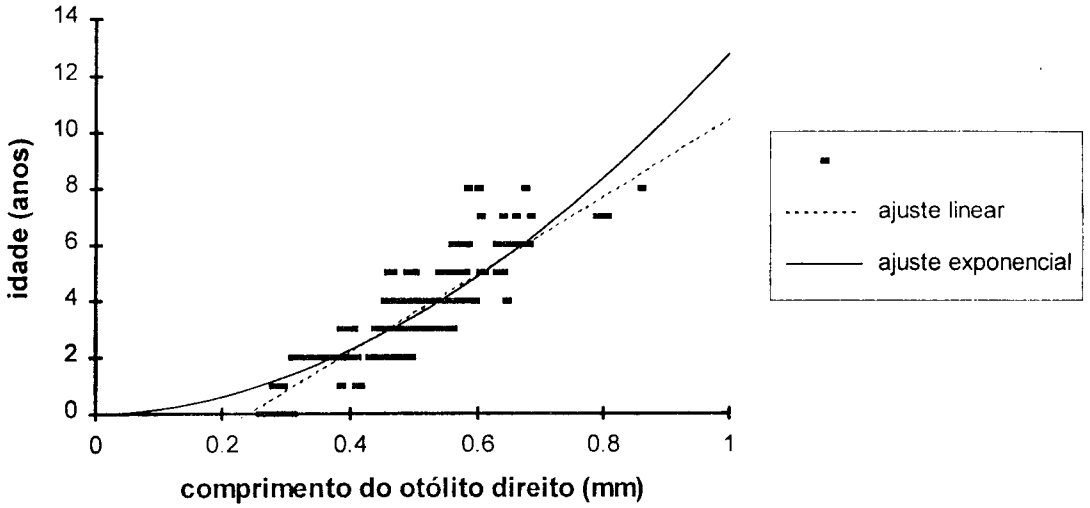


Figura 2.2.7 - Valores observados e relações linear e exponencial entre o comprimento dos otólitos e a idade de *L. boscii* capturado na costa portuguesa.

A relação entre o comprimento dos otólitos e a idade dos indivíduos é melhor descrita por uma função exponencial, do mesmo modo que a relação entre o peso dos otólitos e a idade dos indivíduos.

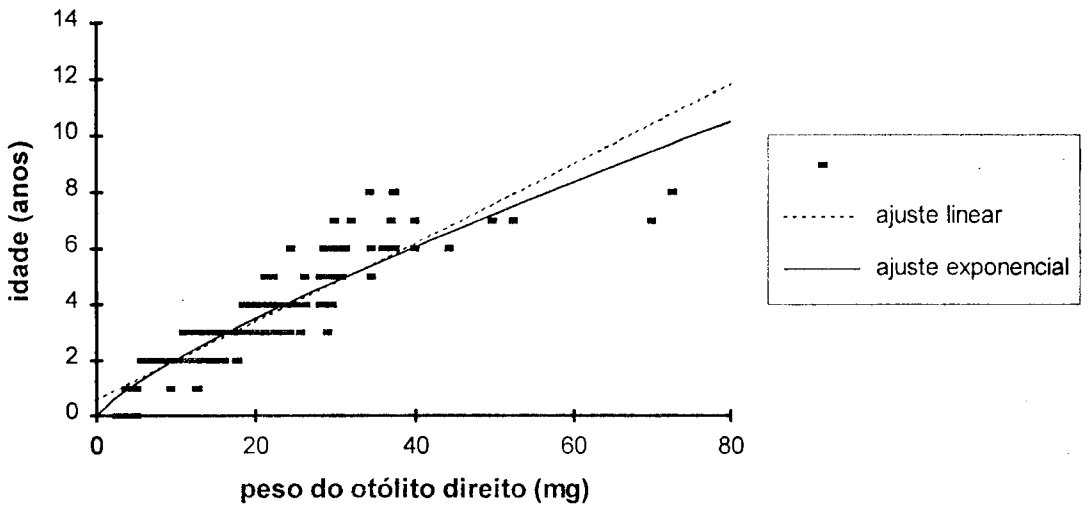


Figura 2.2.8 - Valores observados e relações linear e exponencial entre o peso dos otólitos e a idade de *L. boscii* capturado na costa portuguesa.

É de salientar que a curvatura da equação da idade em função do comprimento dos otólitos é pouco pronunciada. Por sua vez, a curvatura da equação da idade em função do peso dos otólitos é mais pronunciada. Contudo, a baixa frequência de indivíduos de maiores dimensões coloca uma certa incerteza quanto à real curvatura que caracteriza estas relações. O elevado valor de R^2 verificado também para as funções lineares, apenas ligeiramente inferior ao das funções exponenciais, permite usar aquelas equações com igual confiança.

Aplicando a equação para determinar a idade a partir do comprimento dos otólitos a uma amostra de 195 peixes cujo comprimento corporal, as dimensões dos otólitos e a sua idade (por interpretação de marcas periódicas nesses mesmos otólitos) são conhecidos, obtivemos os valores previstos pelo modelo para a idade de cada peixe. Os valores obtidos foram comparados com os observados e o teste *t* de Student não indica diferenças significativas, nem com o modelo linear ($t = 7{,}6 \times 10^{-14}$; $p > 0{,}05$), nem com o modelo exponencial ($t = 0{,}63$; $p > 0{,}05$). De igual modo não existem diferenças significativas entre os valores observados e os calculados com base no peso dos otólitos, quer com o modelo linear ($t = 3{,}1 \times 10^{-14}$; $p > 0{,}05$), quer com o modelo exponencial ($t = 0{,}46$; $p > 0{,}05$).

Os resultados obtidos tornam bastante atractivo o método de interpretação de idade a partir do comprimento ou peso dos otólitos. Devemos referir, contudo, que este método não deverá ser usado para obter a idade de um indivíduo em particular, mas sim de um conjunto de indivíduos. Com efeito, a variabilidade individual torna o método falível, se usado para um pequeno número de indivíduos mas, numa grande amostragem, os desvios anulam-se e os valores médios apresentam-se de uma forma muito semelhante aos obtidos pela interpretação das marcas periódicas dos otólitos. Saliente-se ainda que é precisamente em grandes amostragens que este método suplantará, com vantagem, a morosa interpretação das marcas periódicas dos otólitos.

2.2.3.3. Comparação de Amostras do Norte e do Sul

Relacionando o peso dos otólitos (*sagitta* esquerdo) e o comprimento dos indivíduos de amostras provenientes do Norte e do Sul de Portugal, procurou-se verificar se as diferentes equações lineares obtidas o eram de uma forma significativa. Os resultados obtidos constam da tabela 2.2.4, onde se listam as constantes relativas a cada uma das equações.

Tabela 2.2.4 - Constantes das equações lineares entre o peso (mg) dos otólitos e o comprimento dos indivíduos (cm), para duas amostras de *L. boscii*.

	Matosinhos	**Algarve**
ordenada na origem	13,331	10,543
declive	0,344	0,433
R^2	0,809	0,771
p	<0,05	<0,05
n	35	35

A análise ANCOVA indica que o declive das duas rectas é significativamente diferente ($F = 12{,}505$; $\upsilon 1 = 1$; $\upsilon 2 = 67$; $p > 0{,}05$). Devemos, contudo, considerar este resultado com prudência. Mais amostras deverão ser obtidas e deverá averiguar-se se esta diferença se mantém ou se será derivada da amostragem incluir apenas 35 indivíduos para cada um destas zonas.

O comprimento, o peso e a idade dos indivíduos estão significativamente correlacionados com o peso e o comprimento dos otólitos. Estas relações podem ser utilizadas para determinar a idade de amostras de peixes e o peso ou o comprimento dos indivíduos, com base nos seus otólitos. As relações entre as dimensões dos otólitos e as do corpo podem também ter uma utilidade prática relevante. Conjuntamente com outros factores, elas podem contribuir para o esclarecimento da existência de diferentes unidades de população no interior de uma zona geográfica determinada. No que respeita a *L. boscii* na costa portuguesa este método, ao indicar possíveis diferenças na relação entre o peso dos otólitos e o comprimento dos indivíduos, aponta para a existência de diferentes unidades de população no Norte e no Sul. As diferenças entre as populações de *L. boscii* do Atlântico e do Mediterrâneo foram já salientadas, ao nível dos caracteres merísticos por DWIVEDI (1964) e deverá ser melhor investigado se a zona do Algarve poderá constituir uma zona de transição e a qual das populações ela estará mais ligada.

2.3. MICROESTRUTURA DOS OTÓLITOS

2.3.1. INTRODUÇÃO

A análise da microestrutura dos otólitos é um tema recente na biologia. Com efeito, se bem que a interpretação de marcas anuais em estruturas calcificadas tenha uma longa história, tendo começado com vértebras, em 1759, com escamas em 1888 e otólitos em 1899 (JONES, 1992) foi apenas no início da década de setenta que surgiu o primeiro trabalho recorrendo ao estudo da microestrutura dos otólitos para avaliação da idade e crescimento dos peixes (PANNELLA, 1971)

A análise da microestrutura dos otólitos pode ser ainda usada para calcular a mortalidade natural das larvas e para obter informações sobre a data de eclosão, necessária para cálculos de recrutamento (CRECCO & SAVOY, 1985; SAVOY & CRECCO, 1988). A análise da microestrutura pode ainda permitir a identificação de unidades de população (NEILSON *et al.*, 1985; MOSKNESS. & FOSSUM, 1991; ANÓNIMO, 1994a) e validar a interpretação da idade a partir dos otólitos (BEAMISH & McFARLANE, 1983), como foi já efectuada para outros pleuronectiformes (POWLES, 1966; HASSAGER, 1991).

Nesta parte do trabalho pretendemos validar a existência de microincrementos diários nos otólitos *sagitta* de *L. boscii* e caracterizar a sua microestrutura.

2.3.2. MATERIAL E MÉTODOS

No estudo da microestrutura dos otólitos foram preparadas dezasseis peças, com otólitos pertencentes a indivíduos de várias idades, 0+, 1+, 2+, 3+, 4+ e 8+. No desgaste, polimento, realce, observação e interpretação da microestrutura, foram usados os procedimentos aconselhados por SECOR *et al.* (1992). Os erros de interpretação foram minimizados, seguida a metodologia padronizada por CAMPANA (1992).

Os otólitos foram montados em blocos cilíndricos de resina *epoxy*. Cada bloco, com vários otólitos de tamanho muito semelhante, foi desgastado no plano transversal dos otólitos, até chegar ao centro destes. Para o desgaste dos blocos foram usados discos abrasivos de granularidade decrescente (Waterproof Silicon Carbide paper FEPA). Os blocos foram depois polidos com pasta de alumina (Alumina nº 2 - Buehler) de 0,3μm, em tecido de flanela molhada. Os blocos foram lavados com água destilada e com ultrasons. Posteriormente, a superfície exposta dos otólitos foi submetida à acção de HCL a 1% ou a EDTA a 7% durante períodos de tempo entre 15 segundos e 10 minutos. Após observação dos otólitos, padronizou-se o ataque químico em 30 segundos com HCL a 1%. Após o ataque químico os blocos foram lavados com água bidestilada. O revestimento das superfícies a observar foi efectuado em câmara de pulverização catódica com carbono ou com ouro. A sua observação foi efectuada ao microscópio electrónico de varrimento, num modelo JEOL JSM35C, instalado no Centro de Metalurgia e Ciência dos Materiais da Universidade do Porto. Todas as contagens e medições de incrementos foram efectuadas ao longo do eixo maior do corte transversal, a partir de microfotografias, uma vez que este é o método que está sujeito a menos possibilidade de erros (CAMPANA, 1992).

2.3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

INSTITUTO DE ZOOLOGIA
Dr. Augusto Nobre
BIBLIOTECA

2.3.3.1. Validação

A microestrutura dos otólitos *sagitta* de *L. boscii* pode ser apreciada nas figuras 2.3.1 e 2.3.2, onde se apresentam imagens com várias ampliações, recolhidas ao microscópio electrónico de varrimento.



Figura 2.3.1 - Otólito *sagitta* de *L. boscii* visto ao microscópio electrónico de varrimento (ampliação de 100 vezes). A barra representa 100 μm.

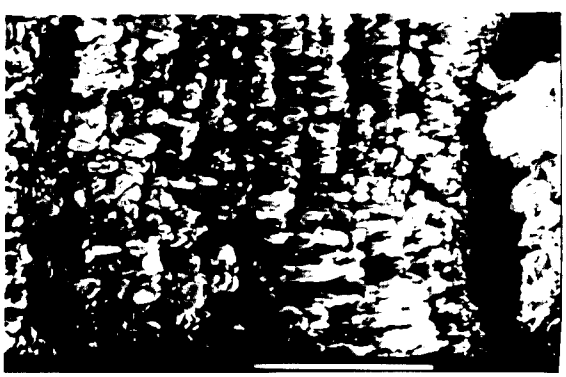


Figura 2.3.2 - Otólito *sagitta* de *L. boscii* visto ao microscópio electrónico de varrimento (ampliação de 2700 vezes). A barra representa 10 μm.

Para os seis indivíduos para os quais se obteve contagem completa, o número observado de é de 360,7±8,2 microincrementos/ano e o intervalo de confiança de 95% é [344,3; 377,1]. Com este resultado podemos afirmar que se encontra validada a hipótese de serem de deposição diária os microincrementos observados.

Na tabela 2.3.1 podemos observar o resultado obtido para cada um dos indivíduos em cujo otólito *sagitta* poi possível enumerar os microincrementos.

Tabela 2.3.1 - Número de microincrementos contados no otólito *sagitta* de vários indivíduos de *L. boscii*.

Comprimento (cm)	**Idade (anos)**	**Número de Incrementos**	**Incrementos por ano**
10,2	1	352	352
11,1	1	358	358
11,6	1	374	374
17,9	2	711	356
18,1	2	743	372
20,3	3	1069	356
Média			360,7
Desvio Padrão			8,2

Este resultado, para além de confirmar a hipótese de deposição diária dos incrementos, reforça a validação da interpretação da idade por meio de *annuli*, efectuada por FUERTES (1977; 1978), pela análise da evolução anual do bordo do otólito.

2.3.3.2. Caracterização dos Microincrementos

Tomando medidas ao longo do eixo maior do corte transversal do otólito, obtiveram-se os seguintes resultados para as dimensões dos microincrementos:

- média: 1,654 μm
- desvio padrão: 0,293
- intervalo de confiança de 95%: [1,081; 2,228]

Comparando os microincrementos de duas zonas diferentes de um otólito correspondente a um indivíduo com oito anos de idade, observaram-se diferenças significativas nas suas dimensões, do primeiro para o último ano ($t=3,47$; $p>0,05$; $n=12$). Os resultados obtidos para o 1º e 8º anos são:

- média: 1º ano 1,875 μm; 8º ano 1,616 μm
- desvio padrão: 1º ano 0,241; 8º ano 0,177
- intervalo de confiança de 95%: 1º ano [1,403; 2,347]; 8º ano [1,269; 1,962]

Confirma-se assim que existem diferenças significativas na deposição dos incrementos diários em *L. boscii*, conforme se trata de um juvenil ou de um adulto, à semelhança do que tem sido descrito para outras espécies (DEGENS *et al.*, 1969).

Os microincrementos encontram-se agrupados em unidades facilmente diferenciáveis. Estes grupos de incrementos, que se sucedem ao longo do otólito, deverão estar relacionados com um fenómeno periódico não identificado. Da medição destas unidades ao longo do eixo maior corte transversal do otólito, resultaram as seguintes dimensões:

- média: 20,435 μm
- desvio padrão: 3,485 μm
- intervalo de confiança de 95%: [13,604; 27,266] μm

Cada um desses grupos apresenta um número variável de microincrementos, mas com pequena variabilidade. Da contagem dos incrementos em cada unidade, resultaram os seguintes valores:

- média: 9,429 incrementos
- desvio padrão: 1,718
- intervalo de confiança de 95%: [6,061; 12,796]

No que respeita à periodicidade na formação de grupos ou unidades de incrementos diários, vários autores têm verificado existirem relações significativas entre diversos factores como a reprodução, a época do ano, os ciclos lunares, as marés, migrações ou alterações ambientais e o padrão de formação dos incrementos nos otólitos de várias espécies de peixes (CAMPANA, 1984; CAMPANA & NEILSON, 1985; CRECCO & SAVOY, 1985; MORALES-NIN & FORTUÑO, 1990). Para *L. boscii*, contudo, nenhum destes factores parece ser determinante, pois nenhum deles se desenvolve com uma periodicidade de cerca de nove dias, ao longo de toda a vida. As interferências dos fenómenos reprodutivos na microestrutura processam-se anualmente, a partir do momento em que o indivíduo atinge a maturação. Do mesmo modo, alterações sazonais não são compatíveis com o ritmo verificado. O ciclo lunar, de cerca de 28 dias e a alternância das marés, em pouco mais de 12 horas, também não se ajustam ao padrão de deposição verificado. Não conhecemos qualquer fenómeno ambiental cuja variação se verifique com o ritmo constatado. Resta, portanto, a possível existência de um relógio interno, desencandeando uma alteração periódica no equilíbrio iónico do líquido endolinfático, provocando assim o aparecimento de uma deposição diferenciada nos materiais constituintes do otólito. Tal deposição poderá ainda estar ligada à arquitectura do otólito, própria de cada espécie.

Apresentou-se a validação da deposição de microincrementos diários nos otólitos *sagitta* de *L. boscii* e caracterizaram-se esses microincrementos. Os resultados aqui apresentados poderão ser utilizados na comparação com amostras de locais diferentes, no sentido de elucidar eventuais variações que permitam individualizar unidades de população com base nas dimensões dos incrementos, à semelhança do que tem sido efectuado para outras espécies (ANÓNIMO, 1994a).

2.4. MORTALIDADE

2.4.1. INTRODUÇÃO

Parâmetro fundamental no estudo da dinâmica das populações, a mortalidade é um factor de decréscimo da sua biomassa. Para um dado intervalo de tempo, a mortalidade que actua numa determinada população provoca a diminuição do seu efectivo devido à acção somada de todas as causas como a predação, as doenças, a senescência e, ainda, a pesca. Para uma melhor caracterização da mortalidade recorre-se ao cálculo infinitesimal. Assim, a taxa instantânea de mortalidade total (Z) será o quociente entre o número de mortos por unidade de tempo e o número de indivíduos nesse momento.

Este parâmetro Z pode subdividir-se nas suas duas componentes, o coeficiente instantâneo de mortalidade natural M e o coeficiente instantâneo de mortalidade devido à pesca, F. O conhecimento dos valores destas variáveis permite o uso de modelos matemáticos descritivos da dinâmica das populações.

Mortalidade Total

Para o cálculo de Z, basta conhecer o número de indivíduos (ou um seu índice de abundância) em dois momentos diferentes, geralmente um ano e, como $Nf/Ni=S=e^{-Z}$, temos $Z=-\ln(Nf/Ni)$ (GULLAND, 1969). Outro método, exposto por RICKER (1975) tem sido largamente usado no estudo das populações de peixes exploradas comercialmente ou de espécies-presa daquelas (FUERTES, 1977; VAN DER VEER *et al.*, 1990). O procedimento consiste na quantificação da proporção, relativa ou absoluta, das várias classes de idade presentes na pescaria de modo

representativo da sua real abundância, isto é, das classes completamente recrutadas à arte, seguindo-se a construção de uma função linear entre o logaritmo natural da abundância e a respectiva idade, extraindo-se Z do declive dessa relação. Se a relação obtida é uma curva, devido a diferente susceptibilidade de diferentes classes de idade à captura, o mesmo autor prevê vários métodos para tornear o problema. Outros métodos para o cálculo de Z podem ser usados, se desconhecemos a estrutura etária da população, nomeadamente os métodos baseados na análise das classes de comprimento (RICKER, 1975).

Mortalidade Natural

Apesar da mortalidade natural ser um parâmetro essencial à grande maioria dos modelos matemáticos que estudam a dinâmica das populações de peixes, o seu cálculo directo é muito difícil de efectuar, como refere VETTER (1988) na revisão que efectuou à literatura relacionada com o tema. Contudo, cedo se verificou que existia correlação entre a mortalidade natural de um determinado *stock* e a sua taxa de crescimento ou outros parâmetros populacionais e essas relações começaram a ser usadas de um modo preditivo, uma vez que estes parâmetros são mais fáceis de calcular do que a mortalidade natural(GUNDERSON, 1980; ROFF, 1984; PASCUAL & IRIBARNE, 1993). O cálculo indirecto de M pode então efectuar-se por meio de modelos empíricos, a partir da longevidade (TAYLOR, 1959; TANAKA, 1960 in PASCUAL & IRIBARNE, 1993; BEVERTON & HOLT, 1961; HOENIG, 1983), a partir da idade de primeira maturação (RIKHTER & EFANOV, 1976; ROFF, 1984), a partir do peso máximo (URSIN, 1967) ou a partir do comprimento máximo e da temperatura da água (PAULY, 1980). As vantagens destes modelos são

essencialmente de dois tipos: primeiro não necessitam de grande quantidade de dados para serem usados e depois podem demonstrar tendências evolutivas interespecíficas (VETTER, 1988). Há ainda outros métodos para o cálculo de M, para além dos acima referidos, que relacionam M com outros parâmetros vitais. Assim, pode efectuar-se o estudo da mortalidade causada pela predação ou ainda pela análise das capturas, podendo estes métodos incluir a marcação e recaptura (VETTER, 1988). O mesmo autor refere ainda que todos os métodos acima referidos apresentam fortes limitações ao seu uso e mostra que a variação de M pode ser importante para diferentes classes de idade, desaconselhando o uso de valores únicos de M nos modelos matemáticos, propondo cálculos ponderados e o uso de intervalos de valores de M.

Mortalidade por Pesca

O cálculo da taxa instantânea de mortalidade por pesca F pode ser efectuado segundo vários métodos. Desde o simples quociente entre a área explorada num intervalo de tempo e a área total disponível ao recurso, até complexas operações de captura, marcação e recaptura, nenhum é considerado totalmente satisfatório. Por este motivo se calcula F a partir de Z e de M, uma vez que Z=M+F (GULLAND, 1969; RICKER, 1975). Também o método da "análise de População virtual" pode conduzir ao cálculo de F, para cada classe de idade.

Mortalidade em *Lepidorhombus boscii*

Para *L. boscii*, com dados recolhidos na costa Noroeste de Espanha, FUERTES (1977), usando o método de RICKER (1975), apresentou um cálculo da taxa instantânea de mortalidade total e usou o método deTAYLOR (1959) para calcular a taxa instantânea de mortalidade natural, daí retirando a taxa instantânea de mortalidade por pesca. Para a costa Portuguesa, foram realizados apenas os trabalhos de SANTOS (1993a; 1994), que apresentou igualmente valores de Z calculados pelo método de RICKER (1975), assim como o cálculo da taxa instantânea de mortalidade natural pelo método dePAULY (1980) e, a partir de M e Z, apresentou também a mortalidade devido à pesca.

2.4.2. MATERIAL E MÉTODOS

A partir da interpretação da idade em vários grupos de amostras ao longo do tempo em que decorreu a amostragem, construiram-se chaves comprimento-idade para cada ano. No sentido de minimizar os erros derivados da selectividade das artes de pesca, usaram-se apenas indivíduos provenientes de campanhas de investigação, capturados com arte pouco selectiva, uma rede de arrasto de fundo com malha de 20 mm, como exposto em capítulo anterior. Foi usado um total de 1287 indivíduos para construir as chaves comprimento-idade. A sua elaboração consiste em fazer corresponder, numa tabela de dupla entrada, a cada classe de comprimento e a cada idade, o respectivo número de indivíduos cujos otólitos foram interpretados.

A partir das chaves elaboradas, determinou-se a composição da captura por classe de idade, comparando a proporção de otólitos lidos a cada idade e a cada comprimento, com o total capturado de peixes de cada comprimento. O seu

cálculo consiste em determinar a proporção de indivíduos de cada classe de comprimento que pertencem a cada idade (SPARRE *et al.*,1989), isto é, para cada uma das idades de cada classe de comprimento, calcula-se:

$$P_{il}=\frac{C_l}{\sum O_{i_l}}\cdot O_{i_l}$$

em que C_l é o número de indivíduos da classe l presentes na amostra e O_{il} o número de indivíduos cujos otólitos foram interpretados, para cada idade e classe de comprimento. Depois, calcula-se para cada idade o valor $\sum P_{il}$. Finalmente, a proporção de indivíduos de cada idade na captura calcula-se por:

$$P_i=\frac{P_{il}}{\sum_{l_1}^{l_2}(\sum P_{il})}$$

em que l_1 é a menor classe de comprimento e l_2 a maior.

Usando o método de RICKER (1975), calculou-se então a mortalidade total Z com base na composição por idades de cada ano, ajustando uma recta aos pares ordenados (idade; logaritmo natural da abundância relativa) pelo método dos mínimos quadrados. Z obtém-se a partir do declive da recta. Por este método foi calculado um valor de Z para cada ano, para machos e fêmeas. No cálculo de Z foram excluídos os pares ordenados correspondentes às classes de idade 0 e 1, devido à sua fraca representatividade, fenómeno motivado pela selectividade da amostragem.

O coeficiente instantâneo de mortalidade natural M foi calculado por vários métodos. Assim, foi usado o método de PAULY (1980), com as constantes de crescimento L_∞, W_∞ e K, determinadas para esta espécie em capítulo anterior e tomando para valor de temperatura de fundo T=12,5ºC, segundo dados publicados por CARDADOR (1988), por FROUIN *et al.* (1990) e ainda por MARTINS (1993):

$$Log(M)= -0,0066 - 0,279 .Log (L_\infty) + 0,6543 .log (K) + 0,4634 .Log (T)$$

ou

$$Log(M)= -0,2107 - 0,0824 .Log (W_\infty) + 0,6757 .Log (K) + 0,4687 .Log (T)$$

Foi também usado o método de HOENIG (1983) para o cálculo de M, considerando como valores para a longevidade (Tmax) a idade a que cada sexo atinge 95% do comprimento máximo (L_∞, calculado no capítulo 2):

ln(M)= 1,46 - 1,01.ln (Tmax).

O método de TAYLOR (1959), também utilizado, baseia-se no mesmo princípio que o método anterior mas apresenta uma relação mais simples:

$$M = \frac{2,996}{A_{0,95}}$$

sendo $A_{0,95}$ a idade em que os indivíduos atingem 95% de L_∞.

A partir da idade de primeira maturação (T_m=3) calculada na parte 2.5 deste trabalho e da constante de crescimento K atrás referida, usou-se o método de ROFF (1984) para obter outra estimativa do valor máximo de M:

$$M = \frac{3K.e^{-KTm}}{1-e^{-KTm}}$$

e também o método de RIKHTER & EFANOV (1976) de cálculo de M, sendo:

$$M = \frac{1,521}{Tm^{0,72} - 0,155}$$

Foi também usado o método de GUNDERSON (1980), que calcula M a partir do esforço reprodutivo, medido pelo índice gonadossomático:

M= 4,64 . IG - 0,370.

em que IG=peso da gónada/peso total, tendo-se considerado o valor médio do mês em que o índice gonadossomático se mostrou mais elevado, como apresentado na parte 2.5 deste trabalho.

O coeficiente instantâneo de mortalidade por pesca F, foi calculado a partir de Z e de um valor médio de M, calculado pelos métodos de TAYLOR (1959), de PAULY (1980) e de HOENIG (1983).

Não foi calculado qualquer valor para a mortalidade em 1989 uma vez que, nesse ano, dispusemos apenas de amostras provenientes de capturas comerciais, mais sujeitas a selectividade que as capturas efectuadas pelos cruzeiros de investigação.

2.4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.3.1. Mortalidade Total

As chaves comprimento-idade de *L. boscii* para 1990, 1991, 1992 e 1993 constam das tabelas 2.1.1 a 2.1.4, apresentadas no capítulo 2. Calculada a partir destas, a composição por idades, para cada ano, é apresentada na tabela 2.4.1.

Tabela 2.4.1 - Composição por idades (em percentagem) da captura de *L. boscii,* na costa portuguesa, obtida das chaves comprimento-idade, de 1990 a 1993.

	Idades											
Ano	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**13**	**14**
1990	48,9	37,6	6,1	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0				
1991	7,6	34,4	18,3	13,4	7,9	9,0	4,8	2,6	1,3	0,4	0,4	
1992	27,9	26,4	21,2	10,7	4,0	4,0	3,5	1,5	0,2	0,2		0,2
1993	28,2	30,9	13,9	8,4	4,0	7,6	5,2	1,1	0,5	0,2		

A proporção relativa das várias classes de idade, entre 1990 e 1993 pode ser melhor observada na figura 2.4.1.

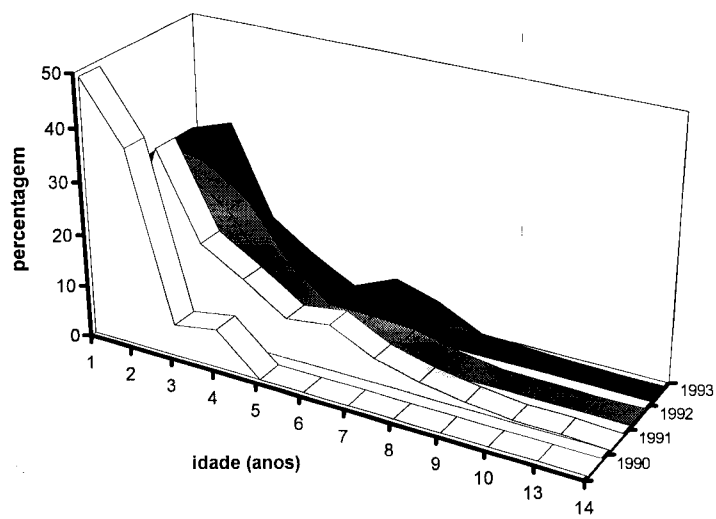


Figura 2.4.1 - Variação da proporção relativa das várias classes de idade de *L. boscii* capturado entre 1990 e 1993.

Os valores da taxa instantânea de mortalidade total (Z), obtidos em cada ano para o areeiro-de-quatro-manchas, *L. boscii,* na costa portuguesa, calculados a partir da composição da captura por classe de idade, encontram-se na tabela 2.4.2. O valor médio de Z, para o intervalo de 1990 a 1993, foi de Z=0,58, considerando machos e fêmeas em conjunto. Os machos apresentam sistematicamente valor de Z mais elevado que as fêmeas, em média 0,87 contra 0,43.

Tabela 2.4.2 - Valores da taxa instantânea de mortalidade total (Z) obtidos entre 1990 e 1993, para *L. boscii,* na costa portuguesa.

Ano	Fêmeas	Machos	Fêmeas+Machos
1990	0,54	1,46	0,81
1991	0,37	0,49	0,44
1992	0,39	0,65	0,49
1993	0,41	0,88	0,56
Média	0,43	0,87	0,58

O ajuste linear à parte descendente das curvas de captura (logaritmo natural da abundância em função da idade) de *L. boscii* capturado entre 1990 e 1993, usado para o cálculo de Z está representado na figura 2.4.2. Aí podemos observar as diferenças entre diferentes anos de análise, sobressaindo o desequilíbrio da amostragem de 1990, sem representantes das classes de idade mais velhas.

Não são fáceis comparações dos valores obtidos para as taxas de mortalidade total. Os valores disponíveis na literatura sobre Portugal são, como foi já referido, os do autor, baseados em parte dos dados agora apresentados, não se diferenciando apreciavelmente uns dos outros. Os resultados apresentados para a costa da Galiza por FUERTES (1977), Z=0,51 para fêmeas e Z=0,62 para machos, são muito semelhantes aos nossos valores, sendo também mais acentuados para os machos.

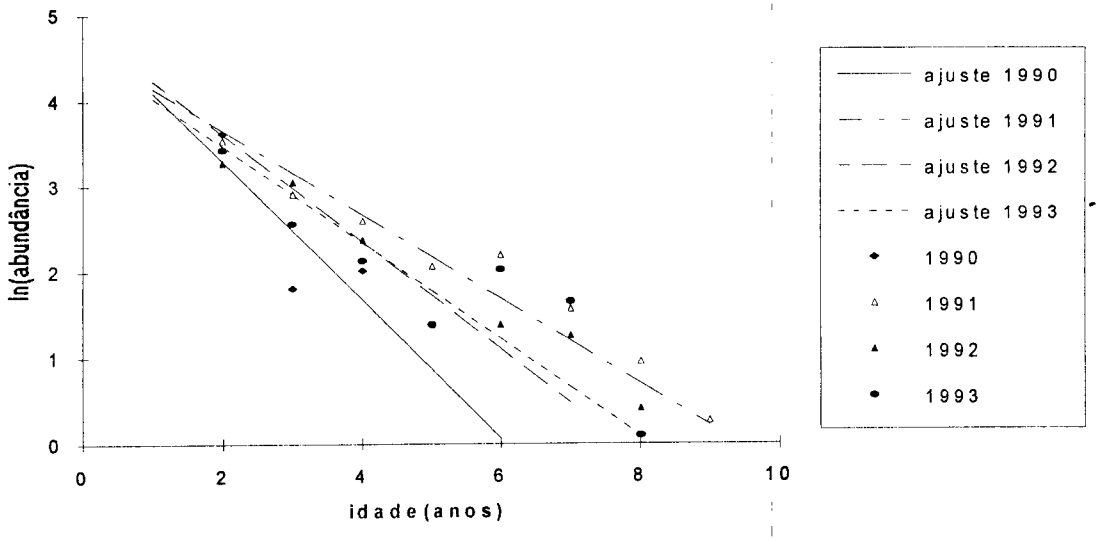


Figura 2.4.2 - Curvas de captura, ln(abundância relativa), para *L. boscii* na costa Portuguesa, entre 1990 e 1993, mostrando ainda o ajuste linear à parte descendente da curva, para o cálculo de Z.

Apesar de se evidenciar como aproximadamente constante para as várias classes de idade analisadas, o valor de Z deverá ser melhor esclarecido para as classes mais jovens no sentido de uma melhor compreensão da dinâmica populacional.

2.4.3.2. Mortalidade Natural

Os valores da taxa instantânea de mortalidade natural (M) obtidos por vários métodos para o areeiro-de-quatro-manchas, *L. boscii,* na costa portuguesa encontram-se na tabela 2.4.3.

Tabela 2.4.3 - Valores da taxa instantânea de mortalidade natural (M) obtidos por vários métodos para *L. boscii,* na costa portuguesa, entre 1989 e 1993. Os métodos usados são: A-PAULY (1980); B-HOENIG (1983); C-TAYLOR (1959); D-ROFF (1984); E-RIKHTER & EFANOV (1976); F-GUNDERSON (1980).

	Métodos de cálculo de M						**média de**
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**A, B e C**
fêmeas	0,29	0,20	0,14	0,82	0,53	0,11	0,21
machos	0,39	0,28	0,20	0,75	0,53	--	0,29
f+m	0,34	0,25	0,18	0,78	0,53	--	0,27

Foi calculado M separadamente para cada sexo, tendo-se obtido valores diferentes, sempre superiores para os machos. Dos vários métodos usados, os de Pauly, Taylor e de Hoenig produzem resultados relativamente próximos, se bem que baseados em princípios diferentes, pelo que aceitamos para valor mais correcto de M a média destas três determinações, 0,21 para fêmeas, 0,29 para machos e 0,27 se juntarmos os dois sexos. Os restantes métodos, baseados na idade de primeira maturação, não produzem resultados aceitáveis para a mortalidade natural, sendo muito elevados se comparados com o valor obtido para muitas outras espécies de pleuronectiformes (tabela 2.4.4), que apresentam valores de M entre 0,1 e 0,3 (URSIN, 1967; GUNDERSON, 1980; ROFF, 1981; 1984). O método de ROFF (1984) produz um valor elevado mas, como o autor refere em relação ao seu método, ele determina o valor máximo para M e, por outro lado, o seu resultado é bastante sensível a pequenas variações de K, podendo levar a resultados menos concordantes com os dados. Também não consideramos o resultado obtido pelo método de GUNDERSON (1980), que apresenta o valor mais baixo de todos, pois o seu cálculo só foi possível para as fêmeas.

Tabela 2.4.4 - Valores da taxa instantânea de mortalidade natural (M) obtidos para várias espécies de pleuronectiformes. A-URSIN (1967); B-GUNDERSON (1980); C-ROFF (1981; 1984); D-BEVERTON (1992).

Espécie	Mortalidade Natural			Referência
	fêmeas	machos	f+m	
Solea solea	-	-	0,25	A
S. solea	-	-	0,10	B
Pseudopleuronectes americanus	-	-	0,30	A
Pleuronectes platessa	0,12	0,22	-	A
P. platessa	-	-	0,10	B
P. platessa	0,10 a 0,12	0,14 a 0,17	-	D
Hippoglossus stenolepis	-	-	0,19	B
Hippoglossoides platessoides	-	-	0,23	B
H. platessoides	0,17 a 0,25	0,20 a 0,30	-	D

Os valores de mortalidade natural apresentados por FUERTES (1977) para as costas da Galiza, M=0,161 para fêmeas e M=0,2081 para machos, são quase idênticos aos resultados por nós obtidos com o mesmo método (TAYLOR, 1959), mas ligeiramente inferiores aos resultados que consideramos como mais próximos da realidade, mantendo-se em qualquer dos casos mais acentuada para os machos. URSIN (1967) afirma que a maior mortalidade dos machos é previsível a partir do seu modelo empírico de cálculo de M, pelo facto de atingirem menores dimensões do que as fêmeas.

Não se efectuou o estudo da mortalidade natural para os vários grupos etários mas, como apontado por GUNDERSON (1980) e por ROFF (1984), na maioria dos estudos sobre a mortalidade natural esta evidencia-se como aproximadamente constante durante a fase adulta explorada comercialmente.

2.4.3.3. Mortalidade por Pesca

A taxa instantânea de mortalidade por pesca foi determinada por simples combinação dos valores da mortalidade total e da mortalidade natural, tendo sido encontrado o valor global de F=0,31, conjugando machos e fêmeas. Obteve-se ainda um valor de 0,58 para machos, mais elevado que para as fêmeas, 0,22, sendo estes valores semelhantes aos determinados para as costas espanholas da Galiza, respectivamente 0,41 e 0,35 (FUERTES, 1977). Se analisarmos os resultados ano a ano, obtemos os valores constantes na tabela 2.4.5, onde se verifica uma certa oscilação de F, de 1990 a 1993.

Os valores agora obtidos para a mortalidade por pesca são superiores aos resultados anteriormente apresentados pelo autor (SANTOS, 1993; 1994). Sendo calculados com maior número de amostras, os dados agora apresentados podem ser encarados com maior confiança.

Tabela 2.4.5 - Valores da taxa instantânea de mortalidade por pesca (F) obtidos entre 1990 e 1993 para *L. boscii,* na costa portuguesa.

	fêmeas	**machos**	**fêmeas+machos**
1990	0,33	1,17	0,54
1991	0,16	0,20	0,17
1992	0,18	0,36	0,22
1993	0,20	0,59	0,29
média	0,22	0,58	0,31

Não se efectuou o estudo da mortalidade por pesca para os vários grupos etários por este método, por falta dos valores de mortalidade natural de cada classe de idade. O facto de a mortalidade se apresentar mais elevada para os machos é comum em espécies comercialmente exploradas, sendo apontada como causa próxima a sua maior capturabilidade (CARDADOR, 1988).

2.5. REPRODUÇÃO E FECUNDIDADE

2.5.1. INTRODUÇÃO

O Ciclo Reprodutivo ao Nível Celular

Nos teleósteos, o processo de maturação dos oócitos é bem conhecido. Geralmente, as diferenças interespecíficas são poucas (BILLARD & BRETON, 1978) e LAHAYE (1972), que estudou várias espécies de pleuronectiformes, chegou à mesma conclusão.

Estratégia Reprodutiva

Os peixes são agrupados, geralmente, segundo dois tipos gerais de estratégia reprodutiva: semelparidade e iteroparidade. As espécies pertencentes ao primeiro grupo reproduzem-se apenas uma vez no seu ciclo de vida ao passo que as espécies do segundo grupo podem reproduzir-se ciclicamente, ao longo da sua vida. As vantagens de um dos tipos em relação ao outro não colhem a unanimidade dos ictiologistas (ROFF, 1981). Dentro do último grupo, podemos ainda reunir as espécies segundo aspectos particulares da sua estratégia reprodutiva. Assim, temos espécies com iteroparidade e vitelogénese *de novo*, espécies com iteroparidade e sem vitelogénese *de novo* mas com atresia, espécies com iteroparidade, sem vitelogénese *de novo* e sem atresia significativa, conhecidas estas também como de fecundidade determinada.

A teoria ecológica da selecção (tipo *r* ou tipo *K*) tem sido usada para a compreensão das estratégias reprodutivas que diferentes espécies apresentam no seu ciclo de vida. Os parâmetros que descrevem o ciclo de vida, evidenciam

modificações devido a selecção natural e, por esse motivo, diferentes estratégias terão aparecido como respostas adaptativas de cada espécie ao seu nicho ecológico (GUNDERSON, 1980). As espécies típicamente *r* ocupam habitats instáveis, muito variáveis, e alternam o tamanho da população entre grande e muito reduzido. Nestas condições, a melhor estratégia para estas espécies consiste na sucessão rápida de gerações, canalizando para a reprodução os seus recursos energéticos. As condições desse tipo de meio também não favorecem a especialização competitiva, conduzindo a espécies de indivíduos com menores dimensões. As espécies do tipo *K*, ao contrário, vivem em ambientes caracterizados pela estabilidade dos seus factores. Assim, há condições para a existência de gerações que se sucedem mais lentamente, direccionando as reservas energéticas no sentido de desenvolver capacidades adaptativas que conduzam a uma melhor sobrevivência. Evidentemente que entre estes dois extremos existe uma grande variedade de espécies que ocupam posições intermédias numa gradação de parâmetros que se relacionam entre si, uns directamente e outros inversamente (GUNDERSON, 1980).

A energia desviada para a reprodução pode diminuir o crescimento potencial ou mesmo a sobrevivência dos indivíduos. Em muitas espécies de peixes, é evidente o custo associado à reprodução, provocando diminuição do crescimento a partir do início da maturidade. Contudo, a diminuição da sobrevivência, apesar de se apresentar como lógica, não é fácil de demonstrar (ROFF, 1982). O mesmo autor apontou que a idade de primeira maturação será comandada, em parte, pela energia excedente dos fenómenos de crescimento e sobrevivência. ROFF (1981; 1991) apontou também que, para além da idade de primeira maturação, parâmetros como a sobrevivência pré-reprodutiva e a fecundidade estarão correlacionados com a longevidade reprodutiva. Esta ligação entre a reprodução e o crescimento é um facto estabelecido para muitas espécies de peixes. Para os pleuronectiformes em particular, existe correlação significativa entre a mortalidade (ou sobrevivência)

e a idade de primeira maturação ou entre os parâmetros de crescimento e a idade de primeira maturação, o que levou ao desenvolvimento de formulações matemáticas no sentido de a determinar a partir desses parâmetros (ROFF, 1981; 1984; BEVERTON, 1992).

Em termos de estratégia de reprodução, se os indivíduos de uma dada espécie têm vida longa ou se se aproximam do seu comprimento máximo de uma forma rápida, parece ser um risco justificável que ela atrase a maturação até ter alcançado uma grande parte da sua dimensão máxima, ou seja, do seu crescimento potencial (BEVERTON, 1992). Contudo, o mesmo autor refere que as populações vivendo nos extremos da sua área de distribuição poderão ter as suas características modificadas e, no caso do limite onde se eleva a temperatura, a longevidade da fase adulta pode estar reduzida e a estratégia de reprodução pode caracterizar-se por uma redução da idade de primeira maturação.

Em comparação com outros grupos de peixes marinhos, os pleuronectiformes apresentam grande longevidade e os estudos sobre o seu sucesso reprodutivo indicam que este estará relacionado com factores ambientais e não com a longevidade reprodutiva (ROFF, 1981). Este autor conclui então que estes peixes suportam a hipótese de Murphy: a longevidade reprodutiva será uma adaptação a um sucesso reprodutivo incerto e imprevisível.

Fecundidade

O conhecimento da fecundidade de uma espécie é um factor importante a ter em conta quando se planifica a sua exploração racional. O seu valor é essencial no cálculo do potencial reprodutivo das populações, na determinação da mortalidade e sobrevivência nas fases larvar e juvenil e na determinação do

número mínimo de reprodutores para manter o recrutamento. Além disso, pode também ser usada para calcular o tamanho da população a partir da produção anual de ovos e ainda para distinguir unidades de população (HOLDEN & RAITT, 1975).

Podemos definir a fecundidade, ou fecundidade absoluta, como o número de oócitos presentes nos ovários imediatamente antes da desova ou o número de oócitos produzidos ou libertados por uma fêmea por ano (KARTAS & QUIGNARD, 1984; RIJNSDORP, 1991). Outros autores apresentam a fecundidade, ou fecundidade potencial absoluta, como o número de oócitos maduros ou em maturação, presentes numa fêmea pouco antes da desova (BAGENAL & BROWN, 1978). Para facilidade de comparação, utiliza-se também a noção de fecundidade relativa tomada como a razão entre a fecundidade absoluta e o peso ou comprimento do indivíduo, isto é, o número de oócitos por grama de peso corporal ou o número de oócitos por centímetro de comprimento do peixe, respectivamente. A primeira razão é a vulgarmente mais usada.

É uma questão fundamental na estimação da fecundidade dos peixes ovíparos saber se a fecundidade anual pode ou não ser estimada a partir do "stock" de oócitos desenvolvidos no ovário, antes da época de reprodução. Para espécies que efectuam uma única desova por ano, durante um curto intervalo de tempo (tipicamente iteropáreas determinadas, reprodutores totais ou espécies isocronais), a determinação da fecundidade apresenta-se sem problemas pois os oócitos a libertar numa época de reprodução desenvolvem-se simultâneamente e a desova efectua-se durante um curto intervalo de tempo (HUNTER *et al.*, 1985). Nessas espécies, é bastante clara a existência de um hiato separando o tamanho dos oócitos de reserva do dos oócitos em vitelogénese (HICKLING & RUTEMBERG, 1936) e a fecundidade corresponde ao número de oócitos em vitelogénese, excepto quando, devido a condições adversas, se verifique uma atresia significativa (HUNTER *et al.*, 1985). Para as espécies que efectuam múltiplas desovas

numa época de reprodução (típicamente iteropáreos indeterminados, reprodutores parciais ou espécies heterocronais), os oócitos vão amadurecendo em grupos sucessivos ao longo da época de reprodução. Estarão presentes, em cada momento, grupos de oócitos em diferentes estados de vitelogénese e a determinação da fecundidade revela-se mais complicada, passando pela determinação quantitativa de cada desova e do número de desovas (KARTAS & QUIGNARD, 1984). Para muitas destas espécies, se a análise do ovário for efectuada bastante cedo na época de reprodução, podem encontrar-se igualmente dois tipos de oócitos. Estes exibem duas modas na distribuição de frequência de tamanhos e a contagem dos maiores corresponde à quantidade a desovar, com excepção dos que sofrerão atresia (BAGENAL & BROWN, 1978). Para as espécies em que não existe essa distinção clara entre dois grupos de oócitos, a fecundidade é muito mais difícil de determinar. HUNTER & MACEWICZ (1985) afirmam que, para assumir uma determinada espécie como reprodutor determinado, a presença de um hiato distinto entre os oócitos vitelados e os oócitos de reserva constitui validação adequada e que, para determinar a sua fecundidade, o fenómeno de atresia terá de ser negligenciável.

A fecundidade (F) ou o peso do ovário estão altamente correlacionados com o comprimento (L) ou peso (W) dos peixes, sendo a primeira relação muitas vezes descrita por uma função exponencial e a segunda por uma função linear. De um modo geral, a fecundidade estará melhor correlacionada com o comprimento do que com a idade (BAGENAL & BROWN, 1978; NIKOLSKY, 1963; PITT, 1975; WEATHERLEY & GILL, 1987).

Primeira Maturação

Por comprimento de primeira maturação entende-se o comprimento a partir do qual metade dos indivíduos se apresentam sexualmente maduros pela primeira vez. Corresponde, naturalmente, a esse comprimento, a idade de primeira maturação. Os estudos de idade e de comprimento de 50% de maturação exigem um esforço de amostragem no sentido de existir uma real representatividade da população o que, conjugado com a dificuldade de atribuição de estados de maturação aos machos de algumas espécies, dificulta a obtenção de resultados. Por outro lado, a plasticidade da maturação restringe este tipo de análise a populações o menos exploradas possível (BEVERTON, 1992). Contudo, a sua avaliação é um passo importante na gestão dos recursos pesqueiros. As recomendações do ICES referem que se deve possibilitar a cada indivíduo efectuar pelo menos um ciclo reprodutivo pelo que os cálculos do tamanho mínimo legal de desembarque tomam em consideração o comprimento de primeira maturação.

GML Plot de Beverton

As relações entre os parâmetros de crescimento, a maturidade e a longevidade foram estudados por vários autores mas foi BEVERTON (1992) quem, recentemente, explorou o tema do ponto de vista teórico, tentando daí retirar padrões relativos à estratégia reprodutiva dos teleósteos marinhos.

Relacionando os valores do comprimento de primeira maturação (Lm), o comprimento assimptótico (L_∞), o coeficiente de crescimento (K) e a idade máxima específica (Tmax), segundo as expressões Lm/Linf e KTm, aquele autor construiu os seus gráficos *GML Plot*, onde se pode verificar a estratégia das espécies em relação à zona de estratégia óptima teórica.

Estudos de Reprodução em *L. boscii*

Existem poucos estudos publicados sobre a reprodução nesta espécie. Assim, para além dos referentes à descrição do desenvolvimento das gónadas e da época de reprodução, no Mediterrâneo, relatados por DWIVEDI, (1964) e dos dados sobre fecundidade, publicados pelo autor, no âmbito da preparação deste trabalho (SANTOS, 1994; 1994a), foi efectuado o relatório de estágio acima citado (COSTA, 1986) com alguns dados sobre a primeira maturação, índice gonadossomático e fecundidade.

Com o presente trabalho, pretendemos aumentar o nível de conhecimento sobre a biologia reprodutiva desta espécie, particularmente para as águas nacionais.

2.5.2. MATERIAL E MÉTODOS

Maturação, Idade e Comprimento de Primeira Maturação

A 3008 indivíduos com comprimentos de 7 a 44 cm , recolhidos nas amostragens efectuadas entre 1989 e 1993, foi determinado o peso e comprimento e atribuído um estado de maturação, de acordo com uma escala baseada em características macroscópicas dos ovários. Esta escala (tabela 2.5.1), adaptada de HOLDEN & RAITT (1975) e de RIJNSDORP (1989a), foi aferida por comparação com cortes histológicos das gónadas de *L. boscii.*

Tabela 2.5.1 - Escala de estados de maturação de *L. boscii* baseada em características macroscópicas das gónadas (adaptado de HOLDEN & RAITT, 1975 e de RIJNSDORP, 1989a).

ESTADO	FÊMEAS	MACHOS
I-imaturo	ovários pequenos, translúcidos ou rosados, já com formato triangular, ovócitos invisíveis	testículos muito pequenos, difíceis de detectar, translúcidos ou rosados, achatados
II-em maturação ou em recuperação	ovários maiores, amarelados ou alaranjados, com vasos sanguíneos bem visíveis	testículos maiores, brancos ou acinzentados
III-pré-desova	ovários muito grandes, ocupando grande parte da cavidade abdominal, com bastantes oócitos bem visíveis, alguns deles translúcidos	testículos "inchados", alongados e com folhos, aspecto firme
IV-desova	ovários túrgidos, avermelhados, cheio de oócitos grandes, muitos deles translúcidos	testículos com aspecto semelhante ao estado anterior, maiores e com aspecto mole
V-pós-desova	ovários com aspecto sanguinolento, podendo apresentar hemorragias, apresentando-se como sacos esvaziados	testículos com aspecto sanguinolento, podendo apresentar hemorragias

Às fêmeas foram retirados e pesados os ovários, sendo parte deles armazenados em formol a 4% tamponado e parte em líquido de Gilson, de acordo com a utilização posterior pretendida. Em relação aos machos, procedeu-se de igual forma para com os testículos, sendo armazenados em formol a 4% tamponado.

Para determinar o comprimento de primeira maturação, estudaram-se as frequências relativas dos estados de pré-desova e pós-desova para cada classe de comprimento (HOLDEN & RAITT, 1975), usando 253 indivíduos recolhidos de Janeiro a Abril, de 1990 a 1993. O comprimento de primeira maturação é obtido para um limiar de 50% de indivíduos maduros ou que já se reproduziram.

Usou-se também o método de ROFF(1984), que determina o comprimento óptimo de primeira maturação (L_m) a partir da constante de crescimento (K), do comprimento máximo (L_∞) e da mortalidade natural (M), todos determinados em capítulos anteriores, também para machos e fêmeas em separado:

$$Tm = L_\infty \left[\frac{3K}{3K+M} \right]$$

Para o cálculo da idade de primeira maturação foram usados vários métodos. Assim, a partir do comprimento de primeira maturação, calculou-se a correspondente idade na equação de crescimento de von Bertalanffy, separando machos e fêmeas. Usou-se também o método proposto por ROFF (1991), que calcula a idade óptima de primeira maturação (T_m) a partir da constante de crescimento (K) e da mortalidade natural (M), ambos determinados em capítulos anteriores, também para machos e para fêmeas em separado:

$$T_m = \frac{1}{K} \cdot \ln \left[1 + \frac{3K}{M} \right]$$

Os métodos propostos por ROFF (1986; 1991) são fáceis de aplicar mas têm a desvantagem de depender de um cálculo de L_∞ e de K relativamente precisos e de M, cujo cálculo directo é difícil e cujo cálculo indirecto nem sempre oferece garantias.

Época de Reprodução, Índice Gonadossomático e Factor de Condição

O estudo da época de reprodução foi efectuado por métodos complementares. Assim, o seguimento da proporção dos indivíduos adultos em diferentes estados de maturação, ao longo do ano, foi usado para obter informações sobre o início, fim e duração da época de reprodução. Os cálculos

foram efectuados com 802 fêmeas e 633 machos capturados entre 1989 e 1993. Para o estudo da época de reprodução usou-se também o método de ILES (1964, *in* RIJNSDORP, 1989a) com os mesmos dados. Neste método, a duração da época de reprodução é estabelecida desde o momento em que 50% dos adultos atingem o estado de pré-desova (ou desova, no caso de ser possível detectá-lo sem erro) até ao momento em que 50% dos adultos se apresentam em estado de pós-desova.

Para o estudo da época de reprodução, seguiu-se também a variação anual do índice gonadossomático (IG) de 1116 indivíduos, amostrados ao longo do ano, entre 1989 e 1993. Excluíram-se do cálculo os indivíduos imaturos e os de comprimento inferior a 19 cm, uma vez que se observou que os indivíduos mais jovens apresentam, para o mesmo estado reprodutivo, índice gonadossomático inferior aos de maiores dimensões (HUNTER & MACEWICZ, 1985). A formulação usada foi:

$$IG = \frac{100 . gn}{WE}$$

em que gn é o peso das gónadas (em gramas) e WE o peso eviscerado do correspondente indivíduo, (também em gramas) (NIKOLSKY, 1963).

Outro parâmetro por nós avaliado e que reflete de certo modo a ocorrência da época de reprodução é o factor de condição (K). Este factor, relacionando o peso e o comprimento individual, dá uma medida da modificação das proporções corporais ao longo do tempo e pode ser representado por:

$$K = \frac{100 . W}{L^3}$$

em que W é o peso individual (em gramas) e L o seu comprimento (em centímetros) (JONES, 1976).

Estudo Histológico das Gónadas

Foi efectuado o estudo histológico de gónadas em diferentes estados de maturação. O método de fixação usado foi o formol a 4%, tamponado e a coloração usada foi a eosina-hematoxilina (HUNTER & MACEWICZ, 1985).

Para 22 ovários em estado de pré-desova, amostrados em Janeiro de 1990, efectuaram-se medições do diâmetro dos oócitos em vários estados da sua maturação por meio de uma ocular micrométrica e com ampliação de 100 vezes.

Procedeu-se também à caracterização de 11 ovários em estado de pós-desova, recolhidos em Fevereiro de 1990, no sentido de avaliar o grau de atresia, de acordo com a proporção de folículos atrésicos por campo observado ao microscópio.

As categorias em que os oócitos foram divididos para medição e caracterização foram as seguintes: oócitos imaturos, sem inclusões citoplasmáticas e com vários nucléolos; oócitos em maturação, com inclusões citoplasmáticas à periferia da célula; oócitos maduros, com inclusões citoplasmáticas preenchendo todo o citoplasma e podendo o núcleo encontrar-se na periferia da célula; oócitos atrésicos, com desagregação celular e hipertrofia da camada granulosa.

Frequências de Tamanho dos Oócitos

Para caracterizar as frequências de tamanho (diâmetro) dos oócitos, foram usados 39 ovários em estado de pré-desova, recolhidos em Janeiro de 1992. Após fixação das gónadas em líquido de Gilson durante seis meses, procedeu-se à medição dos oócitos, em amostras de cerca de três centenas por fêmea. A

medição foi efectuada ao microscópio óptico com ocular micrométrica e com ampliação de 40 vezes.

Para avaliar a frequência de tamanho dos oócitos segundo o seu estado de maturação, foram também efectuadas medições em preparações histológicas de amostras de onze ovários recolhidos em Janeiro de 1992 e fixadas com formol a 4% tamponado. Um total de 587 oócitos foi medido ao microscópio óptico com uma ampliação de 100 vezes e micrómetro ocular, numa média de 3 campos para cada fêmea.

Para avaliar a retracção provocada pelos diferentes fixadores, conduzindo a diferenças no diâmetro dos oócitos, foi calculado, para o mesmo indivíduo (recolhido em Janeiro), o diâmetro médio de oócitos frescos e o de oócitos após conservação em formol e em líquido de Gilson. A operação foi repetida para um total de cinco indivíduos. Os oócitos frescos foram medidos imediatamente após a amostragem. Parte da gónada foi armazenada durante seis meses em formol a 4% tamponado e ainda outra parte da gónada foi armazenada durante 6 meses em líquido de Guilson. Só depois deste período de armazenagem das amostras foi medido o diâmetro dos oócitos e calculado o seu valor médio. As três amostras de oócitos de cada ovário foram retiradas da parte central da gónada esquerda.

O valor médio do diâmetro dos oócitos das três amostras foi comparado por um teste *T* para avaliar a significância das diferenças verificadas (SCHERRER, 1984).

Fecundidade Absoluta

Os ovários usados para o estudo da fecundidade foram recolhidos em Dezembro e Janeiro, entre 1989 e 1992, tendo-se seleccionado apenas aqueles que se apresentavam no estado de pré-desova e pertencendo a fêmeas com

comprimentos entre os 21,5 e os 36,3 cm. De 33 destes ovários, usando o método gravimétrico, foram retiradas duas amostras num total de 1 a 5 % do peso total da gónada e o seu armazenamento foi efectuado em líquido de Gilson (BAGENAL & BROWN, 1978), por um período superior a três meses antes da análise. As amostras de oócitos foram sempre retiradas das zonas média e anterior dos ovários, se bem que tenha sido observado, para várias espécies, que, em indivíduos em avançado estado de maturação, não existem diferenças significativas entre as várias zonas do ovário (KARTAS & QUIGNARD, 1984). Foram contados todos os oócitos das amostras, determinando-se a fecundidade por multiplicação do número de oócitos em cada amostra por um factor igual ao quociente entre o peso da amostra e o peso total da gónada (BAGENAL & BROWN, 1978; KARTAS & QUIGNARD, 1984). A contagem dos oócitos, mergulhados numa mistura de água e glicerol, para facilitar a contagem, foi efectuada à lupa estereoscópica, com ampliações de 1 a 15 vezes.

Para o cálculo da fecundidade potencial absoluta, contaram-se apenas os oócitos de diâmetro maior ou igual a 200 μm que são os que se apresentam em vitelogénese, apresentando inclusões citoplasmáticas e a *zona radiata* em formação, como observado préviamente. A caracterização prévia das frequências de diâmetro dos oócitos foi essencial na determinação deste limiar, acima do qual podemos situar os oócitos que irão ser desovados na época de reprodução em curso. Para evitar possíveis erros, corrigimos também a retracção no diâmetro dos oócitos que o reagente de Gilson provoca em relação aos que foram armazenados em formol (KARTAS & QUIGNARD, 1984) de acordo com os resultados obtidos na comparação entre os seus diâmetros médios, acima descrita.

Fecundidade Relativa: Relações Fecundidade-Peso e Fecundidade-Comprimento

Calculou-se a fecundidade relativa para cada indivíduo de dois modos: determinou-se o quociente entre o número de oócitos e o peso do indivíduo; determinou-se também o quociente entre o número de oócitos e o comprimento do indivíduo. A partir dos valores individuais calculou-se o número médio de oócitos/g e o número médio de oócitos/cm.

Determinaram-se as relações matemáticas entre a fecundidade (F) e o peso (W) e entre a fecundidade e o comprimento (L) dos indivíduos, aplicando o método dos mínimos quadrados.

GML Plot de Beverton

Relacionaram-se os valores do comprimento de primeira maturação (Lm), do comprimento assimptótico (L_∞) e do coeficiente de crescimento (K), também designado de taxa de curvatura da equação de crescimento de von Bertalanffy, cujos valores foram obtidos em capítulo anterior, com a idade máxima específica (Tmax), calculada pelo método de TAYLOR (1962):

$Tmax=A_{0,95}=(2,996/K)+t_o$

As expressões usadas para relacionar os diversos parâmetros, foram as seguintes: Lm/L_∞ ; K.Tm

Os resultados obtidos foram comparados com o gráfico GML de BEVERTON (1992), de modo a avaliar a posição da espécie em relação à zona de estratégia óptima teórica e a efectuar comparações com outras espécies de pleuronectiformes.

2.5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.3.1. Maturação, Idade e Comprimento de Primeira Maturação

A determinação do comprimento de primeira maturação pelo método da análise dos estados de maturação resultou nos dados apresentados na tabela 2.5.2 e conduziu ao valor de 20 cm para as fêmeas como pode ser observado na figura 2.5.1.

Tabela 2.5.2 - Proporção relativa dos estados de maturação III e V, para cada classe de comprimento em *L. boscii*, contabilizando apenas fêmeas recolhidas de Dezembro a Março, entre 1989 e 1993 na costa portuguesa.

Comprimento (cm)	%III	%V	%III+%V
17	0,0	14,3	14,3
18	0,0	0,0	0,0
19	12,5	12,5	25,0
20	38,5	30,8	69,2
21	31,6	57,9	89,5
22	31,6	57,9	89,5
23	44,4	44,4	88,9
24	32,3	51,6	83,9
25	54,2	37,5	91,7
26	75,0	25,0	100,0
27	65,2	34,8	100,0
28	75,0	25,0	100,0
29	77,8	22,2	100,0
30	50,0	50,0	100,0
31	50,0	0,0	50,0
33	50,0	0,0	50,0
40	100,0	0,0	100,0

Para os machos, o reduzido número de indivíduos em estado de maturação adiantada não permitiu um cálculo eficaz. Contudo, encontrando-se machos em estado de pós-desova, a partir de 18,9 cm, podemos tomar esse valor como uma indicação do limite mínimo da idade de primeira maturação para os machos.

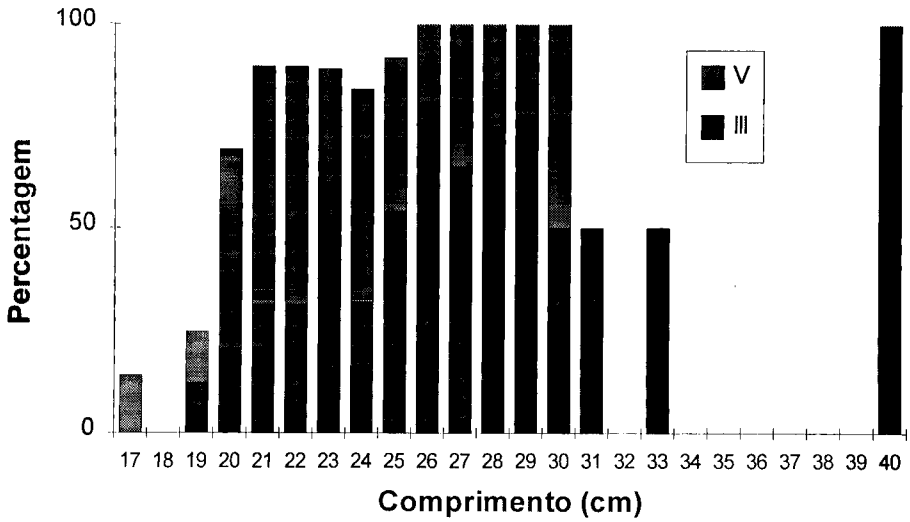


Figura 2.5.1 - Proporção relativa dos estados de maturação III e V, para cada classe de comprimento em *L. boscii*, contabilizando apenas fêmeas recolhidas de Dezembro a Março, entre 1989 e 1993 na costa portuguesa.

O cálculo do comprimento óptimo de primeira maturação (L_m), pelo método de ROFF (1986), com o valor de mortalidade natural médio calculado no capítulo 2.4, ao resultar em 49,43 cm, para as fêmeas, e 42,44 cm para os machos, diverge dos dados observados, resultando em valores muito elevados. Contudo, se usarmos o método de Roff com o valor de mortalidade natural obtido pelo método do mesmo autor (ROFF, 1984), também já calculado, obtemos o comprimento óptimo de primeira maturação (L_m) de 20,13 cm, para machos, e 19,18 cm para fêmeas, valores que são muito semelhantes aos que se observam no método de análise de frequências de comprimentos para as fêmeas maduras.

A idade de primeira maturação foi também obtida. Através da equação de crescimento de von Bertalanffy (determinada no capítulo 2.2) e entrando com o

comprimento de primeira maturação acima obtido na análise das proporções de indivíduos em diferentes estados de maturação, obtemos os valores de 3,2 anos para as fêmeas e 2,8 anos para os machos.

O cálculo da idade óptima de primeira maturação (T_m), pelo método de ROFF (1991), com o valor de mortalidade natural médio, determinado no capítulo 2.4, ao resultar em 8,1 anos para as fêmeas e 5,8 anos para os machos, não se ajusta aos dados observados, produzindo valores muito elevados, do mesmo modo que no cálculo do comprimento de primeira maturação. Contudo, se usarmos como valor de mortalidade natural o valor obtido pelo método de ROFF (1984), obtemos os resultados de 2,8 anos para machos e 3,2 para fêmeas, semelhantes aos que se obtiveram com os métodos usados acima.

Os dois métodos parecem confirmar-se um ao outro mas um estudo exaustivo da presença de atrésia para cada classe de comprimento é necessário para a determinação deste parâmetro com o máximo de precisão.

Comparando os resultados obtidos com os disponíveis para outras espécies de pleuronectiformes, eles encontram-se próximos do limite inferior do intervalo de variação. Com efeito, o comprimento de maturação para este grupo pode variar de 12 a 200 cm e a idade de primeira maturação, entre 1 e 15 anos, conforme a espécie (ROFF, 1981; 1982; 1991).

2.5.3.2. Época de Reprodução, Índice Gonadossomático e Factor de Condição

A evolução sazonal dos estados de maturação pode ser analisada, em pormenor, na tabela 2.5.3. Aí se descreve a variação relativa de cada estado de maturação ao longo do ano.

Tabela 2.5.3 - Variação relativa de cada estado de maturação ao longo do ano, nas fêmeas de *L. boscii,* capturadas na costa portuguesa, de 1989 a 1993. Estados de maturação como na tabela 2.5.1.

	I	II	III	V
Janeiro	4,4	15,6	68,9	11,1
Fevereiro	4,0	23,0	36,0	37,0
Março	11,3	7,5	18,8	62,5
Abril	28,6	11,9	0,0	59,5
Maio	16,7	30,0	0,0	53,3
Junho	43,1	56,9	0,0	0,0
Julho	51,7	48,3	0,0	0,0
Agosto	60,0	40,0	0,0	0,0
Setembro	60,4	31,3	8,3	0,0
Outubro	43,2	48,6	8,1	0,0
Novembro	32,8	36,2	31,0	0,0
Dezembro	18,8	16,5	64,7	0,0

Das observações efectuadas podemos indicar a presença de fêmeas em estado de maturação avançado, isto é, em estado de maturação III, desde Setembro, mas em pequena quantidade, aumentando a sua proporção desde Novembro até Março, ocorrendo o maior valor no no mês de Fevereiro, como pode ser verificado na figura 2.5.2. Por seu lado, detectaram-se fêmeas desovadas desde Janeiro até Maio. Estas informações permitem delimitar a época de reprodução desta espécie, na costa Portuguesa, centrada em Fevereiro/Março, podendo prolongar-se até Abril/Maio.

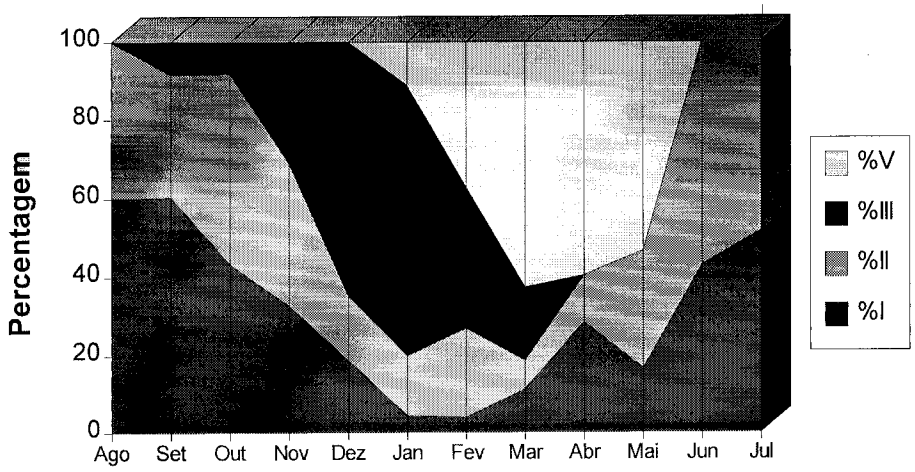


Figura 2.5.2 - Variação relativa de cada estado de maturação ao longo do ano, nas fêmeas de *L. boscii,* capturadas na costa portuguesa de 1989 a 1993. Estados de maturação como na tabela 2.5.1.

Para os machos, foram detectados apenas alguns indivíduos nos estados de maturação III e V, de Fevereiro a Maio, apresentando a época de reprodução praticamente coincidentes com a das fêmeas. Contudo, não é possível obter uma visão completa da dinâmica sazonal da sua maturação, como se pode verificar na tabela 2.5.4 e na figura 2.5.3.

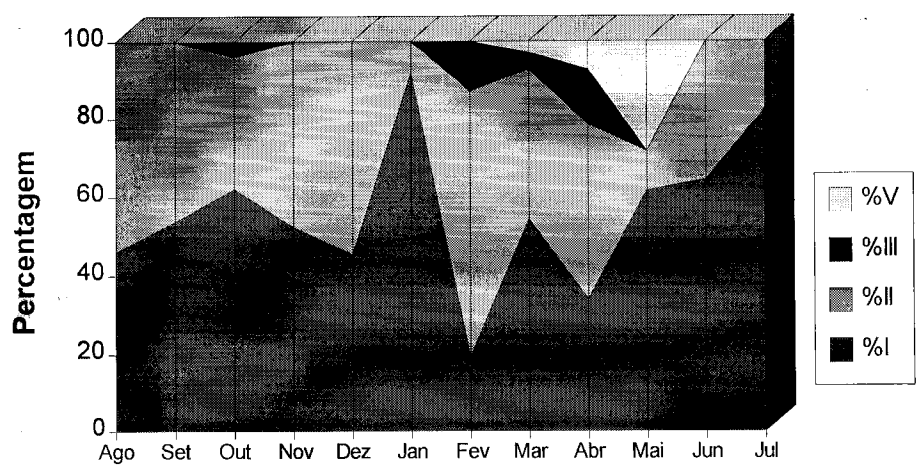


Figura 2.5.3 - Variação relativa de cada estado de maturação ao longo do ano, nos machos de *L. boscii,* de 1989 a 1993. Estados de maturação como na tabela 2.5.1.

Tabela 2.5.4 - Variação relativa de cada estado de maturação ao longo do ano, nos machos de *L. boscii,* capturados na costa portuguesa, de 1989 a 1993. Estados de maturação como na tabela 2.5.1.

	I	II	III	V
Janeiro	91,7	8,3	0,0	0,0
Fevereiro	19,4	67,7	12,9	0,0
Março	54,4	38,2	4,4	2,9
Abril	33,9	44,6	14,3	7,1
Maio	61,6	10,1	0,0	28,3
Junho	64,3	35,7	0,0	0,0
Julho	82,2	17,8	0,0	0,0
Agosto	46,2	53,8	0,0	0,0
Setembro	53,8	46,2	0,0	0,0
Outubro	62,1	33,9	4,0	0,0
Novembro	52,4	47,6	0,0	0,0
Dezembro	45,5	54,5	0,0	0,0

Também o estudo da época de reprodução pelo método de ILES (1964, *in* RIJNSDORP, 1989a) produziu resultados coincidentes. Assim, como se pode verificar na tabela 2.5.3, mais de 50% das fêmeas se encontram em estado de pré-desova já a partir de Dezembro e, em Março, já encontramos mais de 50% em estado de pós-desova, estando a época de reprodução centrada entre estes limites. Os machos em estado de pós-desova são sempre uma minoria, tal como podemos verificar na tabela 2.5.4, atingindo um máximo de 28% em Maio.

Podemos também apontar que a época de reprodução para *L. boscii* decorre de Janeiro a Março, pelo estudo do índice gonadossomático. Como se pode observar na figura 2.5.4, a variação deste parâmetro, nas fêmeas, mostra acréscimo do seu valor desde Dezembro, apresentando os valores mais elevados, de Janeiro a Março, e regressando a valores baixos em Abril (tabela 2.5.5).

Tabela 2.5.5 - Variação mensal do índice gonadossomático médio (IG) e respectivo desvio padrão (s) em *L. boscii* amostrado de 1989 a 1993 na costa Portuguesa.

	Fêmeas		Machos	
	IG	s	IG	s
Janeiro	8,50	3,03	0,15	0,05
Fevereiro	10,38	3,12	0,16	0,07
Março	6,97	2,70	0,16	0,06
Abril	2,08	0,83	0,16	0,06
Maio	2,34	1,06	0,15	0,06
Junho	1,31	0,38	0,15	0,05
Julho	0,58	0,24	0,17	0,06
Agosto	0,62	0,32	0,15	0,05
Setembro	0,95	0,37	0,17	0,07
Outubro	0,61	0,26	0,17	0,06
Novembro	1,50	0,46	0,17	0,06
Dezembro	3,40	0,91	0,16	0,06

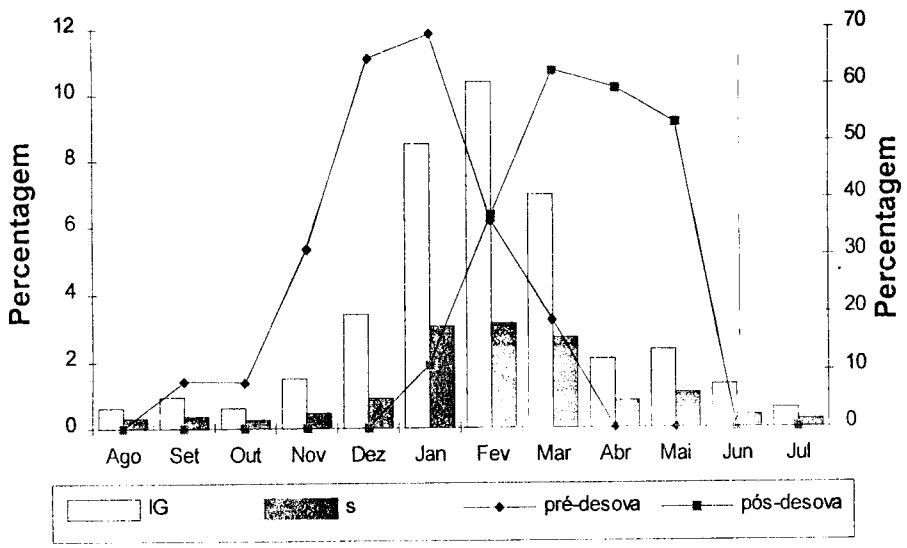


Figura 2.5.4 - Variação do índice gonadossomático médio (IG) e respectivo desvio padrão (s) (na escala da esquerda) e proporção de fêmeas em estado de pré-desova e pós-desova ao longo do ano em *L. boscii* capturado na costa Portuguesa, de 1989 a 1993.

Nos machos, os dados observados para o índice gonadossomático apresentam variação pouco acentuada e não permitem determinar a época de reprodução. Contudo, esta deve ser semelhante à das fêmeas, como nos outros pleuronectiformes.

A época de reprodução pode ser também localizada pelo factor de condição. A variação deste parâmetro ao longo do tempo apresenta-se na tabela 2.5.6.

Tabela 2.5.6 - Variação do factor de condição médio (K) e respectivo desvio padrão (s) em *L. boscii* amostrado de 1989 a 1993 na costa Portuguesa.

	Fêmeas		Machos	
	média	**s**	**média**	**s**
Janeiro	0,787	0,096	0,760	0,083
Fevereiro	0,780	0,177	0,754	0,084
Março	0,775	0,066	0,744	0,061
Abril	0,708	0,051	0,719	0,041
Maio	0,696	0,057	0,711	0,067
Junho	0,665	0,018	0,662	0,036
Julho	0,656	0,071	0,661	0,044
Agosto	0,648	0,034	0,623	0,004
Setembro	0,703	0,001	0,675	0,035
Outubro	0,712	0,015	0,673	0,085
Novembro	0,782	0,013	0,717	0,030
Dezembro	0,753	0,029	0,732	0,010

Os resultados obtidos mostram-se na figura 2.5.5, onde podemos observar o padrão de variação anual do parâmetro estudado. Os valores mais elevados do factor de condição são atingidos entre Novembro e Março, época em que as gónadas se apresentam maiores.

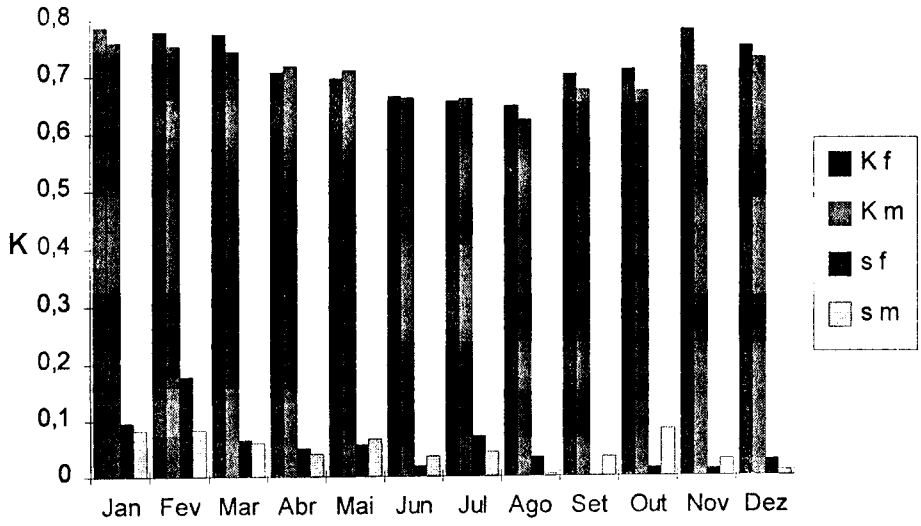


Figura 2.5.5 - Variação sazonal do factor de condição médio em *L. boscii* amostrado na costa portuguesa, de 1989 a 1993, para fêmeas (f) e machos (m) e respectivo desvio padrão (s).

Podemos então afirmar globalmente, conjugando as várias informações, que a época de reprodução de *L. boscii* na costa Portuguesa se situa entre Janeiro e Março. A presença de fêmeas em estado de pós-desova, até Maio, é um pormenor de importância secundária pois, segundo RIJNSDORP (1992), o período de recuperação pode ser bastante longo para as fêmeas, prolongando-se muito para além da época de reprodução. Por outro lado, ao definirmos a época de reprodução com dados recolhidos ao longo de cinco anos consecutivos, com amostras de diferentes tamanhos, podemos obter uma sobreestimação da sua duração (RIJNSDORP, 1989a) mas a uniformidade das amostragens não nos leva a concluir que assim tenha sucedido.

2.5.3.3. Alterações no Diâmetro Médio dos Oócitos Após Armazenamento

Da comparação, para o mesmo indivíduo, do diâmetro médio de 300 oócitos de 3 amostras, uma fresca, outra armazenada seis meses em formol a 4%, tamponado, e ainda outra armazenada 6 meses em líquido de Gilson, e repetindo para um total de cinco fêmeas, obtivemos os resultados da tabela 2.5.7.

Tabela 2.5.7 - Comparação do diâmetro médio de 3 amostras de 300 oócitos de *L. boscii*, uma fresca, outra armazenada 6 meses em formol a 4% tamponado e ainda outra armazenada 6 meses em líquido de Gilson, provenientes do mesmo peixe, através do teste t, para um nível de significância de 99%.

Amostras:	**Média (μm)**	**Variância**	**n**
FRESCO	433,67	6694,5	300
FORMOL	428,04	9976,7	300
GILSON	402,61	6604,9	301
COMPARAÇÕES	***t***	**graus de liberdade**	**P**
FRESCO-FORMOL	0,75	598	>0,05
FRESCO-GILSON	4,66	599	<0,001
FORMOL-GILSON	0,76	599	<0,001

Assim, os resultados indicam que o líquido de Gilson provoca um retraimento médio no diâmetro dos oócitos de 7,2% e o formol um retraimento de 1,3% em relação aos frescos, sendo a diferença significativa apenas no primeiro caso. A comparação do diâmetro médio dos oócitos, armazenados em Gilson e formol, entre si não é superior a 5,9% sendo a diferença não significativa. Este resultado permite a comparação entre valores obtidos por análise histológica após fixação em formol e valores obtidos por medição de ovócitos após tratamento com o

líquido de Gilson. Comparando os resultados obtidos com análises semelhantes efectuadas por outros autores, verificam-se retraimentos menores em *L. boscii* (HUNTER *et al.*, 1985).

2.5.3.4. Estudo Histológico das Gónadas

A medição do diâmetro dos oócitos em várias fases da sua maturação, efectuada em cortes histológicos, conduziu aos resultados apresentados na tabela 2.5.8. Aí podemos verificar que o diâmetro dos oócitos pode variar entre 10 e 608 μm.

Tabela 2.5.8 - Diâmetro médio, desvio padrão (s) e intervalo de variação de 95% para oócitos de *L. boscii* em vários estados de maturação, medidos em cortes histológicos efectuados a partir de gónadas em pré-desova fixadas em formol a 4% tamponado.

Tipo de oócito	Diâmetro (μm)	s	[Diâmetro]
imaturo	66,9	35,5	10-157
em maturação	271,4	58,0	157-402
maduro	478,9	75,1	323-608

Foram observados oócitos em vitelogénese com diâmetro variando entre 157 e 608 μm. O intervalo de valores entre os quais varia o diâmetro dos oócitos no início de vitelogénese, considerados em maturação, vai de 157 a 402μm, com um valor médio de 271,4 ±58,0 μm. Os oócitos em adiantado estado de vitelogénese, considerados maduros, apresentam diâmetro médio de 478,9±75,1 μm, sendo

observados valores entre 323 e 608 μm. Os oócitos imaturos, com citoplasma cromófilo e sem qualquer inclusão, apresentam diâmetro médio de 66,9±35,5 μm, podendo variar entre 10 e 157 μm. Considera-se que estes oócitos já não prosseguem o processo de maturação para o ano em curso.

Da caracterização dos ovários em estado de pós-desova, no sentido de avaliar o grau de atresia, resultaram os valores da tabela 2.5.9. Podemos então verificar a pequena importância desta fracção de oócitos, com um valor médio de 4,0% de oócitos, por campo, para uma ampliação de 100 vezes. O processo de atresia, sendo pouco significativo, apresenta uma reduzida influência nos cálculos de fecundidade.

Tabela 2.5.9 - Proporção dos diferentes tipos de oócitos em cortes histológicos de ovários de *L. boscii* em estado de pós-desova.

Tipo de oócito	Percentagem do nº médio/campo
imaturos	47,3
em maturação	10,7
maduros	37,9
atrésicos	4,0

Da observação dos ovários em estado de pós-desova, resultou ainda a constatação da presença de um número relativamente elevado de oócitos maduros. Assim, foram observados 37,9% de oócitos maduros/campo. Tal observação indica a possibilidade desta espécie efectuar desova fraccionada ao longo da época de reproducção.

2.5.3.5. Caracterização dos Ovários em Estado de Pré-Desova de Acordo com a Distribuição de Tamanhos dos Oócitos

O diâmetro dos oócitos de *L. boscii*, provenientes de ovários em estado de maturação de pré-desova, medidos após tratamento em líquido de Gilson, varia entre um mínimo de 78 μm e um máximo de 624μm (tabela 2.5.10). Considerando o retraimento de 7,2% provocado pelo fixador, os valores em fresco estarão entre 84 e 672μm. A informação disponível na bibliografia consultada refere para o diâmetro dos oócitos valores que vão desde 0,4 a 4 mm e, pelos diâmetros observados, *L. boscii* assemelha-se a *Limanda limanda, Limanda ferruginea, Pseudopleuronectes americanus, Psetta maxima* e *Platichthys flesus* (ROFF, 1982; KARTAS & QUIGNARD, 1984).

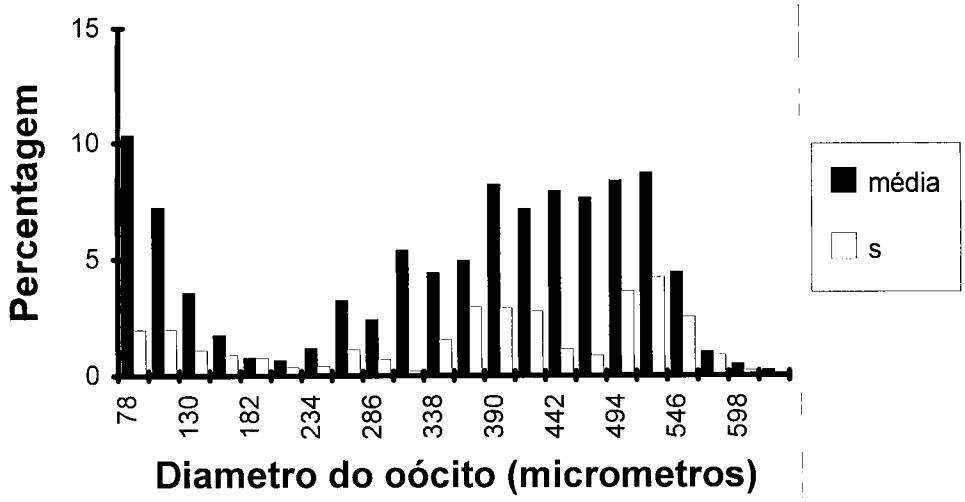


Figura 2.5.6 - Distribuição dos diâmetros de oócitos provenientes de ovários de *L. boscii* em estado de pré-desova, preservados em líquido de Gilson.

Na figura 2.5.6 podemos visualizar, para algumas das gónadas típicas em estado de pré-desova, o modo como os oócitos se distribuem em função do seu tamanho e na tabela 2.5.11 os valores médios de percentagem de cada grupo de tamanho, obtidos para as 39 gónadas.

Tabela 2.5.10 - Distribuição dos diâmetros dos oócitos em ovários de *L. boscii* em estado de pré-desova e respectivo desvio padrão (s)(n=39), preservados em líquido de Gilson.

Diâmetro (μm)	Percentagem média	s
78	10,33	1,97
104	7,16	1,99
130	3,61	1,10
156	1,76	0,91
182	1,82	0,12
208	1,29	0,67
234	2,18	1,37
260	3,26	1,15
286	2,44	0,69
312	5,22	0,22
338	3,96	1,99
364	4,45	2,46
390	8,14	2,90
416	6,81	2,14
442	7,91	1,16
468	6,68	2,04
494	8,08	3,26
520	8,78	4,21
546	4,47	2,52
572	1,05	0,89
598	0,52	0,24
624	0,06	0,00

É evidente um largo intervalo de diâmetros, assim como uma separação entre os grupos de oócitos maiores, em vitelogénese, e o grupo dos menores, do grupo de reserva.

A medição do diâmetro dos oócitos em preparações histológicas produziu os valores constantes na tabela 2.5.11 e a sua distribuição percentual pode ser visualizada na figura 2.5.7.

Tabela 2.5.11 - Distribuição, em percentagem, do diâmetro dos oócitos de *L. boscii* em estado de pré-desova (n=11), medidos em preparações histológicas de ovários preservados em formol a 4% tamponado.

Diâmetro (μm)	Imaturos	Em Maturação	Maduros
10	1,36	0	0
30	4,94	0	0
50	8,86	0	0
70	5,62	0	0
90	4,60	0	0
110	3,92	0	0
130	3,24	0	0
150	1,36	0	0
170	0,17	0,68	0
190	0	2,39	0
210	0	2,73	0
230	0	4,09	0
250	0	3,58	0
270	0	2,56	0
290	0	4,77	0
310	0	2,90	0
330	0	2,73	0,2
350	0	3,41	1,4
370	0	2,73	1,2
390	0	0,34	1,9
410	0	0,68	2,7
430	0	0	1,9
450	0	0	2,2
470	0	0	1,9
490	0	0	2,4
510	0	0	3,7
530	0	0	2,9
550	0	0	4,3
570	0	0	2,6
590	0	0	2,6
610	0	0	0,7

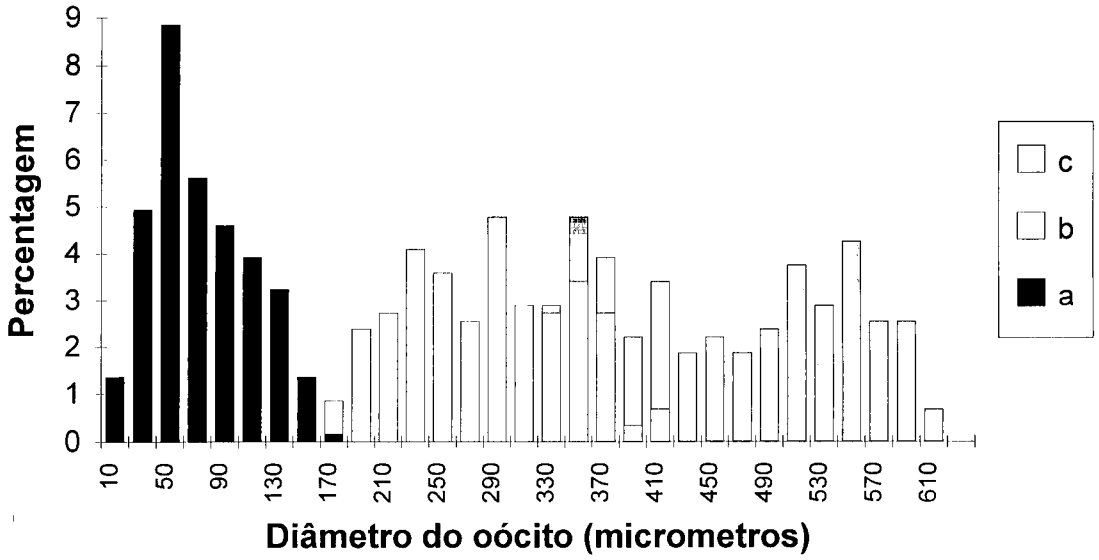


Figura 2.5.7 - Distribuição, em percentagem, do diâmetro dos oócitos de *L. boscii* em estado de pré-desova (n=11), medido em preparações histológicas de ovários preservados em formol a 4% tamponado: a-imaturos; b-em maturação; c-maduros.

Comparando a distribuição de frequências do tamanho dos oócitos preservados em líquido de Gilson e em formol, verificamos que os resultados se assemelham bastante, sendo a divisão entre os dois grupos de oócitos, imaturos e em vitelogénese, mais evidente nos oócitos preservados em líquido de Gilson e localizando-se para um valor superior, aos 200 μm. Isto pode observar-se na figura 2.5.8, onde se apresenta a distribuição de diâmetros corrigidos com o grau de retracção acima calculado, para o formol e para o líquido de Gilson.

A distribuição de frequências do tamanho dos oócitos presentes nas gónadas em estado de pré-desova, apesar de apresentar separação entre os dois grupos de oócitos, como se pode verificar nas figuras 2.5.7 e 2.5.8, não é tão clara como noutros pleuronectiformes, nos quais aparece um hiato mais ou menos pronunciado. É o que acontece, por exemplo, em *Pleuronectes platessa* (HORWOOD, 1990). *L. boscii* apresenta-se de um modo mais parecido ao que se verifica em *Solea solea* (HORWOOD & WALKER, 1990), com um hiato menos marcado, sendo esta espécie, tal como *Pleuronectes platessa,* considerada como

reprodutor determinado. A divisão entre os dois grupos de oócitos presentes nos ovários surge entre os 170 e os 200 μm de diâmetro, separando os oócitos imaturos daqueles que iniciaram a vitelogénese. Considera-se que os oócitos acima deste limiar serão libertados na desova do ano, os restantes não contribuindo para a fecundidade desse ano.

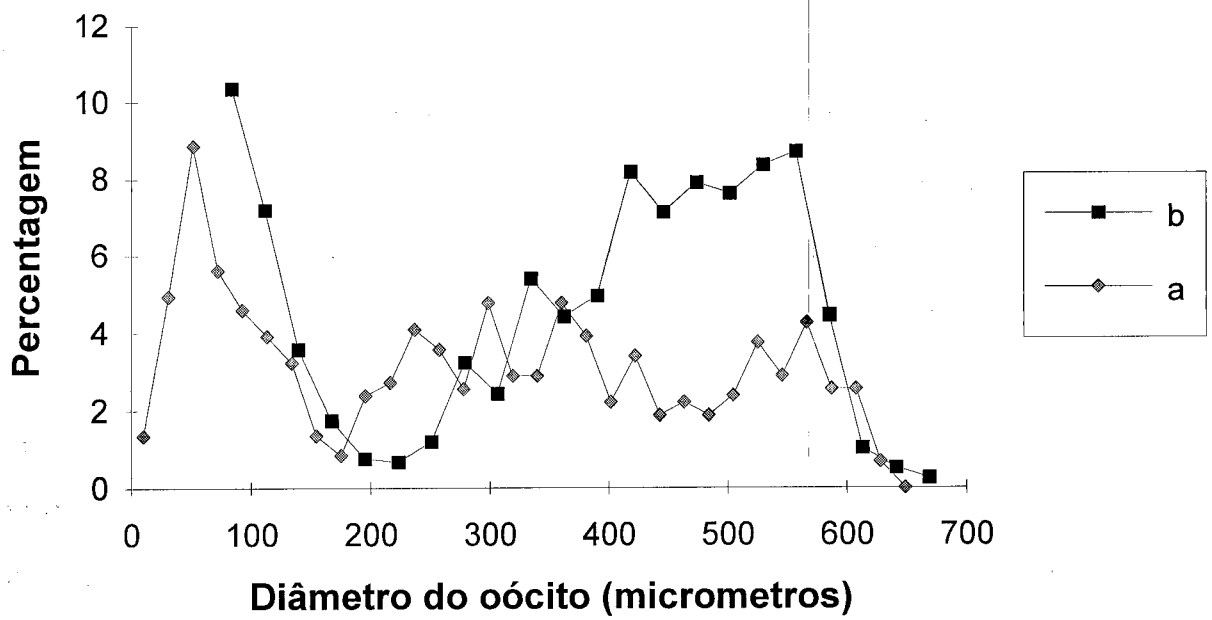


Figura 2.5.8 - Distribuição, em percentagem, do diâmetro dos oócitos de *L. boscii* em estado de pré-desova preservados em formol (a) e em líquido de Gilson (b), corrigidos com o grau de retracção acima calculado.

Os resultados obtidos em relação à distribuição de tamanhos dos oócitos nos ovários em pré-desova, conjuntamente com as observações relativas ao grau de atresia e com a observação de que nos ovários em pós-desova se detectam oócitos maduros em quantidade relativamente elevada, permitem concluir sobre o tipo de reprodução desta espécie, que será de fecundidade determinada mas com várias desovas ao longo da época de maturação.

2.5.3.6. Fecundidade Absoluta

A avaliação do número total de oócitos por fêmea produziu resultados dentro de um intervalo que variou entre os 52005 e os 256482. O valor médio, considerado apenas como indicativo porque é fortemente dependente da amostragem, situa-se nos 146052,39±50592,44. Considerando apenas os oócitos em vitelogénese (com diâmetro superior a 200μm), a fecundidade varia de 47821 a 219714 oócitos/fêmea, sendo o valor médio 128359,15±43872,82. Este último valor é considerado como o que melhor descreve a fecundidade real da espécie, sendo apenas efectado por um baixo grau de atresia, como verificado acima.

Comparativamente aos valores obtidos para outros pleuronectiformes, que podem variar de 10 mil a 15 milhões de oócitos, a fecundidade de *L. boscii* está na parte inferior do intervalo, mais próxima de espécies de pequena e média dimensão, como *Pleuronectes platessa, Hippoglossoides platessoides, Limanda limanda* e *Solea vulgaris* e muito afastada de *Psetta maxima* ou *Hippoglossus hippoglossus* (RAMOS, 1982; KARTAS & QUIGNARD, 1984; MILLNER, *et al.*, 1991; RIJNSDORP, 1991). O relativamente baixo valor de fecundidade pode ser, pelo menos em parte, sustentado por uma desova bêntica sugerida para esta espécie (SABATES, 1991) já que as espécies que se caracterizam por este tipo de desova apresentam fecundidade menor que espécies semelhantes mas com desova pelágica (KARTAS & QUIGNARD, 1984).

2.5.3.7. Fecundidade Relativa e Relações Fecundidade-Peso e Fecundidade-Comprimento

A fecundidade relativa média de *L. boscii* foi determinada como sendo 584,93 ±168,10 oócitos/grama e 4413,52 ±1229,00 oócitos/cm, considerando apenas os oócitos em vitelogénese.

Comparativamente a outras espécies de pleuronectiformes, vamos encontrar um posicionamento da espécie, como já referido para a fecundidade absoluta, para baixo do ponto médio do intervalo de valores relatados para pleuronectiformes, de 50 a 1200/g, apresentando um valor semelhante ao de *Solea vulgaris* (KARTAS & QUIGNARD, 1984).

A relação fecundidade-peso, apresentada na figura 2.5.9 e a relação fecundidade-comprimento, na figura 2.5.10, podem ser expressas nas seguintes formas:

$$FP = 2232{,}59 \cdot W^{0{,}743} \quad ; (n=33;\ r^2=0.56;\ p<0.01)$$

ou

$$FP = 373{,}23 \cdot W + 42914{,}46 \quad ; (n=33;\ r^2=0.55;\ p<0.01)$$

e

$$FP = 61{,}06 \cdot L^{2.266} \quad ; (n=33;\ r^2=0.55;\ p<0.01)$$

ou

$$FP = 9288{,}33 \cdot L - 137624{,}80 \quad ; (n=33;\ r^2=0.53;\ p<0.01)$$

em que FP é a fecundidade potencial absoluta (número de oócitos), W o peso do peixe (gramas) e L o comprimento total (cm).

Comparativamente a outras espécies, no que respeita à relação exponencial entre a fecundidade e o comprimento, *L. boscii* apresenta um valor de *b*

relativamente baixo (2,27), indicando que, à medida que o peixe cresce, a fecundidade aumenta de um modo inferior a uma função cúbica do comprimento.

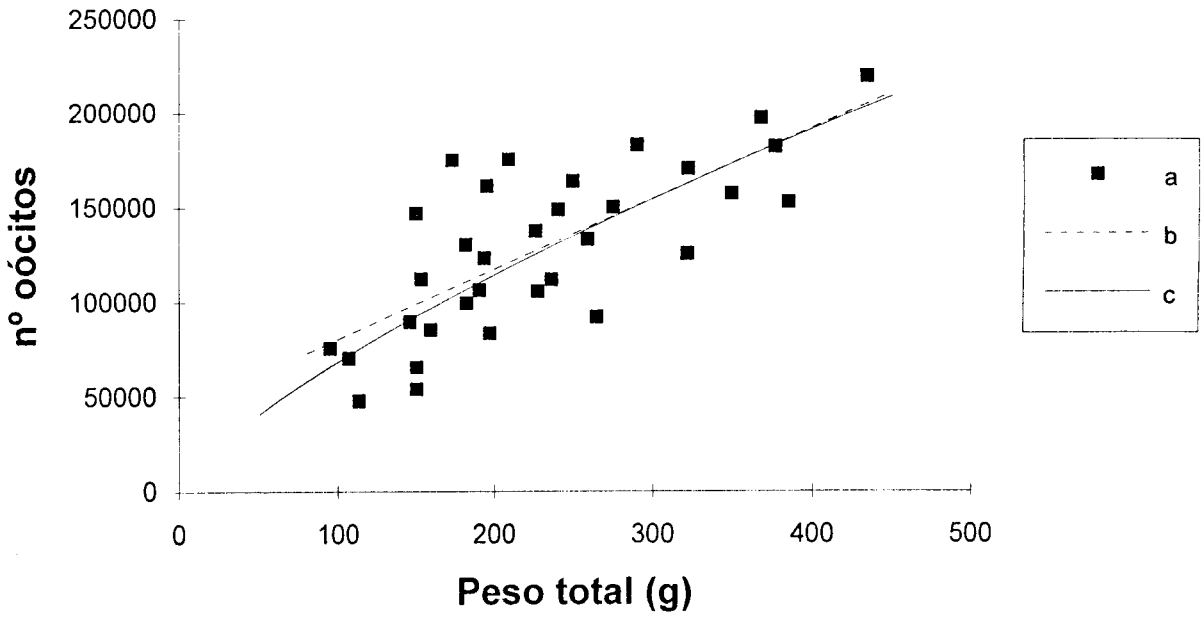


Figura 2.5.9 - Relação fecundidade-peso para *L. boscii* amostrado na costa Portuguesa entre 1989 e 1993: a-dados observados; b-relação linear; c-relação exponencial.

Para as outras espécies de pleuronectiformes estudadas, o referido expoente pode apresentar valores de 2,7 a 4,6 (ROFF, 1982; KARTAS & QUIGNARD, 1984). Ainda de acordo com este último autor, espécies com baixo valor de *b* apresentam longevidade inferior às que manifestam *b* superior. Convém recordar que o valores de *a* e *b* dependem da amostragem efectuada e da repartição das diversas classes de comprimento na amostra, pelo que estes valores deverão ser tomados com precaução, exigindo um aprofundamento complementar.

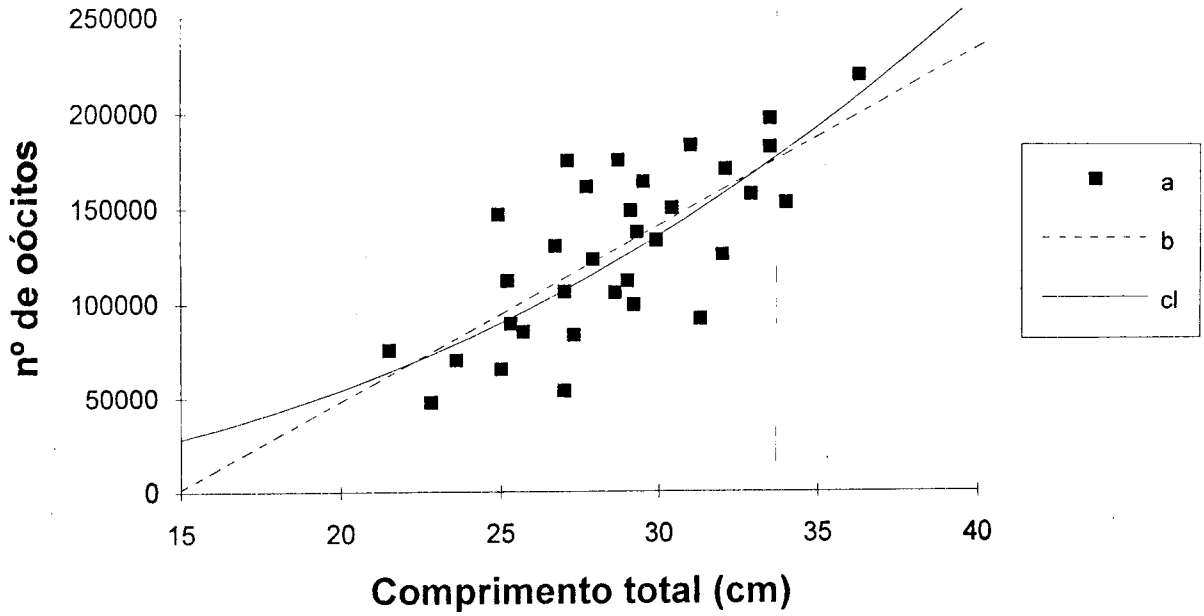


Figura 2.5.10 - Relação fecundidade-comprimento para *L. boscii* amostrado na costa Portuguesa entre 1989 e 1993: a-dados observados; b-relação linear; c-relação exponencial.

Pela análise do coeficiente de determinação R^2, verificamos que o melhor ajuste aos dados observados é a relação linear para a relação fecundidade-comprimento e a relação exponencial para a relação fecundidade-peso. Contudo, as diferenças são mínimas, não justificando a opção por uma delas. Por outro lado, deverá ser preferida a forma exponencial pois a logaritmização efectuada no seu cálculo estabiliza a variância em relação ao tamanho do peixe, produzindo uma função melhor ajustada (BAGENAL & BROWN, 1978).

2.5.3.8. GML Plot de Beverton

Os valores do comprimento de primeira maturação (Lm), comprimento assimptótico (L_{∞}) e da taxa de curvatura da equação de crescimento de von Bertalanffy (K), foram calculados anteriormente neste trabalho. O valor de da idade máxima (Tmax), calculado pelo método de TAYLOR (1962), conduziu ao valor de 21 anos para as fêmeas e 15 anos para os machos.

Relacionando os parâmetros acima descriminados, obtivemos para as fêmeas Lm/L_{∞}=0,46. e KTmax=2,73. Para os machos, obtivemos Lm/L_{∞}=0,52 e KTmax=2,81. Comparando os valores obtidos com o gráfico *GML* de BEVERTON (1992) (figura 2.5.11), verificamos que *L. boscii*, tal como outras espécies, não se situa dentro da zona de estratégia óptima teórica, sugerindo uma estratégia vital menos eficaz do que o modelo teórico prevê.

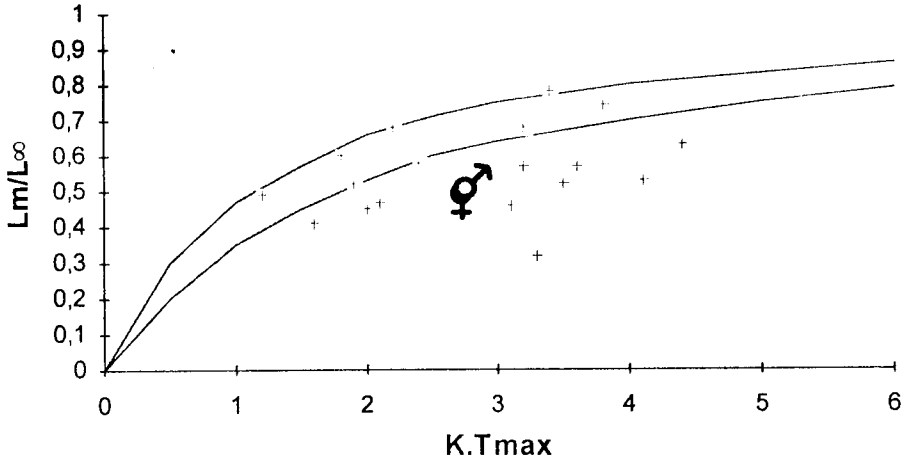


Figura 2.5.11 - Gráfico "GML" de Beverton (1992) mostrando a zona de estratégia óptima (entre as duas linhas) e a localização de vários pleuronectiformes em relação a essa zona. Mostra-se também o resultado obtido para fêmeas e machos de *L. boscii* amostrado na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Obtivemos este resultado não só com os cálculos efectuados para as amostragens da costa Portuguesa, mas também, de uma forma coerente, com os cálculos por nós efectuados para todos os outros locais, cujos dados de crescimento constam da bibliografia disponível. Por outro lado, como pode ser observado na mesma figura, também outras espécies de pleuronectiformes apresentam características que os colocam fora da zona de estratégia óptima teórica. A espécie cujos resultados mais se assemelham aos de *L. boscii* é *Pleuronectes platessa*.

CAPÍTULO 3

ALIMENTAÇÃO

3. ALIMENTAÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO

O estudo das relações tróficas entre as várias espécies que compõem as redes alimentares oceânicas é fundamental para o conhecimento dos equilíbrios ecológicos. Por outro lado e do ponto de vista da exploração dos recursos, a tendência manifestada por alguns investigadores incide, actualmente, no estudo de suportes teóricos para uma gestão multiespecífica desses recursos. Com efeito, muitas das espécies comercialmente exploradas em determinada área fazem parte da mesma cadeia alimentar e a exploração de uma delas terá reflexos nos efectivos das restantes e, consequentemente, na sua exploração piscatória. Por este motivo, o estudo de todos os elementos dessa cadeia é importante. Este aspecto é particularmente relevante no nosso país onde, em muitos casos, não existe uma pesca dirigida a determinada espécie mas a um conjunto de espécies, o que resulta em exploração multiespecífica.

A mais frequente componente dos estudos tróficos consiste na caracterização da dieta da espécie em estudo. Outras componentes relacionam-se com o estudo dos predadores que incluem a espécie estudada na sua dieta e relacionam-se ainda com a quantificação dos fluxos de energia entre os vários níveis tróficos estabelecidos. Os trabalhos publicados sobre a alimentação de *L. boscii* referem-se quer a águas do Mediterrâneo (MACPHERSON, 1979; PELLEGRINI & BARGHIGIANI, 1989; MORTE & SANZ, 1994) quer ao norte peninsular (OLASO, 1990). Em relação aos predadores de *L. boscii* na costa Portuguesa, não foram encontradas referências que nos possibilitem conhecê-los. Contudo, os estudos efectuados nas comunidades de peixes da plataforma continental peninsular indicam a existência de uma forte associação desta espécie com outros teleósteos abundantes, como *Micromesistius poutassou, Lepidorhombus whiffiagonis, Lophius budegassa,*

Lophius piscatorius, Conger conger, Merluccius merluccius, Helicolenus dactylopterus, Phycis sp., Scyliorhinus canicula, Galeus melastomus, Dalatias licha e *Deania calceus*, os quais serão ser seus predadores potenciais (FIGUEIREDO, 1989; OLASO, 1990). Por outro lado, diversos trabalhos relacionados com a alimentação de peixes (LARRAÑETA, 1970; MACPHERSON, 1977; 1978; GONZÁLEZ ET AL., 1985) e de cefalópodes (CASTRO & GUERRA, 1985; RASERO(em publicação)) referem a predação de pleuronectiformes como ocasional.

Neste trabalho, caracterizamos a dieta de *L. boscii* capturada ao longo da costa portuguesa e procuramos descrever as variações sazonais e geográficas da dieta, para além da sua alteração com as dimensões e com o sexo da espécie estudada.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Conteúdo Gástrico

Foi observado o estado de repleção gástrica de 2891 indivíduos amostrados na costa Portuguesa entre 1989 e 1993, de acordo com uma escala arbitrária variando de zero (vazio) a quatro (estômago completamente cheio e distendido). Aos indivíduos amostrados, extraíram-se e analisaram-se 481 estômagos pertencentes a indivíduos com comprimento total entre 9 e 43 cm, recolhidos ao longo do intervalo de tempo em que se efectuou este estudo. Para todos os indivíduos foi registado o comprimento total e o sexo, para além da área de captura. Após extracção, os estômagos foram armazenados de acordo com as condições possíveis no momento. Assim, em parte das amostragens, os

estômagos foram congelados. Nas restantes, eles foram preservados em formol a 5%, tamponado.

O conteúdo gástrico de cada indivíduo foi identificado e as presas enumeradas, sempre que a sua integridade o permitiu. A identificação efectuou-se até ao mais baixo *taxon* possível, utilizando diversas fontes bibliográficas. Assim, os peixes foram identificados de acordo com WHITEHEAD *et al.* (1986) e os otólitos detectados isoladamente foram identificados por comparação com as imagens expostas em CHAINE & DUVERGIER (1934), em HÄRKÖNEN (1986) e por comparação com a colecção de referência existente no Instituto de Investigaciones Mariñas de Vigo. A baixa frequência de otólitos isolados tornou irrelevante o cálculo do comprimento aproximado do respectivo indivíduo, por meio de equações disponíveis na bibliografia (HÄRKÖNEN, 1986). Os crustáceos foram identificados com base em ZARIQUIEY (1968).

A cada presa foi, sempre que possível, medido o comprimento total (em mm).

Com os dados obtidos, calcularam-se os índices alimentares mais informativos da dieta destes animais, de acordo com HYNES (1950) e HYSLOP (1980).

Assim, calculou-se o índice de vacuidade (IV):

$$IV = \frac{100.EV}{TE}$$

em que EV é o número de estômagos vazios e TE o número total de estômagos observados.

Calculou-se o índice de ocorrência (IO), da forma:

$$IO = \frac{100.NE_i}{NE_t}$$

em que NE_i é o número de estômagos em que determinado grupo taxonómico está presente e NE_t o número total de estômagos analisados.

Calculou-se também o índice de importância numérica (IN), por:

$$IN = \frac{100.NP_i}{NP_t}$$

em que NP_i é o número total de indivíduos de determinado grupo taxonómico na totalidade dos estômagos e NP_t o número total de todas as presas observadas.

No sentido de comparar a variação da dieta com o tamanho, o sexo, a área de proveniência dos indivíduos e a época do ano, os índices alimentares foram calculados de acordo com diversos objectivos.

Para determinar a influência da origem geográfica na dieta, os índices foram calculados para quatro áreas de proveniência, Norte, Centro, Sul e Algarve, de acordo com a figura 3.1, juntando todos os indivíduos.

Para estudar a influência do tamanho de *L. boscii* na dieta, os indivíduos de todas as áreas foram agrupados de acordo com o comprimento total e calcularam-se os índices para cada um dos grupos obtidos: grupo I, <14,99 cm; grupo II, de 15 a 19,99 cm; grupo III, de 20 a 24,99 cm; grupo IV, de 25 a 29,99 cm e grupo V, >29,99 cm.

Para estudar as diferenças na dieta de *L. boscii* para cada sexo, os índices foram calculados para machos e fêmeas, separadamente, juntando todas as áreas mas separando por grupos de comprimento.

Para determinar as variações sazonais na dieta, os indivíduos foram separados de acordo com a data de captura e calcularam-se os índices para cada trimestre, com os indivíduos de todas as áreas.

Como os valores obtidos para os diversos índices são em forma de percentagem, os resultados foram analisados pelo teste de comparação de percentagens (SCHERRER, 1984).

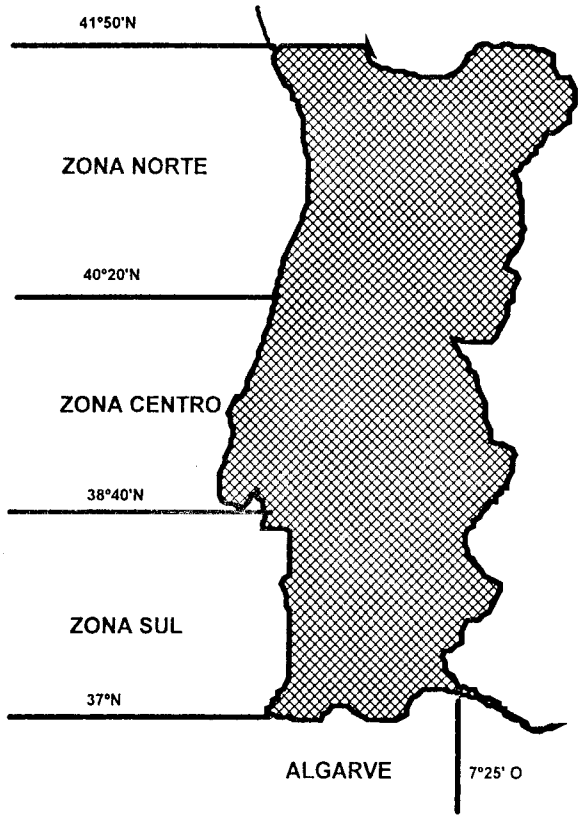


Figura 3.1 - Costa portuguesa e as áreas de proveniência das amostras de *L. boscii* para a análise do conteúdo gástrico.

Dimensões das Presas

Procurou-se averiguar a relação existente entre as dimensões de *L. boscii* e as dimensões das presas ingeridas. Assim, as presas identificadas inteiras foram medidas (em mm) na sua maior dimensão, geralmente o comprimento total. Os valores obtidos foram relacionados com o comprimento total do respectivo predador, obtendo-se a respectiva função pelo método dos mínimos quadrados.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Conteúdo gástrico

Foram identificados 20 grupos de presas na dieta de *L. boscii.* Dos resultados obtidos, apresentados na tabela 3.1, salienta-se que a dieta é constituída por crustáceos e teleósteos, não se encontrando representados outros organismos, dentro do intervalo de tamanhos estudados de *L. boscii* (9 a 43 cm).

Como é possível verificar na tabela 3.1, *L. boscii* caracteriza-se por possuir uma dieta pouco diversificada, comparativamente a outras espécies de pleuronectiformes (MOORE & MOORE, 1975; STEINARSSON, 1979; WYCHE & SHACKLEY, 1986; PELLEGRINI & BARGHIGIANI, 1989; CORDEIRO, 1989; OLASO, 1990; ZAMARRO, J., 1992; STEIMLE *et al.*, 1994). Outros estudos mostram, contudo, que outras espécies de pleuronectiformes apresentam, igualmente, baixa diversidade de organismos na sua dieta (VLAS, 1979; BOWERING & LILLY, 1992).

Na dieta de *L. boscii* , salienta-se a ausência de Polychaeta e de Mollusca que, nos estudos efectuados para esta espécie no Mediterrâneo, também se apresentam de forma residual (MACPHERSON, 1979; PELLEGRINI & BARGHIGIANI, 1989; MORTE & SANZ, 1994). Para o Atlântico, os estudos efectuados sobre a dieta desta espécie, no Cantábrico, apontam a presença ocasional de Mollusca mas, pelo contrário, indicam abundante consumo de Polychaeta (OLASO, 1990), não coincidindo com os nossas nossas observações.

A maior parte dos organismos identificados na dieta de*L. boscii*, é bentónica. As presas detectadas são relativamente comuns na plataforma continental Ibérica, conforme foi verificado por diversos autores (NOBRE, 1936; ZARIQUIEY, 1968; GONZALEZ-GURRIARÁN & OLASO, 1987; FIGUEIREDO, 1989; OLASO, 1990; SÁNCHEZ, 1993)

Tabela 3.1 - Grupos taxonómicos detectados no conteúdo gástrico de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa.

CRUSTACEA	
	Pasiphaea sivado
	Sergestes sp.
	Plesionika sp.
	Processa sp.
	NATANTIA não identificados
	Nephrops norvegicus
	Goneplax rhomboides
	Macropipus tuberculatus
	Munida intermedia
	Liocarcinus sp
	BRACHYURA não identificados
	MYSIDACEA
	EUPHAUSIACEA
	AMPHIPODA
	ISOPODA
	CRUSTACEA não identificados
TELEOSTEI	
	Micromesistius poutassou
	Gadiculus argenteus
	Lesueurigobius friesii
	Argentina sphyraena
	Ammodytes sp.
	Callionymus sp.
	Trachurus sp.
	TELEOSTEI não identificados

A dieta de *L. boscii*, constituída por crustáceos e teleósteos, indica claramente um efeito de selecção do alimento. Com efeito, os estudos de fauna bentónica na plataforma continental ibérica demonstram a existência de uma

grande diversidade de outros organismos que não se encontram representados na dieta deste peixe (ZARIQUIEY, 1968; GONZALEZ-GURRIARÁN & OLASO, 1987; OLASO, 1990; SÁNCHEZ, 1993). Por outro lado, para além deste tipo de selecção de alimento, o facto de as presas detectadas se caracterizarem pela sua grande abundância relativa nas costas ibéricas (ZARIQUIEY, 1968; GONZALEZ-GURRIARÁN & OLASO, 1987; OLASO, 1990; SÁNCHEZ, 1993), mostra que *L. boscii*, após a primeira selecção, se utiliza dos recursos de mais fácil obtenção no meio que o rodeia.

Outro pormenor a destacar é a ausência de canibalismo nesta espécie, provávelmente devido à zonação espacial que caracteriza esta espécie, com os indivíduos menores a maior profundidade.

A predação de *L. boscii* sobre outras espécies de peixes como *M. poutassou, Callionymus* sp. e *G. argenteus* é coerente com o facto de se ter determinado existir uma associação espacial entre estas espécies (SÁNCHEZ, 1993) e com a sua presença conjunta anteriormente verificada para as águas nacionais no caso de *M. poutassou,* (FIGUEIREDO, 1989) e desconhecida para as restantes.

Dos 2891 indivíduos observados entre 1989 e 1993, verificou-se que 1163 tinham o estômago vazio, o que corresponde a um índice de vacuidade global de 40,23 %. A variação mensal do índice de vacuidade encontra-se exposta na tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Variação mensal do índice de vacuidade (I.V.), em percentagem, verificado em 273 fêmeas (f) e 207 machos (m) de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
f	38,1	40,2	36,9	29,9	39,8	49,7	45,5	38,8	42,0	58,0	33,3	42,0
m	34,2	43,5	42,0	37,6	38,3	46,0	40,9	37,0	48,6	60,6	30,0	38,9
f+m	36,9	42,0	40,9	34,0	39,1	48,2	43,9	38,8	45,0	59,7	30,8	41,7

Dos valores desta tabela podemos verificar que este coeficiente apresenta oscilações entre 31 e 60%, ao longo do ano, indicando que esta espécie não interrompe a sua alimentação durante todo o ano. Também não se identifica qualquer padrão de variação sazonal, tal como se mostra na figura 3.2. As diferenças verificadas entre machos e fêmeas não são significativas (X^2=2,83; gl=11;p<0,05). Existe um contraste entre o que nós detectamos na costa portuguesa e o que verificou MORTE & SANZ (1994) no Mediterrâneo, onde o coeficiente de vacuidade apresentou valores médios da ordem dos 9%, sendo superiores no Inverno e mais baixos no Verão. Por seu lado, os valores por nós determinados são semelhantes aos verificados porOLASO (1990) para a costa norte da Península Ibérica, entre 32 e 41 % e aos deMACPHERSON (1977), também para o Mediterrâneo, que detectou valores entre 30 e 80%.

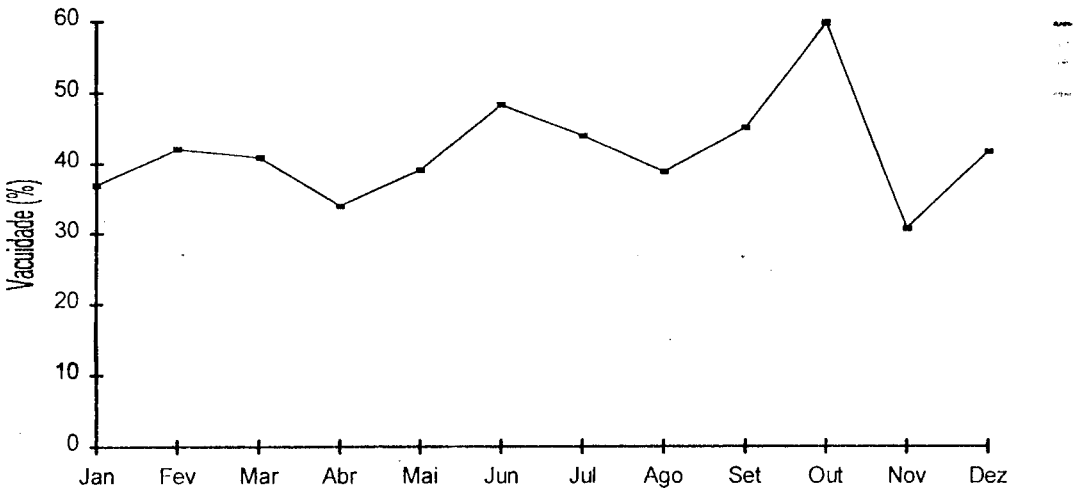


Figura 3.2 - Variação mensal do índice de vacuidade verificado em *L. boscii* capturado na costa Portuguesa, para machos e fêmeas em conjunto.

As diferenças encontradas no regime alimentar de *L. boscii* para as diferentes zonas estudadas são significativas (p>0,05) e encontram-se reflectidas na tabela 3.6. Aí, listam-se os valores do índice de ocorrência e índice de importância numérica para a regiões Norte, Centro, Sul e Algarve, juntando todos os indivíduos e usando ambos os sexos, uma vez que uma análise prévia

demonstrou não existirem diferenças significativas na dieta de machos e fêmeas, como se verá adiante. As diferenças verificadas entre as várias zonas, apesar de significativas, não são grandes em relação aos grupos mais representados. Assumimos que terá havido um efeito da amostragem, uma vez que a distribuição de tamanhos não é idêntica em cada zona e o número de estômagos analisados por zona é também bastante desigual. Por este motivo, nas análises subsequentes, juntaram-se os indivíduos de todas as zonas, aumentando assim o tamanho da amostra.

Tabela 3.6 - Índice de importância numérica e índice de ocorrência para os principais grupos taxonómicos presentes na dieta de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa, de acordo com a zona de captura: N=Natantia; B=Brachyura; T=Teleostei; M=Mysidacea; E=Euphausiacea; O=outros crustáceos. n=número de indivíduos.

	Índice de importância numérica				**Índice de ocorrência**			
	Norte	Centro	Sul	Algarve	Norte	Centro	Sul	Algarve
n	288	45	71	77	288	45	71	77
N	61,86	52,78	58,47	53,36	51,04	44,44	53,52	55,84
B	4,77	4,17	3,23	2,83	11,11	4,44	11,27	9,09
T	16,62	15,97	8,87	7,42	38,89	44,44	28,17	20,78
M	4,77	0,00	21,37	24,03	1,74	0,00	11,27	11,69
E	4,90	20,83	4,44	7,77	2,08	8,89	1,41	5,19
O	7,09	6,25	3,63	4,59	19,10	20,00	12,68	16,88

Para comparar a dieta de machos e fêmeas em função do tamanho de *L. boscii*, calculou-se o índice de importância numérica e o índice de ocorrência, para cinco grupos de tamanho.

Os resultados obtidos para o índice de importância numérica, para machos e fêmeas, encontram-se expostos na tabela 3.3, agrupados por grandes grupos taxonómicos. Com igual disposição, na tabela 3.4 expõem-se os resultados obtidos para o índice de ocorrência.

Tabela 3.3 - Índice de importância numérica para os principais grupos taxonómicos presentes na dieta de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa, de acordo com o sexo: N=Natantia; B=Brachyura; T=Teleostei; M=Mysidacea; E=Euphausiacea; O=outros crustáceos. n=número de indivíduos.

comprimento	sexo	n	N	B	T	M	E	O
<15 cm	f	16	31,03	2,30	0,00	47,13	19,54	0,00
	m	22	50,52	0,00	1,03	17,53	27,84	3,09
	f+m	38	41,30	1,09	0,54	31,52	23,91	1,63
15 a 19,9	f	62	73,21	2,23	5,36	10,71	4,91	3,57
	m	99	62,01	5,17	5,17	15,81	6,99	4,86
	f+m	161	66,55	3,98	5,24	13,74	6,15	4,34
20 a 24,9	f	120	57,01	3,82	18,79	4,14	7,32	8,92
	m	69	58,71	7,74	19,35	7,10	0,00	7,10
	f+m	189	57,57	5,12	18,98	5,12	4,9	8,32
25 a 29,9	f	69	65,50	4,50	25,00	0,00	0,00	5,00
	m	12	26,09	0,00	43,48	0,00	0,00	30,43
	f+m	81	61,43	4,04	26,91	0,00	0,00	7,62
>29,9 cm	f	7	7,69	0,00	69,23	0,00	0,00	23,08
	m	5	0,00	22,22	77,78	0,00	0,00	0,00
	f+m	12	4,55	9,09	72,73	0,00	0,00	13,64
Total	f	274	59,9	3,34	14,51	9,31	6,09	5,85
	m	207	57,10	5,06	10,60	13,05	8,16	6,04
	f+m	481	58,72	4,07	13,44	10,89	6,98	5,93

Tabela 3.4 - Índice de ocorrência para os principais grupos taxonómicos presentes na dieta de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa, de acordo com o sexo: N=Natantia; B=Brachyura; T=Teleostei; M=Mysidacea; E=Euphausiacea; O=outros crustáceos. n=número de indivíduos.

Comprimento	sexo	n	N	B	T	M	E	O
<15 cm	f	16	56,25	12,50	0,00	37,50	18,75	0,00
	m	22	72,73	0,00	4,55	13,64	18,18	13,64
	f+m	38	65,79	5,26	2,63	23,68	18,42	7,89
15 a 19,9	f	62	69,35	8,06	19,35	4,84	3,23	12,90
	m	99	60,61	11,11	17,17	7,07	3,03	16,16
	f+m	161	63,98	9,94	18,01	6,21	3,11	14,91
20 a 24,9	f	120	46,67	10,00	43,33	0,83	2,50	23,33
	m	69	43,48	14,49	40,58	2,90	0,00	15,94
	f+m	189	45,50	11,64	42,33	1,59	1,59	20,63
25 a 29,9	f	69	43,48	11,59	55,07	0,00	0,00	14,49
	m	12	25,00	0,00	75,00	0,00	0,00	58,33
	f+m	81	40,74	9,88	58,02	0,00	0,00	20,99
>29,9 cm	f	7	14,29	0,00	85,71	0,00	0,00	42,86
	m	5	0,00	20,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	f+m	12	8,33	8,33	91,67	0,00	0,00	25,00
Total	f	274	50,73	9,85	39,42	3,65	2,92	17,88
	m	207	52,66	10,63	28,99	5,80	3,38	17,87
	f+m	481	51,56	10,19	34,93	4,57	3,12	17,88

Dos resultados obtidos para o índice de importância numérica, verifica-se que são os crustáceos e, dentro destes, o grupo Natantia, que se apresentam como as presas mais consumidas por *L. boscii*, seguindo-se os Teleostei. Se atendermos às variações provocadas pelo tamanho do predador, verifica-se, tanto para os machos como para as fêmeas, uma variação inversa na importância relativa daqueles dois grupos, aumentando os Teleostei e diminuindo os Natantia à medida que o peixe cresce. Esta relação pode ser melhor interpretada na figura 3.3.

Comparando machos e fêmeas, verificamos que as diferenças detectadas não são significativas, se considerarmos apenas os grupos mais importantes na dieta.

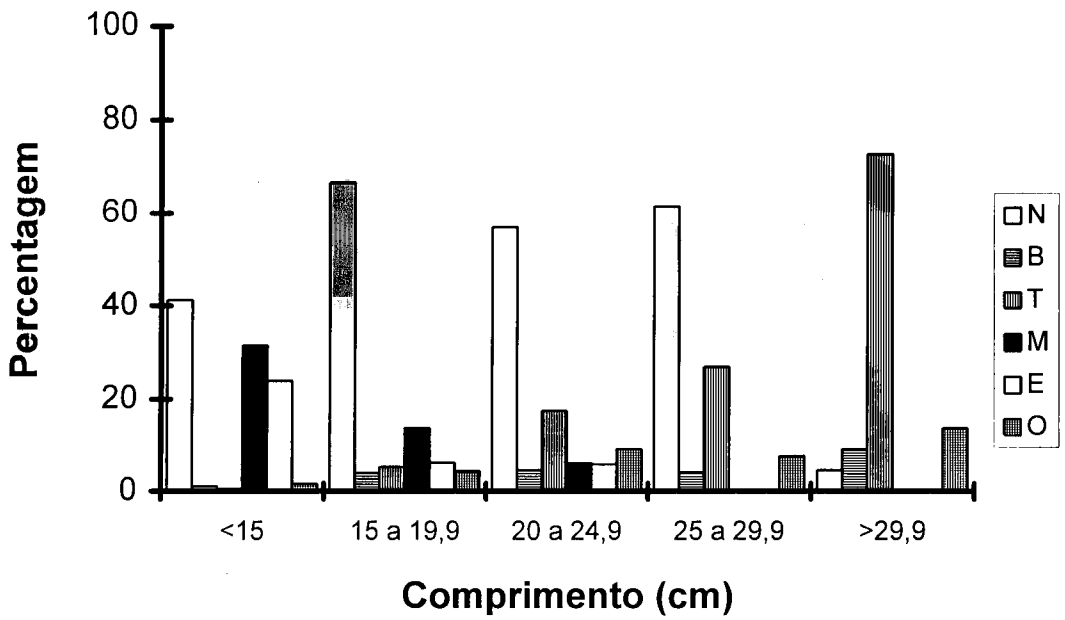


Figura 3.3 - Índice de importância numérica para os principais grupos taxonómicos presentes na dieta de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa, para diferentes grupos de tamanho do predador: N=Natantia; B=Brachyura; T=Teleostei; M=Mysidacea; E=Euphausiacea; O=outros crustáceos.

Relativamente ao índice de ocorrência, verifica-se que são os crustáceos e, dentro destes, os Natantia, que se apresentam como as presas mais frequentes nos estômagos de *L. boscii*, seguindo-se os Teleostei. Se atendermos às variações relacionadas com o tamanho do predador, verifica-se, do mesmo modo que acontece com o índice de importância numérica e tanto para os machos como para as fêmeas, uma variação inversa na importância relativa daqueles dois grupos, isto é, aumentam os Teleostei e diminuem os Natantia à medida que o peixe cresce. Esta relação pode ser melhor observada na figura 3.4, onde se relaciona o índice de ocorrência com o comprimento total de *L. boscii*, considerando cinco grupos de tamanho.

Comparando machos e fêmeas, verificamos que as diferenças detectadas não são significativas, se considerarmos apenas os grupos mais importantes na dieta.

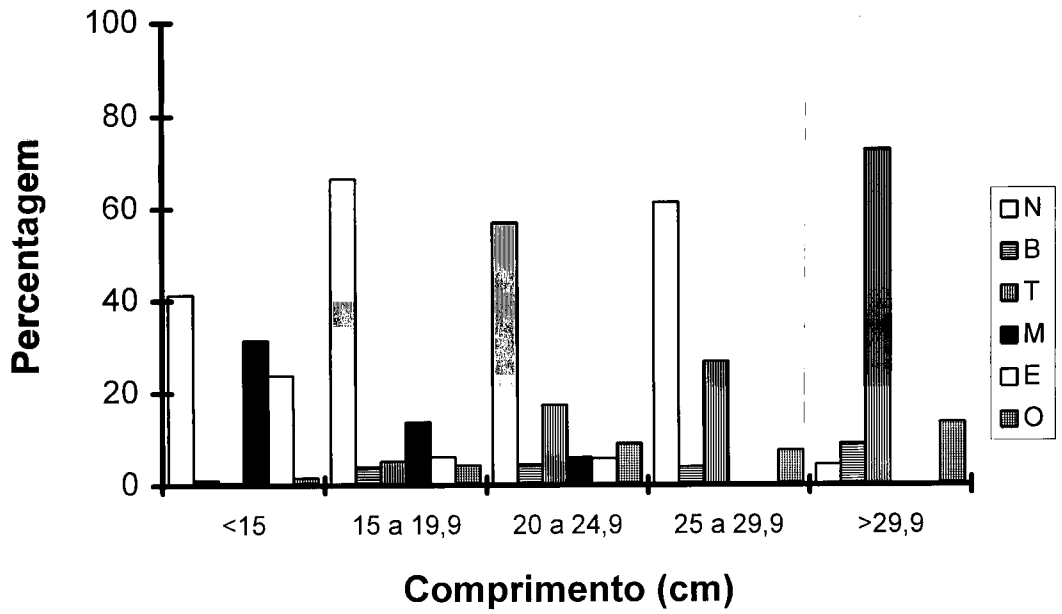


Figura 3.4 - Índice de ocorrência para os principais grupos taxonómicos presentes na dieta de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa, para diferentes grupos de tamanho do predador: N=Natantia; B=Brachyura; T=Teleostei; M=Mysidacea; E=Euphausiacea; O=outros crustáceos.

As diferenças encontradas no regime alimentar de *L. boscii* ao longo do ano encontram-se na tabela 3.5, onde se listam os valores do índice de ocorrência e do índice de importância numérica para cada trimestre, considerando fêmeas e machos em conjunto.

Tabela 3.5 - Índice de importância numérica e índice de ocorrência para os principais grupos taxonómicos presentes na dieta de *L. boscii* capturado na costa Portuguesa, em cada trimestre: N=Natantia; B=Brachyura; T=Teleostei; M=Mysidacea; E=Euphausiacea; O=outros crustáceos. n=número de indivíduos.

	Índice de importância numérica				**Índice de ocorrência**			
trimestre	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
n	140	83	121	137	140	83	121	137
N	74,73	52,35	58,48	56,44	67,14	38,60	43,33	53,01
B	3,85	5,37	5,26	3,03	10,00	12,28	13,33	9,64
T	14,84	16,11	15,79	10,23	37,14	36,84	41,67	28,92
M	0,00	12,08	15,20	12,50	0,00	3,51	8,33	3,61
E	0,00	4,03	0,00	12,88	0,00	1,75	0,00	6,02
O	6,59	10,07	5,26	4,92	17,14	26,32	15,00	15,66

Os resultados indicam, no que respeita às presas mais importantes, algumas oscilações no valor dos índices alimentares. As diferenças verificadas para os quatro trimestres são significativas ($p>0,05$). Contudo, as proporções relativas de cada grupo de presas mantêm-se dentro da mesma ordem de grandeza.

3.3.2. Dimensões das Presas

A dispersão verificada para as dimensões das presas ingeridas por cada classe de comprimento de *L. boscii* pode ser visualizada na figura 3.5. Do mesmo modo que acontece para outras espécies, à medida que o comprimento total do predador aumenta, também aumentam as dimensões máximas das presas. Contudo, os peixes maiores capturam também presas de pequenas dimensões, produzindo considerável dispersão de valores para os indivíduos de maiores dimensões.

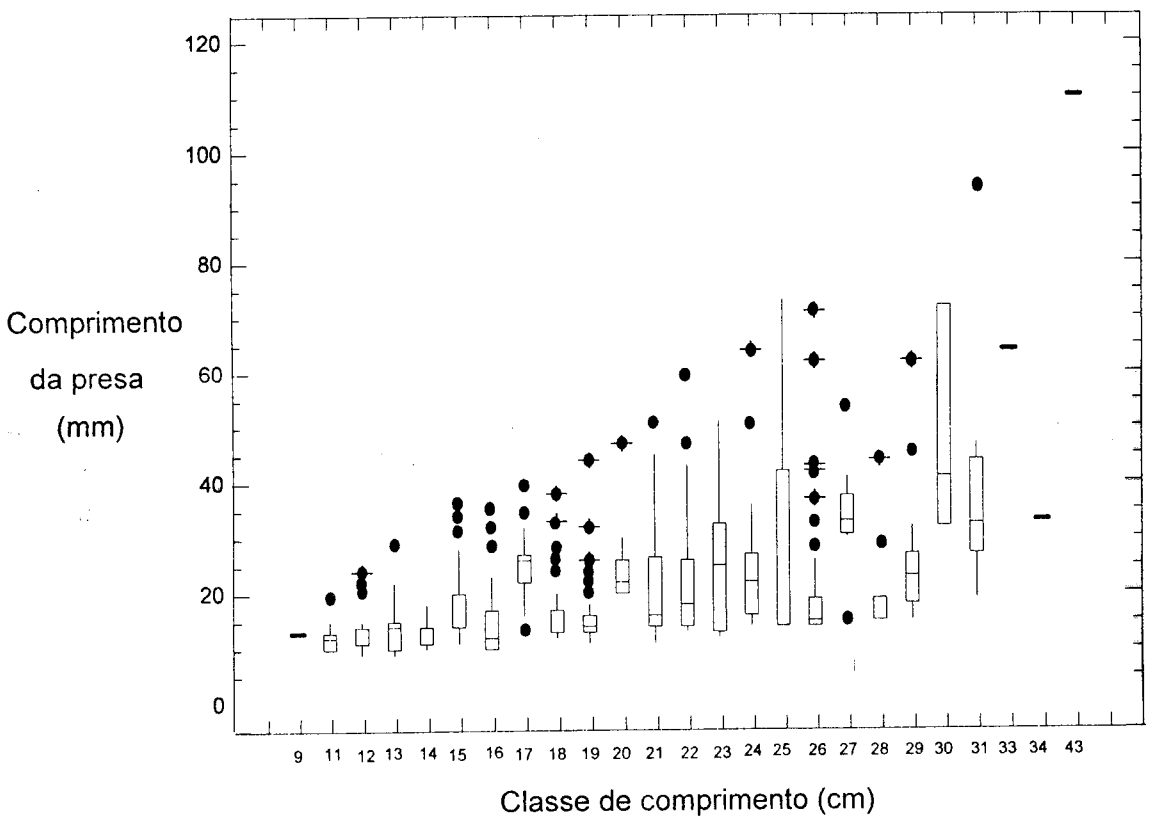


Figura 3.5 - Relação entre as dimensões de *L. boscii* (comprimento total) e o tamanho das presas encontradas no conteúdo gástrico. As colunas representam 95% da distribuição do tamanho médio das presas, as linhas verticais assinalam 99% da distribuição e os pontos são valores extremos.

Relacionando o comprimento (LT), em centímetros, de cada classe de comprimento de *L. boscii* com a dimensão média das presas (Lp), em milímetros, obtivemos a seguinte relação:

Lp=1,14 . LT-1,13; n=22; R^2=0,66

Se relacionarmos o comprimento do predador (LT) com as dimensões máximas das respectivas presas (Lp_{max}), verificamos um aumento do comprimento das presas à medida que o comprimento do predador aumenta, estando estas duas variáveis correlacionadas positivamente e com o valor mais elevado de R^2:

Lp_{max}=2,34 . LT-2,36; n=25; R^2=0,83

Para cada classe de comprimento, esta relação indica que a dimensão máxima das presas ingeridas apresenta um valor próximo de 20% das dimensões do predador.

Se relacionarmos o comprimento do predador (LT) com as dimensões mínimas das presas (Lp_{min}), excluindo as classes de tamanho para as quais não se obteve um valor para o tamanho mínimo das presas, obtemos a seguinte relação:

Lp_{min}=0,48 . LT+3,98; n=22; R^2=0,39

Verifica-se assim que os indivíduos maiores continuam a capturar presas de pequenas dimensões, à semelhança do que acontece com outros predadores que, de igual modo, modificam o tamanho máximo das presas à medida que crescem (MACPHERSON, 1978).

As três relações obtidas podem ser observadas na figura 3.6, onde são comparadas com os valores observados para cada classe de comprimento do predador.

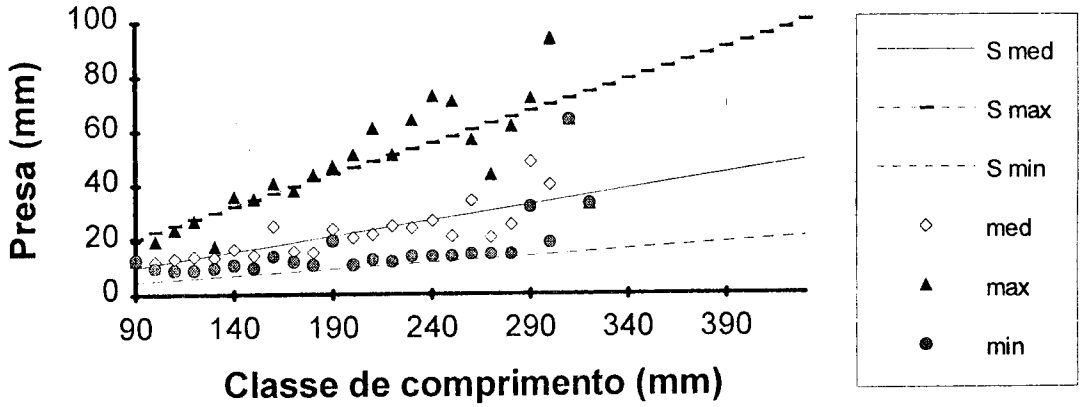


Figura 3.6 - Relações entre as dimensões de *L. boscii* (comprimento total) e o tamanho máximo (Smax), médio (Smed) e mínimo (Smin) das presas encontradas no conteúdo gástrico e valores máximo, médio e mínimo observados (max, med e min).

Podemos então resumir, para caracterizar a dieta de *L. boscii* na costa Portuguesa, que esta é constituída predominantemente por crustáceos bentónicos nos indivíduos de menor tamanho e por peixes, nos de maiores dimensões, para ambos os sexos. A variabilidade da dieta em função da localização geográfica é também de referir, assim como a baixa diversidade das presas e as variações sazonais significativas. Estes resultados são coerentes com os observados para esta espécie por outros autores para o Mediterrâneo (MACPHERSON, 1977; 1979; PELLEGRINI & BARGHIGIANI, 1989; MORTE & SANZ, 1994) e para o Atlântico (OLASO, 1990). Podemos também referir que o regime alimentar de *L. boscii* se assemelha ao de *L. whiffiagonis*, de acordo com estudos efectuados no Atlântico (STEINARSSON, 1979; DU BUIT, 1982; 1984; AUBIN-OTTENHEIMER, 1987).

O estudo do regime alimentar dos indivíduos de *L. boscii* de dimensões inferiores a 9 cm é fundamental para a completa caracterização da dieta desta espécie.

Das presas encontradas, podemos referir que algumas que são alvo de exploração comercial importante, nomeadamente *Micromesistius poutassou*, *Trachurus trachurus* e *Nephrops norvegicus*. Estando esta exploração ligada à da de *L. boscii*, revela-se necessário um estudo integrado das suas populações.

CAPÍTULO 4

ENERGIA E ÍNDICE b/i

4.1. VARIAÇÃO SAZONAL DE LÍPIDOS, PROTEÍNAS E DO CONTEÚDO ENERGÉTICO

4.1.1. INTRODUÇÃO

O modo como diferentes espécies de peixes utilizam a energia para os processos vitais pode variar dentro de um largo espectro de estratégias, reflectindo a sua adaptação ao meio envolvente. Em muitas espécies de peixes, parte das reservas energéticas acumuladas são usadas durante a reprodução, contribuindo para a formação do vitelo. Resultados de experiências laboratoriais sugerem que o fígado actue como um tampão entre os ovários e os tecidos somáticos, de modo que a maturação ovariana pode ser efectuada mesmo com baixos níveis de alimentação (ALLEN & WOOTON, 1982). Contrastando com estes resultados, TYLER & DUN (1976) verificaram que em indivíduos de *Pseudopleuronectes americanus,* sujeitos a insuficiente alimentação, o que corresponde a um baixo fornecimento de energia, os ovários são desfavorecidos em relação ao resto do corpo. Os autores sugerem que, para esta espécie de grande longevidade e, consequentemente, com muitas oportunidades de se reproduzir, esta será a estratégia adequada. Por sua vez, ILES (1974, *in* WOOTON, 1985) colocou a hipótese de que o controle neuroendócrino da alimentação, do crescimento, da acumulação de reservas e da reprodução, regula as interrelações entre estes processos, minimizando as variações ambientais. Também RIJNSDORP (1986; 1989) observou que em *Pleuronectes platessa,* os fluxos de energia no corpo se processam de modo a que os indivíduos mantenham ou recuperem a condição somática e só então desviem energia para os processos de crescimento e reprodução. Para algumas espécies, a acumulação de uma determinada quantidade de reservas na carcassa ou no fígado, é absolutamente essencial para que se verifique a maturação das gónadas, enquanto outras utilizam essas reservas em situações de carência de alimento (GUILLEMOT *et al.*,

1985). O decréscimo de energia no fígado e músculos pode mesmo atingir valores consideráveis durante a maturação das gónadas, como apontaram ELIASSEN & VAHL (1982). Para outras espécies, a variação sazonal das condições ambientais, associada aos padrões de comportamento alimentar, pode não justificar um aforro enrgético significativo (SANTOS, 1991).

À semelhança das aves, os peixes usam os lípidos como principal fonte de energia (WEATHERLEY & GILL, 1987). A variação sazonal do conteúdo lipídico no corpo do animal pode revelar as "opções" que determinada espécie selecionou no decorrer da evolução. Assim, se as variações no ciclo anual do conteúdo lipídico são muito amplas, isto significa acumulação de energia numa dada estação, que vai ser gasta noutra, ou em outro lugar, sugerindo grande actividade locomotora. Pelo contrário, se o conteúdo lipídico varia pouco durante o ano, isto significa a opção por uma estratégia sedentária.

WOOTON (1979) apresentou a deplecção da energia contida nas células somáticas como um bom indicador do custo inerente à síntese de produtos sexuais, se fôr simultânea com esta. Este autor apresentou um conjunto de dados que mostram como algumas espécies utilizam os lípidos do fígado, do tecido muscular ou de ambos, durante a maturação das gónadas. A energia utilizada na reprodução, contudo, nem sempre provém da degradação de reservas lipídicas, uma vez que as proteínas podem também ser degradadas. Assim o demonstraram MACKINNON (1972) e DAWSON & GRIM (1980) para *Pleuronectes platessa*. Também foi sugerido que as espécies sedentárias utilizam mais proteinas que as espécies mais móveis, armazenando, comparativamente a estas, menor quantidade de lípidos (SHUL'MAN, 1974, *in* WEATHERLEY & GILL, 1987).

Com este trabalho pretendemos esclarecer o modo como varia o conteúdo lipídico, proteico e energético ao longo do ano em *L. boscii*, daí retirando informações sobre a estratégia que se verifica nesta espécie na utilização da energia para a reprodução.

4.1.2. MATERIAL E MÉTODOS

A análise do conteúdo lipídico, proteico e energético de *L. boscii* foi efectuada em amostras de 126 fêmeas provenientes dos portos de pesca da Póvoa de Varzim, Matosinhos e Aveiro, e capturadas também em cruzeiros de investigação do INIP, de 1989 a 1993. Nos indivíduos seleccionados, todos de comprimento total entre 20 e 30 cm, determinou-se o comprimento total e o peso total. A estes peixes extraíu-se o fígado, os ovários e uma porção de tecido muscular, retirado da zona dorsal, acima da barbatana peitoral esquerda. Estes órgãos e o tecido muscular foram pesados e secos em estufa a 105ºC, durante 48 horas, após o que foram novamente pesados e reduzidos a pó, por trituração em almofariz. As amostras assim transformadas foram armazenadas em escicador para análise posterior.

Para cada amostra foi determinado o conteúdo lipídico (% peso seco), de acordo com o método de FOLCH *et al.* (1957). Foi também determinado o teor proteico (% peso seco), segundo o método de KJELDHAHL (MUNRO & FLECK, 1969). O conteúdo energético (Kjoules/g de peso seco livre de cinzas) foi também determinado por meio de microbomba calorimétrica tipo PHILLIPSON (1964). Todas as determinações foram efectuadas em duplicado. Quando necessário, amostras de gónadas de indivíduos com o mesmo estado de maturação foram adicionadas em partes iguais para se atingir o peso mínimo necessário para efectuar os doseamentos.

Foi estudada a variação, ao longo do ano, dos parâmetros determinados.

Com base no peso total e no peso do fígado (ambos em g) de 672 fêmeas de comprimento superior a 20 cm, calculou-se o índice hepatossomático (IH) para cada indivíduo, de acordo com a seguinte expressão (NIKOLSKY, 1963):

$$IH(\%) = 100 \cdot \frac{\text{peso do fígado}}{\text{peso total}}$$

Procedeu-se ao cálculo do valor médio do índice hepatossomático para cada mês. A variação sazonal deste parâmetro foi relacionada com a variação do conteúdo lipídico, proteico e energético do músculo, fígado e ovário e também com o factor de condição e o índice gonadossomático, determinados anteriormente (capítulo 2). Os valores mensais foram comparados com análise ANOVA (SCHERRER, 1984).

4.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.3.1. Variação Sazonal do Índice Hepatossomático

Os valores médios do índice hepatossomático apresentam variação sazonal, como pode ser verificado na tabela 4.1.1. Confrontada esta variação com a do índice gonadossomático, abordada no capítulo 2 deste trabalho, verificamos existir uma correlação significativa ($r=0,78$; $n=12$; $p<0,05$), como pode ser observado na figura 4.1.1. Este resultado mostra a correspondência existente entre a condição dos animais e o ciclo sazonal da variação do peso dos ovários. Por outro lado, existe também correlação significativa ($r=0,48$; $n=12$; $p>0,05$) entre o índice hepatossomático e o factor de condição, este também calculado no capítulo 2.

Tabela 4.1.1 - Variação sazonal do valor médio do índice hepatossomático (IH) das fêmeas de *L. boscii* capturadas na costa Portuguesa e respectivo desvio padrão (s).

Data	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
IH	1,85	1,30	1,34	0,67	0,81	0,88	1,07	0,90	0,79	0,94	0,69	0,89
s	0,89	0,65	0,77	0,13	0,33	0,18	0,53	0,27	0,17	0,21	0,25	0,34

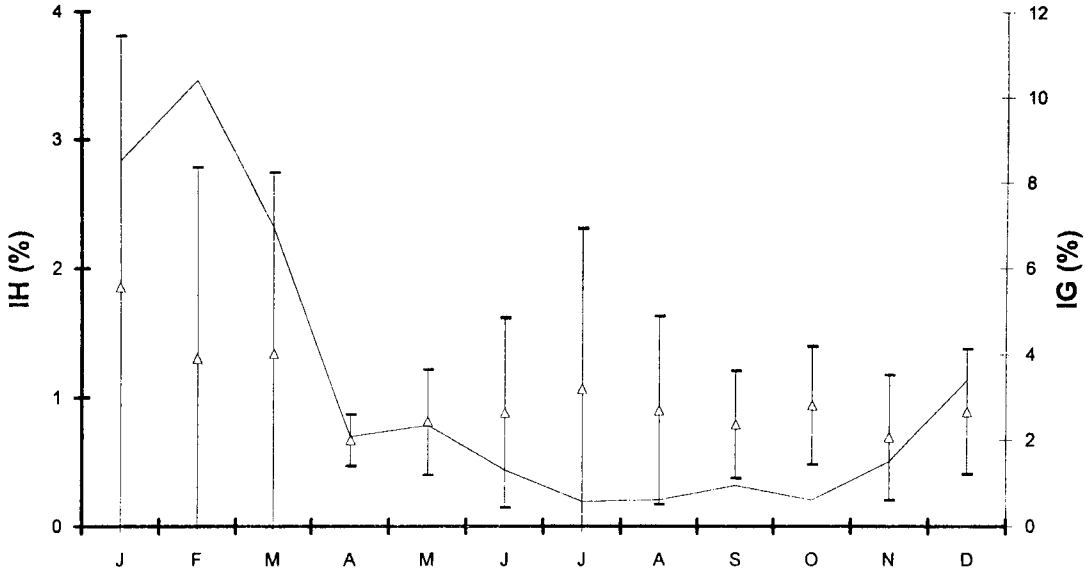


Figura 4.1.1 - Variação sazonal do índice hepatossomático, IH (Δ) e do índice gonadossomático, IG (—) das fêmeas de *L. boscii* capturadas na costa Portuguesa. As linhas verticais representam o intervalo de confiança de 95% da média.

4.1.3.2. Variação Sazonal do Conteúdo Lipídico

Os resultados obtidos para a variação sazonal do conteúdo lipidico de *L. boscii* encontram-se de forma pormenorizada na tabela 4.1.2 e indicam a existência de pequenas variações ao longo do ano, evidenciadas na figura 4.1.2. Os valores encontrados ao longo do ano são significativamente diferentes entre si (g.l.=32; $p<0,05$) mas não se verifica um padrão cíclico anual distinto, quer para o conteúdo lipídico do tecido muscular, do fígado ou das gónadas.

O conteúdo lipídico do tecido muscular não se apresenta significativamente correlacionado, nem com o factor de condição ($r=0,37$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice hepatossomático ($r=-0,02$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice gonadossomático ($r=-0,08$; $n=12$; $p>0,05$).

Relativamente ao conteúdo lipídico do fígado, este não se apresenta significativamente correlacionado com o factor de condição ($r=0,14$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice hepatossomático ($r=0,12$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice gonadossomático ($r=-0,06$; $n=12$; $p>0,05$).

O conteúdo lipídico dos ovários não se apresenta significativamente correlacionado com o índice hepatossomático (0,39; $n=12$; $p>0,05$) mas está significativamente correlacionado com o índice gonadossomático ($r=0,64$; $n=12$; $p<0,05$) e com o factor de condição ($r=0,64$; $n=12$; $p<0,05$).

Tabela 4.1.2 - Variação sazonal do conteúdo lipidico das fêmeas de *L. boscii* capturadas na costa Portuguesa. Apresenta-se o valor médio da percentagem de lípidos (% peso seco) do tecido muscular (lm), do fígado (lf), dos ovários (lg) e respectivos desvios padrões (s).

Data	lm	s	lf	s	lg	s
J	6,15	1,84	60,6	8,46	21,29	1,28
F	4,99	0,78	62,2	6,83	22,30	2,02
M	3,12	0,45	61,02	2,54	20,63	1,18
A	3,38	0,88	52,28	1,99	18,40	1,51
M	3,05	1,10	60,95	2,40	22,30	1,97
J	4,50	1,21	58,60	2,70	17,80	2,00
J	3,10	0,96	61,80	1,42	19,90	1,84
A	3,35	1,00	62,50	1,65	17,40	1,57
S	4,94	1,32	60,13	4,12	20,10	1,05
O	10,87	1,43	68,83	3,09	18,50	0,91
N	7,97	1,64	64.00	3.04	20,22	1,20
D	7,09	1,35	62,4	2,52	21,50	1,23

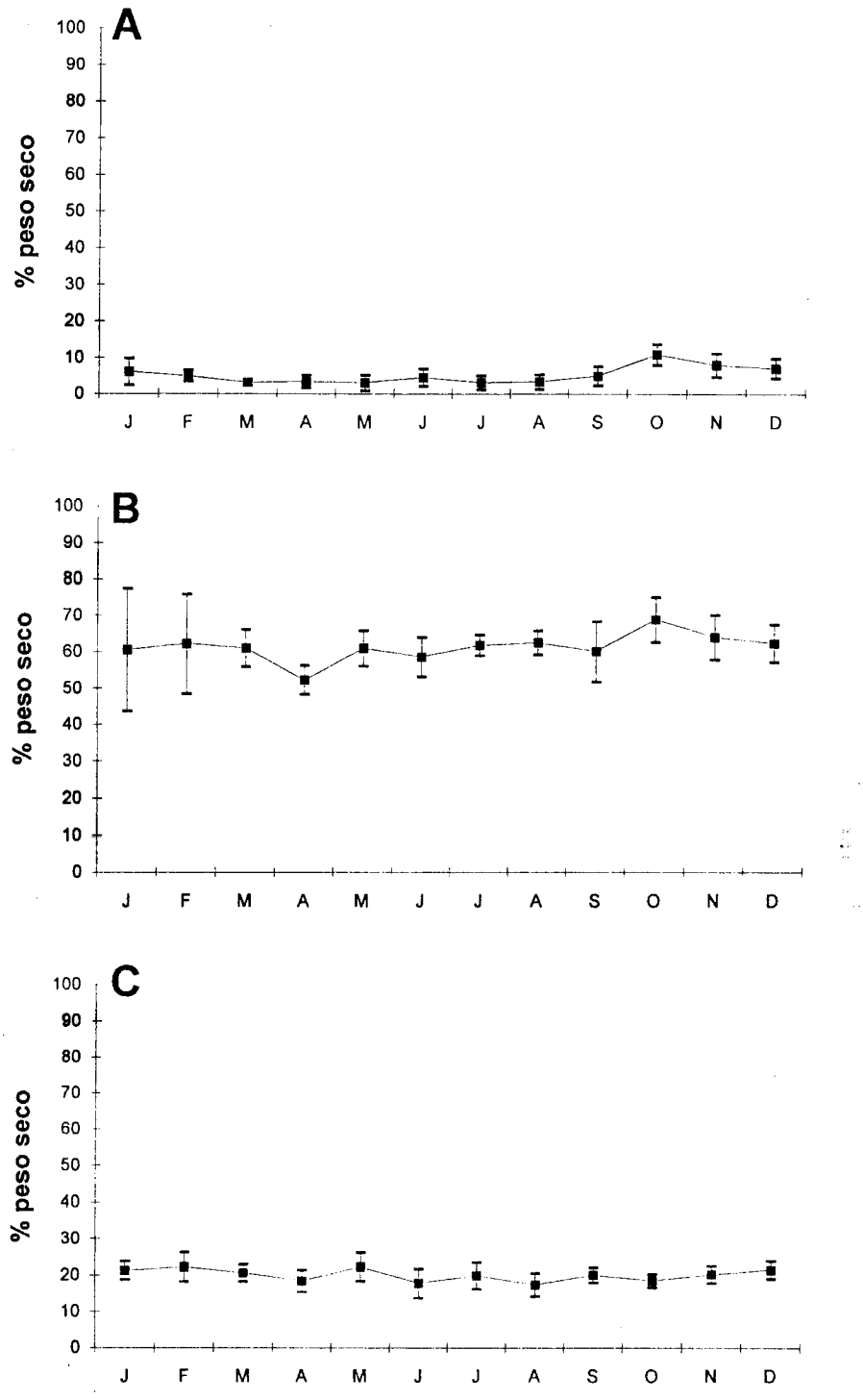


Figura 4.1.2 - Variação sazonal do conteúdo lipidico no músculo (A), no fígado (B) e nos ovários (C) das fêmeas de *L. boscii* capturadas na costa Portuguesa.

4.1.3.3. Variação Sazonal do Conteúdo Proteico

Os resultados obtidos para a variação sazonal do conteúdo proteico de *L. boscii* encontram-se discriminados na tabela 4.1.3.

Tabela 4.1.3 - Variação sazonal do conteúdo proteico das fêmeas de *L. boscii* capturadas na costa Portuguesa. Apresenta-se o valor médio da percentagem de proteínas (% peso seco) do tecido muscular (pm), do fígado (pf), dos ovários (pg) e respectivos desvios padrões (s).

Data	pm	s	pf	s	pg	s
J	90,30	2,54	24,25	3,88	71,70	1,29
F	92,10	2,02	25,10	4,02	70,12	2,63
M	91,30	2,61	34,40	6,15	72,10	1,54
A	91,30	1,86	20,55	3,69	64,25	4,30
M	90,00	1,88	25,00	3,62	70,11	3,77
J	90,50	2,12	27,7	3,89	66,90	4,13
J	90,09	2,42	23,93	5,52	70,77	3,14
A	91,50	1,73	26,40	4,32	66,90	2,84
S	90,08	1,86	20,20	3,47	71,90	3,54
O	87,50	1,92	19,20	2,53	69,96	1,34
N	89,92	1,52	24,89	3,21	70,12	1,35
D	89,30	0,99	27,30	3,33	71,90	1,11

Os resultados indicam a existência de pequenas variações do conteúdo proteico ao longo do ano, evidenciadas na figura 4.1.3. As diferenças encontradas ao longo dos meses, quer para o tecido muscular, quer para o fígado quer ainda para as gónadas, não são significativamente diferentes (g.l.=29; $p>0,05$).

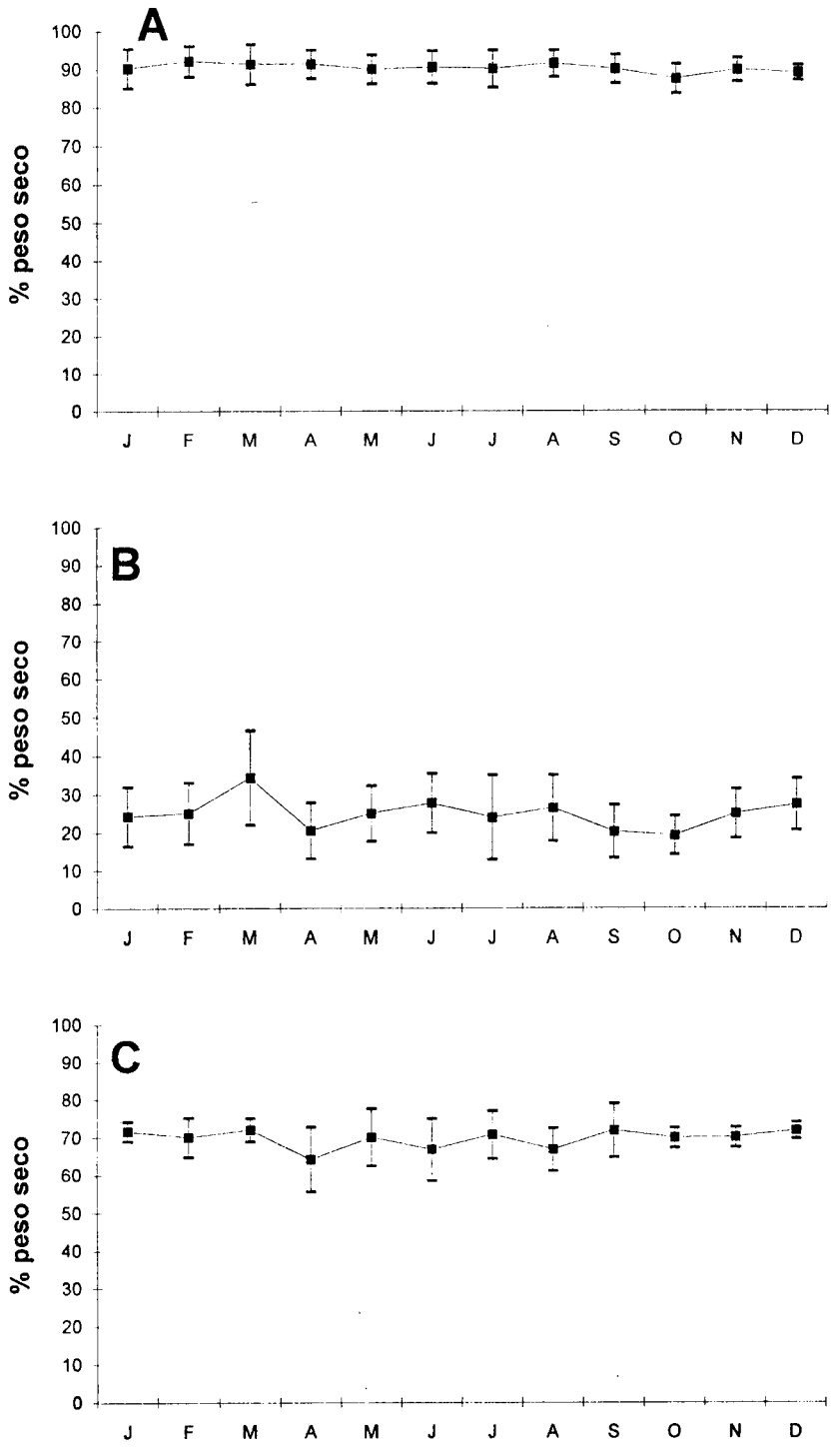


Figura 4.1.3 - Variação sazonal do conteúdo proteico no músculo (A), no fígado (B) e nos ovários (C) das fêmeas de ***L. boscii*** capturadas na costa Portuguesa.

O conteúdo proteico do tecido muscular não se apresenta significativamente correlacionado com o factor de condição ($r=0,06$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice hepatossomático ($r=-0,20$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice gonadossomático ($r=-0,47$; $n=12$; $p>0,05$). Por outro lado, apresenta-se significativamente correlacionado com o conteúdo lipídico do tecido muscular, mas de forma inversamente proporcional ($r=-0,76$; $n=12$; $p<0,05$).

Em relação o conteúdo proteico do fígado, este não se apresenta significativamente correlacionado com o factor de condição ($r=0,24$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice hepatossomático ($r=0,31$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice gonadossomático ($r=-0,38$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o conteúdo lipídico do fígado ($r=-0,02$; $n=12$; $p>0,05$).

No conteúdo proteico dos ovários, este não se apresenta significativamente correlacionado com o índice hepatossomático (0,46; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice gonadossomático ($r=0,35$; $n=12$; $p>0,05$) mas mostra-se significativamente correlacionado com o factor de condição ($r=0,50$; $n=12$; $p<0,05$) e com o conteúdo lipídico das gónadas ($r=-0,68$; $n=12$; $p<0,05$).

4.1.4.4. Variação Sazonal do Conteúdo Energético

Os resultados obtidos para a variação sazonal do conteúdo energético de*L. boscii* encontram-se descritos na tabela 4.1.3.

Os resultados indicam a existência de variações do conteúdo energético ao longo do ano, evidenciadas na figura 4.1.4. As diferenças encontradas ao longo do tempo no conteúdo energético do fígado (g.l.=31; $p<0,05$), no tecido muscular (g.l.=30; $p<0,05$) e nos ovários (g.l.=31; $p<0,05$) são significativamente diferentes. Contudo, as variações não apresentam uma tendência claramente cíclica.

Tabela 4.1.4 - Variação sazonal do conteúdo energético das fêmeas de *L. boscii* capturadas na costa Portuguesa. Apresenta-se o valor médio do conteúdo energético (Kjoules/g peso seco livre de cinzas) do tecido muscular (cm), do fígado (cf), dos ovários (cg) e respectivos desvios padrões (s).

Data	cm	s	cf	s	cg	s
J	22,384	0,912	24,435	1,782	23,439	1,439
F	22,217	1,318	23,359	2,774	24,347	1,933
M	23,033	1,724	23,543	2,707	23,953	0,962
A	22,280	3,372	23,062	2,038	22,661	1,527
M	22,958	1,481	23,100	1,481	23,347	1,230
J	22,263	2,159	22,476	1,962	22,920	1,490
J	23,062	1,895	23,506	2,837	22,535	2,054
A	21,757	2,615	23,435	2,293	22,640	1,243
S	22,004	1,377	23,330	1,364	22,602	1,711
O	22,121	0,858	23,041	1,941	21,757	2,201
N	21,129	1,247	23,200	1,276	22,581	1,820
D	22,280	1,276	23,430	1,854	22,740	2,142

O conteúdo energético do tecido muscular não se apresenta significativamente correlacionado com o índice gonadossomático ($r=0,23$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o índice hepatossomático ($r=0,36$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o factor de condição ($r=-0,15$; $n=12$; $p>0,05$). O conteúdo energético do tecido muscular também não se apresenta significativamente correlacionado com o conteúdo proteico do músculo ($r=0,08$; $n=12$; $p>0,05$), mas está correlacionado de forma significativa com o teor lipídico do tecido muscular ($r=-0,51$; $n=12$; $p>0,05$).

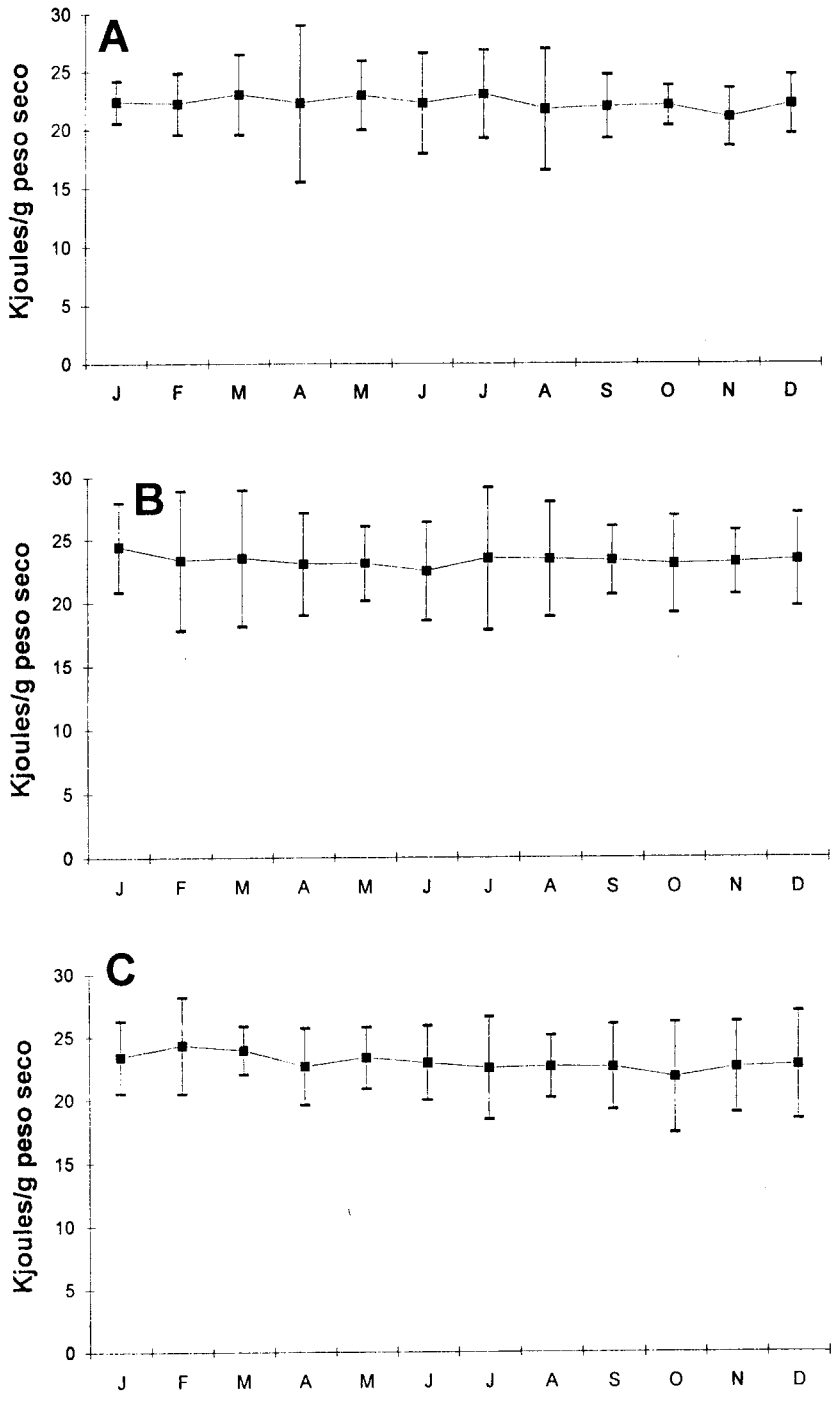


Figura 4.1.4 - Variação sazonal do conteúdo energético no músculo (A), no fígado (B) e nos ovários (C) das fêmeas de *L. boscii* capturadas na costa Portuguesa.

O conteúdo energético do fígado apresenta-se significativamente correlacionado com o índice gonadossomático ($r=0,54$; $n=12$; $p<0,05$) e com o índice hepatossomático ($r=0,77$; $n=12$; $p<0,05$), mas não com o factor de condição ($r=0,48$; $n=12$; $p<0,05$). O conteúdo energético do fígado não se mostra significativamente correlacionado nem com o conteúdo lipídico do fígado ($r=0,10$; $n=12$; $p>0,05$), nem com o conteúdo proteico do fígado ($r=0,10$; $n=12$; $p>0,05$).

Quanto ao conteúdo energético das gónadas, este também se apresenta significativamente correlacionado com o índice gonadossomático ($r=0,87$; $n=12$; $p<0,05$), com o índice hepatossomático ($r=0,57$; $n=12$; $p<0,05$) e com o factor de condição ($r=0,51$; $n=12$; $p<0,05$). O conteúdo energético dos ovários está significativamente correlacionado com o conteúdo lipídico dos ovários ($r=0,62$; $n=12$; $p<0,05$), mas não se mostra correlacionado com o teor proteico dos ovários ($r=0,24$; $n=12$; $p>0,05$).

O conjunto dos resultados obtidos para a variação sazonal do conteúdo lipídico, proteico e energético no corpo de *L. boscii* demonstra a ausência de um ciclo sazonal marcado de acumulação e utilização de reservas, quer no fígado quer no tecido muscular. Por outro lado, o conteúdo lipídico apresenta maiores variações, quando comparado com o conteúdo proteico, estando em desacordo com a hipótese de (SHUL'MAN, 1974, *in* WEATHERLEY & GILL, 1987). De acordo com a hipótese de WOOTON (1979), a ausência de uma deplecção significativa no conteúdo energético do corpo de *L. boscii* mostra que esta espécie não depende das reservas acumuladas para a maturação e desenvolvimento dos ovários. A pequena amplitude das variações sazonais dos parâmetros estudados é coerente com o ritmo alimentar desta espécie, abordado no capítulo 3, que mostra não existir um periodo de interrupção alimentar ao longo do ano. Compreende-se assim a irrelevância de constituir reservas energéticas significativas.

4.2. RELAÇÕES BRÂNQUIAS-INTESTINO-CORPO E ÍNDICE b/i

4.2.1. INTRODUÇÃO

Para além do alimento, também o oxigénio é essencial ao metabolismo e, nos peixes, será precisamente o oxigénio o factor limitante do anabolismo e, consequentemente, do crescimento. Esta é a hipótese desenvolvida por PAULY (1981, *in* WEATHERLEY & GILL, 1987). Este autor recorda que a função de crescimento de von Bertalanffy assume que a superfície corporal, incluindo as brânquias, tende a aumentar de um modo proporcional ao peso corporal elevado a um expoente igual ou inferior a 2/3 (BERTALLANFFY, 1938). Também ENGELMAN (1966 *in* JOBLING, 1985) evidenciou uma forte relação directa entre o crescimento (em peso) e a respiração, ou o metabolismo, em várias espécies de peixes entre mais de duzentas espécies de animais pertencendo a diferentes *taxa*. Por seu lado, URSIN (1967) construiu um modelo metabólico de crescimento baseado também na superfície das brânquias.

Uma das vias de investigação neste domínio passa, então, pela determinação da superfície das brânquias e da sua relação com o metabolismo. MUIR (1969) e MUIR & HUGHES (1969, *in* De SILVA, 1974) estudaram esta relação para algumas espécies de peixes. Outros autores estudaram as brânquias apenas do ponto de vista descritivo como HUGHES & MORGAN (1973) para os peixes em geral ou De SILVA (1974) para larvas de *Pleuronectes platessa*. Contudo, as dificuldades na determinação da área branquial são grandes, o que levou a que se procurasse um parâmetro alternativo. Com efeito, para a determinação da área das brânquias é necessário efectuar medidas do comprimento dos filamentos branquiais, saber a sua quantidade, e ainda medir a superfície das lamelas secundárias e do seu espaçamento ao longo dos filamentos branquiais (HUGHES & MORGAN, 1973). Como procedimento alternativo, PAULY & MUNRO (1984 *in* BEVERTON, 1992) adoptaram o

índice de desempenho de crescimento (φ') (*performance index*) de uma dada espécie que, segundo os autores, estará positivamente correlacionado com o índice de área branquial - a área das brânquias (cm^2) para um peixe de 1 grama. Com efeito, φ' é facilmente calculado a partir das constantes da equação de crescimento de von Bertalanffy, K e L_∞:

$$\varphi' = \log(K)+2\log(L_\infty)$$

Contudo, WEATHERLEY & GILL (1987) são de opinião que esta correlação é fraca e, apesar de reconhecerem que o tamanho relativo das brânquias parece ser um factor importante no crescimento dos peixes, não estão de acordo com a abordagem de Pauly.

Para esclarecer melhor estes aspectos, torna-se necessário regressar aos conceitos de crescimento orgânico apresentados por PÜTER (1920, *in* URSIN, 1967) e por BERTALANFFY (1938), a partir dos quais se desenvolveram as teorias do crescimento dos peixes actualmente mais usadas. BEVERTON & HOLT (1957) exprimiram esse crescimento com a equação:

$$dw/dt=Hw^n - kw^m$$

onde w=peso do peixe, H=taxa de síntese de massa/unidade de "superfície fisiológica", k=taxa de destruição de matéria por unidade de massa, n e m constantes. Matemáticamente, o membro direito divide-se num termo de acréscimo de peso e noutro de decréscimo, mas a sua interpretação fisiológica não tem sido unânime. É corrente considerar-se que o aumento de peso está ligado à ingestão de alimentos e a sua diminuição à excreção, ao catabolismo e à produção de gâmetas, sendo o catabolismo o principal consumidor de oxigénio.

A partir desta interpretação, procurou saber-se qual a correspondência existente entre os termos da equação e os órgãos do corpo. Apoiado na hipótese de que é o consumo de oxigénio que se relaciona com o crescimento, Pauly afirmou, como já o dissemos, que não é a superfície do tubo digestivo a

condicionar o anabolismo mas sim a superfície branquial, servindo-se das relações branquiais para o provar.

Para além de WEATHERLEY & GILL (1987), também outros autores discordam de Pauly na aproximação ao problema, introduzindo algumas diferenças na formulação matemática dos conceitos. Assim, LARRAÑETA (em publicação) colocou a hipótese de, na equação de Bertalanffy, o anabolismo estar representado pelo primeiro termo e parte do segundo e o catabolismo pela restante parte do segundo. Diz ainda que o intestino se relaciona mais com o anabolismo e as brânquias com o catabolismo, não só porque o consumo de oxigénio se deve essencialmente ao catabolismo mas porque as brânquias são também órgãos de excreção.

LARRAÑETA (em publicação), em vez do índice de área branquial ou do índice de desempenho de crescimento (φ') aborda este problema investigando as relações alométricas entre o peso total do corpo e o peso das brânquias ou do intestino, segundo as expressões:

$I=aw^i$

$B=Aw^b$

onde I=peso do intestino, B=peso das brânquias, W=peso do corpo e *A*, *a*, *i* e *b* constantes. Se admitirmos que ao aumento de peso do intestino corresponde a um aumento aproximadamente proporcional da sua superfície de assimilação, e que ao aumento de peso das brânquias corresponde o aumento aproximadamente proporcional da sua superfície, então os coeficientes *i* e *b* serão indicadores das tendências relativas da assimilação de alimentos e do consumo de oxigénio com o crescimento do peixe, respectivamente. Daí podermos admitir ser a relação b/i um indicador sobre qual dos processos, consumo de oxigénio ou assimilação, aumentará mais com o crescimento do peixe.

LARRAÑETA & VAZQUEZ (em publicação), ao estudarem estas relações em várias espécies de peixes, encontraram valores mais altos da relação b/i em

espécies mais activamente nadadoras, de um modo semelhante ao queDe SILVA (1974) encontrou ao comparar a superfície respiratória de várias espécies. LARRAÑETA & VAZQUEZ (em publicação) também obtiveram correlação positiva entre a razão b/i e a constante *K* da equação de crescimento de von Bertalanffy, evidenciando que o crescimento relativo das brânquias em relação ao crescimento relativo do intestino é coerente com a ideia de que as brânquias estão mais relacionadas com o catabolismo e o intestino, por seu lado, com o anabolismo (recorde-se que K=k/3 e que k=coeficiente de catabolismo=taxa de destruição de matéria/unidade de massa). Os mesmos autores, ao estudarem várias espécies de peixes marinhos, encontraram valores para a relação b/i entre 0,95 e 2,89 o que significa que, à medida que o peixe cresce (com consequente aumento de volume), o peso relativo das brânquias aumenta mais rapidamente que o do intestino e daí afirmaram que o consumo de oxigénio se relaciona mais com o volume do peixe (ou dos seus órgãos) do que com a assimilação.

O coeficiente *K* da equação de crescimento indica também a "taxa de aproximação" ao valor de L_{∞}. Para uma dada espécie que apresente razão b/i elevada e, portanto, também *K* elevado, o seu catabolismo rapidamente predomina em relação ao anabolismo, assim como alcança rapidamente um tamanho próximo de L_{∞}. Pelo contrário, se a relação b/i for baixa (*K* baixo) os fenómenos de catabolismo manter-se-ão relativamente importantes e o crescimento será relativamente homogéneo e constante ao longo do ciclo de vida (LARRAÑETA & VAZQUEZ, em publicação).

4.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados 153 indivíduos, 82 fêmeas e 71 machos, recolhidos na costa portuguesa ao longo do ano, entre 1989 e 1993, variando entre 13,6 e 33,6 cm e entre 17,61 e 387,2 g. Para cada indivíduo foi identificado o sexo, medido o comprimento total (cm) e determinado o peso total e eviscerado (g). O intestino de cada peixe foi extraído com um corte imediatamente acima dos dois cecos pilóricos e um outro corte ao nível do ânus, aberto longitudinalmente, raspado com um bisturi e cuidadosamente limpo com água. Para cada peixe foram também extraídos os arcos branquiais e lavados em água, a fim de retirar o muco. De cada arco foram cuidadosamente separados os filamentos branquiais. Estes e os intestinos foram colocados durante 48 horas em estufa a 60°C e, depois de arrefecerem em escicador, determinou-se o seu peso seco (mg) em microbalança electrónica CAHN-25 (0,001 mg).

Estabeleceram-se as seguintes relações alométricas entre o peso seco do intestino e das brânquias e o peso fresco corporal, aplicando o método dos mínimos quadrados aos dados logaritmizados:

$I=aw^i$; $B=Aw^b$

onde I=peso do intestino, B=peso das brânquias, w=peso do corpo, *a*, *A*, *i* e *b* constantes assim como foi também calculado, a partir destas destas, o índice b/i (LARRAÑETA & VAZQUEZ, em publicação). A comparação das relações obtidas para fêmeas e machos foi efectuada por aplicação da análise de covariância ANCOVA aos dados logaritmizados (SCHERRER, 1984).

O índice de desempenho de crescimento foi calculado segundo a expressão (PAULY & MUNRO, 1984 *in* BEVERTON, 1992):

$\varphi' = \log(K)+2\log(L_\infty)$

onde K e L_∞ são constantes da equação de crescimento de von Bertalanffy, cujos valores foram obtidos no capítulo 2.

4.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.2.3.1. Índice de Desempenho

O índice de desempenho de crescimento (φ') obtido para *L. boscii* resultou em φ'=2,383 para as fêmeas e φ'=2,387 para os machos. Calculando o valor de φ' para *L. boscii* estudado por vários autores noutros locais, a partir dos valores das respectivas equações de crescimento, verificamos que pode variar de 2,203 a 2,558 (tabela 5.1) estando os valores por nós obtidos próximos do valor médio (2,367) ou sendo os valores máximos no caso de usarmos os valores de K e L_∞ corrigidos pelo método de LOPEZ VEIGA (1979) (capítulo 2).

Em relação aos diferentes valores de φ' para as diversas zonas, não encontramos qualquer tendência geográfica evidente, como podemos visualizar na figura 4.2.1. Se exceptuarmos os valores provenientes do Mediterrâneo, poderá dizer-se que os valores mais elevados se encontram a Sul (Portugal, Galiza e Mar Cantábrico) e os mais baixos a Norte (Mar Céltico). Este facto leva-nos a concluir não estarem essas variações relacionadas de um modo claro com a latitude ou com outros parâmetros com ela relacionados.

Os valores do índice de desempenho de crescimento obtidos para *L. boscii* são inferiores aos de outros pleuronectiformes como *P. platessa* (3,1) e *Hippoglossus platessoides* (2,9) (BEVERTON, 1992).

Por outro lado, o índice de desempenho é, por si só, bastante informativo em relação à *estratégia vital* desta espécie, uma vez que o seu valor nos permite efectuar comparações com outros pleuronectiformes ou com a mesma espécie, mas em localização geográfica diversa.

Tabela 4.2.1 - Índice de desempenho de crescimento (φ') obtido para *L. boscii* calculado a partir de dados publicados por vários autores.

Local	Sexo	φ'	Referência
costa de Portugal	fêmeas	2,383	este trabalho
	machos	2,387	
costa de Portugal	fêmeas	2,558	idem c/ correcção de LOPEZ VEIGA(1979)
	machos	2,534	
costa da Galiza	fêmeas	2,441	FUERTES (1978)
	machos	2,360	
Mar Adriático	fêmeas	2,325	BELLO & RIZZI(1987)
	machos	2,204	
Mar Tirreno	f + m	2,450	MANNINI *et al.*(1990)
Mar Cantábrico	fêmeas	2,374	ALPERI (1990)
	machos	2,300	
Mar Céltico	fêmeas	2,203	DAWSON(1991)
	machos	2,253	

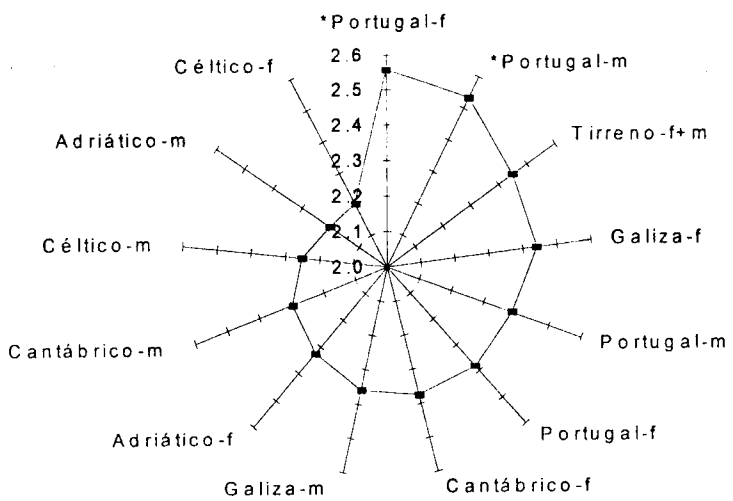


Figura 4.2.1 - Valor do índice de desempenho de crescimento (φ') de *L. boscii*, calculado para fêmeas (f) e machos (m), para diferentes zonas. *)com correcção de LOPEZ VEIGA (1979).

4.2.3.2. Índice b/i

As relações alométricas entre o peso seco do intestino e das brânquias e o peso fresco corporal (total ou eviscerado), conduziram aos resultados apresentados na tabela 4.2.2 e podem ser observadas na figura 4.2.2. A comparação das relações obtidas para fêmeas e machos por análise de covariância indica diferenças significativas, tanto para a relação entre o peso seco do intestino e o peso do corpo, como para a relação entre o peso seco das brânquias e o peso do corpo (total ou eviscerado), com 99% de confiança (tabela 4.3.3). Consequentemente, as diferenças verificadas nos valores do índice b/i para machos e fêmeas também são significativamente diferentes.

Tabela 4.2.2 - Relações alométricas entre o peso seco do intestino (I) e das brânquias (B) e o peso fresco corporal e índice b/i para *L. boscii* amostrado entre 1989 e 1993 na costa Portuguesa. Apresenta-se também o coeficiente de determinação R^2 e a significância, com n=153.

	Relação com o peso total (w)	**Relação com o peso eviscerado (we)**
Fêmeas + Machos	$I=3,89.10^{-4}.w^{1,066}$ $R^2=0,76$; $P<0,01$	$I=3,57.10^{-4}.we^{1,106}$ $R^2=0,77$; $P<0,01$
	$B=5,12.10^{-4}.w^{1,036}$ $R^2=0,94$; $P<0,01$	$B=4,83.10^{-4}.we^{1,069}$ $R^2=0,94$; $P<0,01$
	b/i=0,972	b/i=0,967
Fêmeas	$I=8,40.10^{-5}.w^{1,374}$ $R^2=0,59$; $P<0,01$	$I=7,48.10^{-5}.we^{1,425}$ $R^2=0,61$; $P<0,01$
	$B=1,08.10^{-3}.w^{0,885}$ $R^2=0,82$; $P<0,01$	$B=1,06.10^{-3}.we^{0,907}$ $R^2=0,82$; $P<0,01$
	b/i=0,644	b/i=0,636
Machos	$I=6,04.10^{-4}.w^{0,959}$ $R^2=0,56$; $P<0,01$	$I=5,96.10^{-4}.we^{0,975}$ $R^2=0,56$; $P<0,01$
	$B=3,04.10^{-4}.w^{1,173}$ $R^2=0,89$; $P<0,01$	$B=3,21.10^{-4}.we^{1,176}$ $R^2=0,87$; $P<0,01$
	b/i=1,226	b/i=1,207

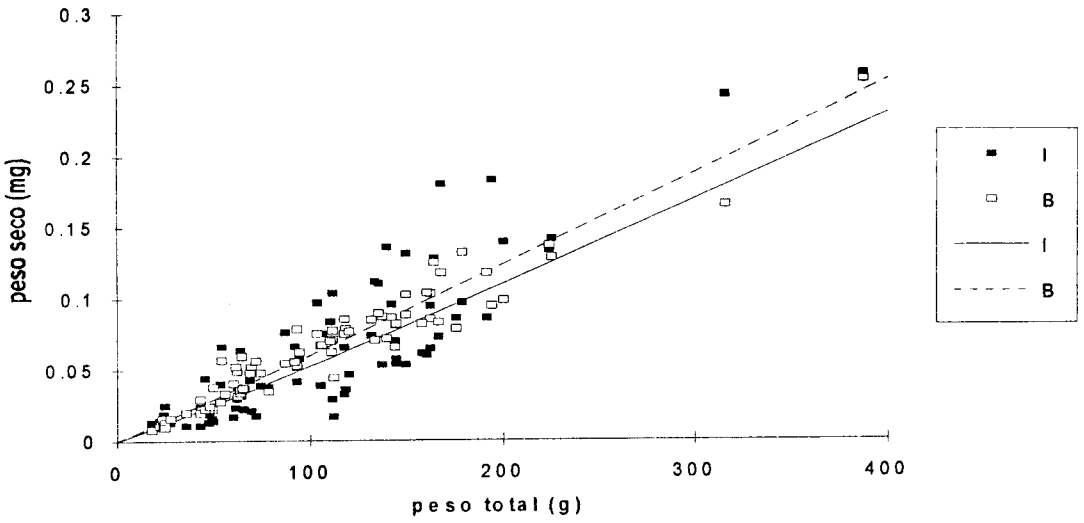


Figura 4.2.2 - Relações alométricas (fêmeas+machos) entre o peso seco do intestino (I) e das brânquias (B) e o peso fresco corporal para *L. boscii* amostrado entre 1989 e 1993 na costa Portuguesa.

Comparando os resultados por nós obtidos para o índice b/i com os de LARRAÑETA & VAZQUEZ (em publicação), que encontraram valores entre 0,95 e 2,89, verificamos que *L. boscii* apresenta um baixo valor da razão b/i, inferior à unidade para as fêmeas e pouco superior a 1 para os machos e muito próximo da unidade (0,97) se considerarmos os dois sexos em conjunto. Este resultado mostra que, para esta espécie, à medida que o peixe cresce a importância relativa das brânquias não se sobrepõe à do intestino. Contudo, ao tomarmos em atenção os valores observados separadamente para os dois sexos, verificamos que as fêmeas apresentam uma razão b/i com cerca de metade do valor verificado nos machos, respectivamente 0,64 e 1,22. Nos indivíduos do sexo feminino há, então, um maior desenvolvimento relativo do intestino e, nos machos, um ligeiro predomínio para o desenvolvimento branquial. Este resultado salienta diferenças sexuais na estratégia vital desta espécie, apontando para as fêmeas um predomínio claro dos fenómenos de catabolismo explicando, de certo modo, o maior tamanho e peso alcançado por aquelas em relação aos machos (capítulo 2).

Tabela 4.2.3 - Análise de covariância ANCOVA para comparação, entre os sexos, da relação obtida entre o peso seco do intestino (I) ou do peso seco das brânquias (B) e o peso do corpo, total (W) ou eviscerado (WE), com α=0,01; υ 1=1; υ2=150.

Relação	F	Significância
I - W	80,4	P>0,05
I - WE	80,4	P>0,05
B - W	65,7	P>0,05
B - WE	60,0	P>0,05

Ao serem mais elevados os valores de b/i para os machos do que para as fêmeas, obtemos, tal como esperavamos, um resultado que se apresenta de acordo com o valor de *K* da equação de crescimento, mais elevado para os machos (capítulo 2).

Os valores do índice b/i por nós determinados, especialmente para as fêmeas, apresentam-se abaixo dos valores determinados por LARRAÑETA & VAZQUEZ (em publicação) para outras espécies de peixes marinhos (*Notacanthus nasus,* 1,11, *Merluccius merluccius,* 0,86, *Sardina pilchardus,* 1,20, *Trachurus trachurus,* 1,12, *Scomber scombrus,* 1,20 e *Scomber colias,* 1,36). Contudo, nenhuma destas espécies é um pleuronectiforme, apresentando todas elas hábitos menos sedentários que *L. boscii* o que pode justificar a diferença agora exposta.

De um modo geral, e segundo LARRAÑETA & VAZQUEZ (em publicação), podemos dizer que o baixo índice b/i indica que em *L. boscii* os fenómenos de catabolismo são relativamente importantes e o crescimento relativamente homogéneo e constante ao longo do ciclo de vida, o que está de acordo com os estudos de crescimento desta espécie apresentados em capítulo anterior.

De SILVA (1974) verificou que *Pleuronectes platessa* apresenta uma superfície branquial cinco a dez vezes inferior a outras espécies. Este facto leva-nos a admitir a hipótese de que *L. boscii* também apresente um baixo índice de área

branquial, não só devido à proximidade taxonómica entre as duas espécies mas também a semelhanças noutros parâmetros vitais como foi assinalado em capítulos anteriores. No sentido de quantificar esta semelhança, saliente-se que, comparando os valores do peso seco das brânquias (B) de *L. boscii* com os valores simulados da área branquial (A) de *P. platessa* ($A=465.w^{0,85}$) (De SILVA, 1974) tendo como variável independente o peso corporal (w) de *L. boscii*, verificamos uma correlação muito elevada entre as duas variáveis *A* e *B* (n=153; r=0,961; $R^2=0,924$; $P<0,01$), o que apoia a nossa hipótese de *L. boscii* possuir baixo índice de área branquial. O seu valor real não está, contudo, determinado mas será provavelmente baixo o que, associado ao baixo índice de desempenho de crescimento obtido e tendo em consideração a posição da espécie, fora dos limites de estratégia óptima (parte 2.5), constrói uma imagem coerente com os conceitos expostos por Larrañeta. Com efeito, as pequenas dimensões e volume característicos da espécie e o seu lento desenvolvimento poderão estar associados à limitação verificada no desenvolvimento branquial. Estes resultados parecem, assim, apoiar a hipótese de Pauly.

CAPÍTULO 5

EXPLORAÇÃO PESQUEIRA

5. INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos vivos marinhos é fundamental para a sua exploração continuada no tempo. Para se proceder a uma gestão adequada, é necessário conhecer em profundidade os aspectos ligados à sua exploração, como sejam as capturas efectuadas, os meios empregues para as realizar e o esforço de pesca daí resultante.

A escassez de informações e dados relativos à exploração dos areeiros em Portugal, contudo, é um facto.

Esta situação levou-nos a empreender um estudo de vários aspectos relacionados com a exploração deste recurso. Assim, neste trabalho foram analisados os valores disponíveis das estatísticas de descargas das duas espécies de areeiros. Foi também abordada a selectividade das redes de arrasto. A relação desta com o tamanho mínimo capturável e o tamanho de primeira maturação, foi também investigada. Foi efectuada uma Análise de População Virtual, relacionando-se os seus resultados com a mortalidade por pesca verificada ao longo do tempo.

5.1. ANÁLISE DAS ESTATÍSTICAS DE DESCARGA

5.1.1. INTRODUÇÃO

Antes de serem usados em modelos matemáticos, os valores disponíveis sobre as quantidades capturadas devem sofrer uma análise prévia. Com efeito, os resultados obtidos por aplicação de modelos matemáticos estão dependentes da qualidade e quantidade dos dados iniciais. Uma análise simples aos valores disponíveis, pode revelar tendências ou incongruências, assim como eventuais lacunas ou insuficiências. A análise dá também uma ideia da importância relativa que cada país tem na exploração do recurso em causa.

Para além do estudo das quantidades capturadas e da sua distribuição, outros aspectos podem ainda ser averiguados com base na observação das capturas. Assim, a análise da variação das frequências de comprimentos presentes na captura ao longo tempo pode fornecer, entre outras, indicações valiosas sobre a época do ano em que os recrutas começam a ser explorados em conjunto com os adultos.

São precisamente estes vários aspectos, ligados às estatísticas de pesca, que se procuram avaliar neste capítulo.

5.1.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram efectuadas comparações entre os valores de descargas de *Lepidorhombus sp.*, listados nas estatísticas oficiais da Direcção Geral das Pescas, nas estatísticas da FAO e ainda em trabalhos publicados.

Portugal exerce a sua actividade piscatória em relação aos peixes do género *Lepidorhombus* na divisão IX do Conselho Internacional para a Exploração do Mar

(ANON., 1994) (ver figura 5.1.1). Do mesmo modo que para outras áreas, a Comissão Europeia decide, anualmente, quais os valores do total admissível de captura (TAC) para a totalidade das divisões VIIIc, IX e X. Decide também a repartição desse TAC em quotas a atribuir a cada país membro que exerce a sua actividade piscatória em cada uma das áreas. A variação das quotas ao longo dos anos foi também analisada e comparada com o TAC para a área.

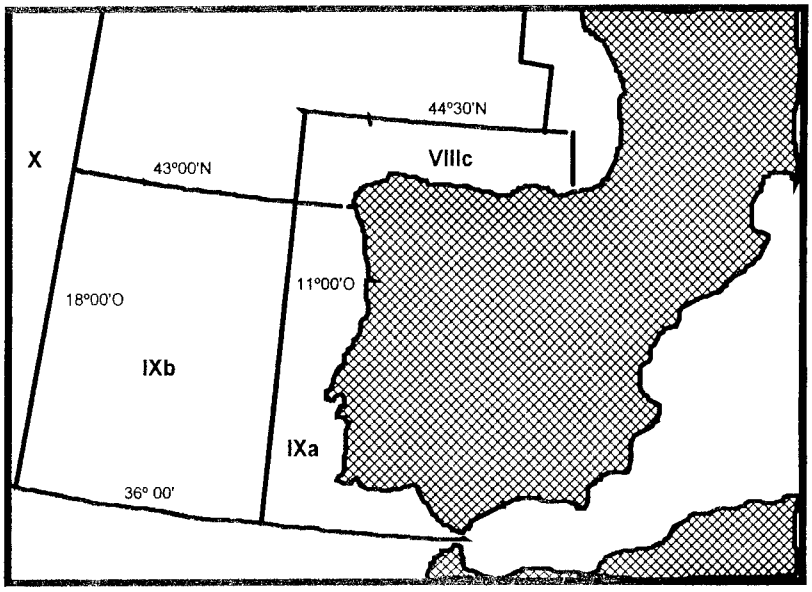


Figura 5.1.1 - Nomenclatura do ICES para as áreas de pesca do Atlântico Nordeste para as quais se determina o TAC com interesse para Portugal.

Na ausência de dados obtidos oficialmente nas lotas, utilizamos apenas os valores de comprimento total por nós determinado para a totalidade das amostragens obtidas das capturas comerciais. Com estes dados foi efectuada uma análise da progressão modal, considerando a totalidade dos indivíduos amostrados entre 1989 e 1993, separados de acordo com o mês de captura. Para cada mês foi calculada a frequência de cada classe de comprimento, em percentagem.

5.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos últimos anos, as capturas de *L. boscii* e *L. whiffiagonis* efectuadas por Portugal, correspondem a cerca de 10% das capturas totais efectuadas pelos dois países ibéricos (ICES, 1994). No nosso país verifica-se a predominância de *L. boscii* em relação a *L. whiffiagonis,* com dois terços das descargas a corresponder à primeira destas espécies (ANON., 1994; SILVA, 1992).

Os dados publicados pela FAO para as descargas efectuadas no Atlântico Nordeste, referem-se ao conjunto das duas espécies, não as distinguindo e apresentando-as como se se tratasse apenas de *L. whiffiagonis* (FAO, 1989; 1990). Os valores das descargas referidas pela FAO para Portugal, podem ser analisados na tabela 5.1.1. Aí se comparam esses valores com o total das descargas provenientes do Atlântico Nordeste. Dos valores apresentados podemos confirmar a pequena influência do nosso país para a exploração destas espécies. Efectivamente, Portugal é responsável por pouco mais de um por cento do total das descargas.

Por outro lado, na tabela 5.1.2, podemos verificar que ao nosso país tem sido atribuída, ao longo dos anos, uma quota que corresponde a três por cento do TAC decidido para o conjunto das divisões VIIIc, IX e X. É também interessante verificar que, a avaliar pelos valores oficiais das descargas, apenas em 1989 o nosso país excedeu o valor máximo da sua quota. Nos restantes anos, as descargas têm sido inferiores, por vezes descendo a valores da ordem dos 60% da quota.

A variação anual do valor do TAC para esta área, após se ter mantido constante durante vários anos, sofreu um aumento em 1991 e 1992. Depois dessa data, em apenas dois anos, o valor do TAC reduziu-se para menos de metade (42%) do valor de 1992.

Tabela 5.1.1- Capturas somadas de *L. boscii* e *L. whiffiagonis* listadas pela FAO (1989; 1990) para Portugal e para o total da área 27 (Atlântico Nordeste), em toneladas e a percentagem das capturas Portuguesas em relação a esse total.

Ano	Portugal	Área 27	Percentagem de Portugal
1986	361	26411	1,37
1987	387	29296	1,32
1988	309	27046	1,14
1989	410	27024	1,52
1990	331	25351	1,31

Tabela 5.1.2- TAC atribuídos no início de cada ano para o total das divisões VIIIc, IX e X e a quota portuguesa desse total (em toneladas) (Europescas 1990; 1991) e as descargas efectuadas pelo nosso país (GEPP, 1988; 1989; 1990; 1991; 1992).

	TAC Europeu	Quota de Portugal	Descargas
1986	13000	400	361
1987	13000	400	386
1988	13000	400	306
1989	13000	400	409
1990	13000	400	331
1991	14300	440	232
1992	14300	440	228
1993	8000	250	211
1994	6000	180	-

As estatísticas das descargas de *L. boscii* e *L. whiffiagonis* efectuadas no nosso país também não são diferenciadas, sendo ambas as espécies incluídas na categoria denominada "areeiros". A organização das estatísticas referentes à actividade piscatória está a cargo da Direcção Geral das Pescas, entidade que só iniciou a sistematização de dados a partir de 1986. Segundo CARDADOR (1992), para os anos anteriores a essa data, os valores são largamente subestimados. As razões apontadas baseiam-se em evidências de que parte das descargas não eram inscritas nos registos de lota como areeiros mas repartidas por outras categorias.

Na tabela 5.1.3, podemos observar a evolução das descargas ao longo dos últimos anos. Aí se observa a maior importância do segmento da pesca de arrasto para as descargas nacionais. É também aparente uma gradual diminuição dessa importância, descendo de quase 90% para os valores actuais de 77,7%.

Tabela 5.1.3 - Descargas nacionais de areeiros, de acordo com as estatísticas oficiais, em toneladas, separadas de acordo com o tipo de pesca (adaptado de CARDADOR, 1986; GEPP, 1989 a 1992).

Ano	Arrasto	Polivalente	Total	%Arrasto
1980	76,9	8,9	85,8	89,6
1981	118,5	13,3	131,8	89,9
1982	55,5	7,8	63,3	87,7
1983	32,2	5,8	38,0	84,7
1984	70,9	24,3	95,2	74,5
1985	87,3	19,6	106,9	81,7
1986	286,4	74,6	361,0	79,3
1987	289,7	96,3	386,0	75,1
1988	218,9	87,5	306,4	71,4
1989	272,7	136,9	409,6	66,6
1990	250,4	80,6	331,0	75,6
1991	173,0	59,0	232,0	74,6
1992	179,0	49,0	228,0	78,5
1993	164,2	47,1	211,3	77,7

Tal variação, sendo sobretudo assinalável no periodo que antecede a 1986, poderá ser um artefacto originado pela deficiente recolha de informação verificada na altura.

Os dados oficiais sobre estas espécies incluem ainda a distinção das capturas por áreas de influência das principais lotas, diferenciando-as pelas principais modalidades de pesca, arrasto, polivalente e cerco, esta última com quantidades desembarcadas inferiores a 1% e, por isso, não referidas na tabela 5.1.3.

Neste contexto é conveniente abordar um aspecto relevante, a sub-avaliação das descargas destas espécies. Com efeito, os valores referidos pelas estatísticas não consideram as rejeições, sobre as quais não há dados disponíveis, nem consideram as descargas não declaradas, fenómeno igualmente não quantificado. A incorrecta identificação das espécies nas lotas e a existência de uma categoria designada por "outras espécies", na qual são registados os areeiros quando descarregados em pequena quantidade, são ainda problemas associados ao sistema.

Todos estes problemas reduzem a utilidade das estatísticas oficiais na aplicação dos modelos matemáticos utilizados para a caracterização e gestão das populações piscícolas comercialmente exploradas.

A análise da progressão das frequências de comprimentos nas capturas comerciais, encontra-se exposta na tabela 5.1.4. Como pode ser observado na figura 5.1.2, os valores obtidos mostram que é de Abril a Julho que se captura maior proporção de indivíduos de menor comprimento.

Tabela 5.1.4 - Frequências de comprimentos (em cm) de *L. boscii* nas capturas comerciais, por mês de captura, de 1989 a 1993.

cm	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
13	0,00	0,00	0,00	1,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	1,75	0,61	7,27	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	2,92	3,64	0,00	4,11	4,11	3,85	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	4,09	6,06	9,09	2,74	1,37	0,00	0,00	0,00	2,15
17	0,00	0,00	0,76	8,19	5,45	0,00	10,96	4,11	3,85	3,57	0,00	3,23
18	0,00	3,94	5,30	11,70	6,06	1,82	4,11	6,85	0,00	3,57	0,00	4,30
19	0,00	7,87	13,64	9,94	9,09	7,27	6,85	6,85	7,69	3,57	2,86	12,90
20	0,00	8,66	16,67	9,94	13,94	14,55	12,33	15,07	11,54	7,14	20,00	19,35
21	2,38	7,87	18,18	13,45	10,30	27,27	16,44	20,55	26,92	35,71	31,43	16,13
22	11,90	11,81	18,94	16,37	10,91	18,18	15,07	12,33	7,69	7,14	5,71	20,43
23	7,14	6,30	15,15	8,19	11,52	9,09	10,96	8,22	11,54	17,86	20,00	8,60
24	11,90	7,87	3,03	7,60	10,91	3,64	6,85	10,96	15,38	7,14	11,43	9,68
25	11,90	8,66	4,55	2,92	3,03	1,82	5,48	4,11	3,85	10,71	2,86	1,08
26	11,90	11,02	3,03	1,17	3,64	0,00	0,00	1,37	7,69	3,57	5,71	0,00
27	7,14	13,39	0,76	0,00	2,42	0,00	1,37	4,11	0,00	0,00	0,00	2,15
28	16,67	6,30	0,00	0,00	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	2,38	5,51	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,79	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

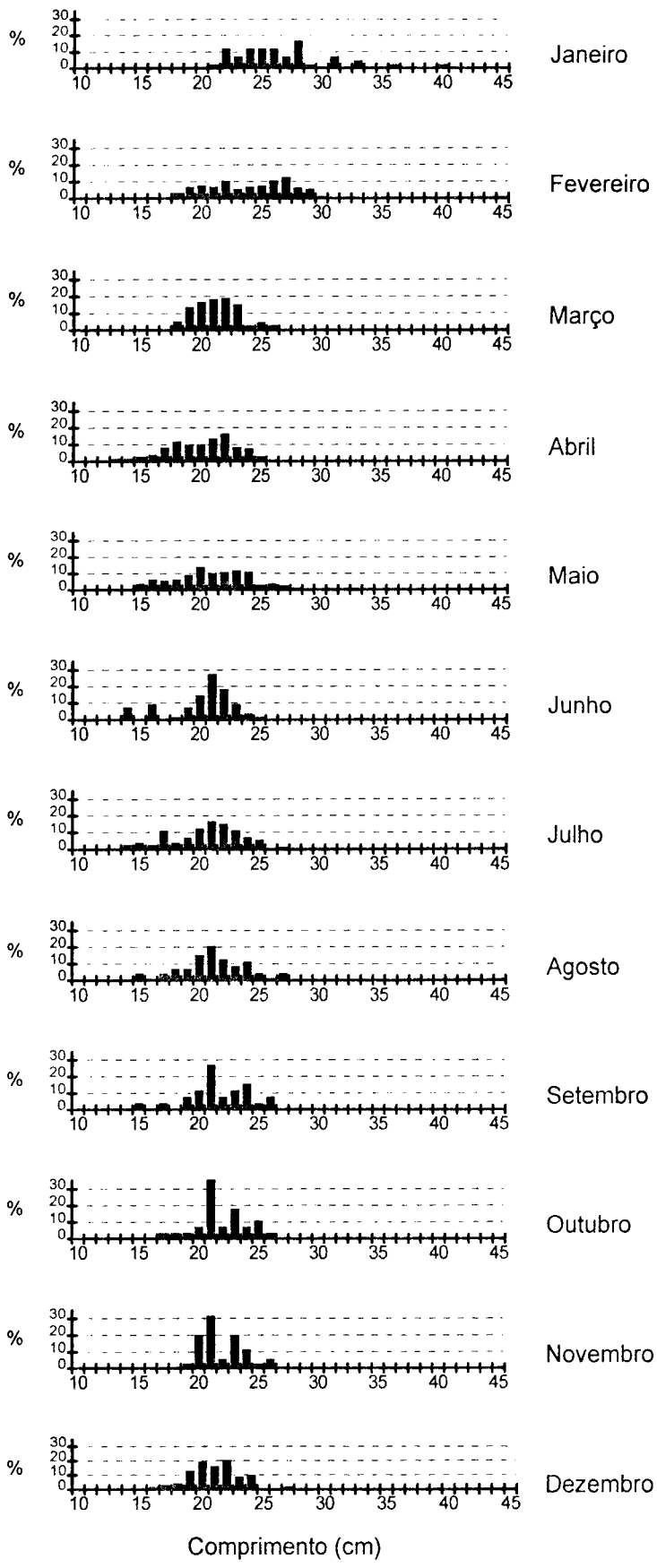


Figura 5.1.2 - Variação mensal das frequências de comprimentos de *L. boscii* nas capturas comerciais, de 1989 a 1993.

Esta sazonalidade, se bem que pouco marcada, pode indicar ser esta a altura do ano em que os recrutas se juntam à população de adultos. Sendo a época de reprodução desta espécie centrada no período de Fevereiro a Março, como determinado no capítulo 2, resulta que os indivíduos iniciam o rectrutamento à arte com pouco mais de um ano de idade. O seu comprimento, nesse momento é de cerca de 14,5 cm, de acordo com os valores de crescimento obtidos no capítulo 2.

5.2. SELECTIVIDADE E TAMANHO MÍNIMO CAPTURÁVEL

5.2.1. INTRODUÇÃO

Qualquer arte de pesca apresenta um determinado grau de selectividade no que respeita ao tamanho dos peixes que captura. É óbvia a selectividade das redes relacionada com a forma e dimensões do corpo dos peixes. Contudo, outras componentes de carácter comportamental existem, sendo a mais importante a capacidade de alguns indivíduos em evitar as redes (HILBORN & WALTERS, 1992).

A selectividade de uma rede de arrasto determina-se por comparação entre a frequência de comprimentos verificada nas capturas por ela efectuadas e a frequência de comprimentos característica da zona de pesca. Da comparação resulta, para cada classe de comprimento, um valor de probabilidade ou percentagem de retenção. Graficamente, o valor desta em função do comprimento resulta numa curva sigmóide. Se a curva é simétrica, a 50% de retenção obtém-se um limite em que se igualam as áreas abaixo da curva, antes do ponto de inflexão e acima da curva, após o ponto de inflexão, tendo como limites inferior e superior, respectivamente zero e 100%.

Se a curva sigmóide é simétrica, o comprimento correspondente a 50% de retenção é o tamanho de primeira captura, l_c ou l_{50}, valor que nos indica o tamanho a partir do qual mais de 50% dos indivíduos são retidos na arte de pesca. Ao quociente entre o valor de l_{50} (em cm) e o valor da malha (em mm) chama-se factor de selecção (FS). O seu valor pode ser usado para determinar l_{50} para outra malha ou então determinar qual a malha a usar para capturar indivíduos a partir de determinado comprimento, escolhido com base nos critérios que se desejem.

Se a curva de selecção não se apresenta de uma forma simétrica, o cálculo de l_{50} não é tão simples e são muitos os estudos teóricos conducentes à

resolução do problema, baseando-se essencialmente no cálculo das áreas acima referidas (PALOHEIMO & CADIMA, 1964 *in* ASTUDILLO & SANCHEZ, 1989; GULLAND, 1969; POPE *et al.*, 1975; HELSER *et al.*, 1991).

Muitas vezes, mais que o valor de l_{50}, é o valor de l_{25} que é usado como limite inferior para o comprimento dos indivíduos a capturar ou desembarcar (ASTUDILLO & SANCHEZ, 1989).

Estudos de selectividade dos areeiros foram efectuados em Espanha, na costa Norte e Noroeste, onde representam um apreciável rendimento para as comunidades piscatórias (ROBLES *et al.*, 1985; FUERTES *et al.*, 1977; ASTUDILLO & SANCHEZ, 1989).

O tamanho mínimo capturável, actualmente em vigor para as duas espécies do género *Lepidorhombus,* é de 20 cm para toda a Europa Comunitária (GEPP, 1989). Este valor alterou o anterior, que era de 25 cm, após vários estudos terem verificado que as capturas efectuadas com as redes legais obtinham grande quantidade de peixes cujo tamanho era inferior ao mínimo legal, levando a que os pescadores efectuassem rejeições importantes (ASTUDILLO & SANCHEZ, 1989).

Neste trabalho, ao abordarmos a selectividade das redes de arrasto, pretendemos relacioná-la com o comprimento de primeira maturação anteriormente determinado, no sentido de avaliar um valor óptimo para o tamanho mínimo capturável e efectuar uma crítica fundamentada ao actualmente em vigor.

5.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O método mais eficaz para efectuar estudos de selectividade para redes de arrasto consiste em realizar pescas com uma rede cujo saco ou copo é coberto exteriormente com uma rede de malha mais apertada. Em alternativa, podem ser

efectuadas pescas simultâneas, na mesma área, com a rede que se pretende testar e com outra de malha bastante apertada para obter uma amostra de referência (POPE *et al.*, 1975). Devido à impossibilidade logística de efectuar tais ensaios, optou-se por efectuar uma simulação de ensaio de selectividade. Este consistiu na comparação das frequências de comprimento obtidas em amostras comerciais por nós analisadas com as frequências de comprimento de igual número de amostras experimentais (27). Estas foram obtidas nas campanhas do navio de investigação "Noruega", nas quais participámos, graças à cooperação do INIP (Instituto Nacional de Investigação das Pescas). Os peixes provenientes das capturas comerciais foram obtidos nas lotas e mercados de Matosinhos, Póvoa de Varzim e Aveiro e foram pescados com redes de arrasto de malha de 65 mm no saco. A maioria das redes usadas no arrasto comercial são de *nylon* entrançado. As capturas experimentais, provenientes de toda a costa portuguesa, foram efectuadas com rede de arrasto de fundo tipo norueguês (*Norwegian Campell Trawl Net* - NCT), com saco de malhagem de 19,7mm em *nylon* entrançado de três fios. Todas as amostras foram obtidas entre 1989 e 1993.

Assumimos, para este ensaio, que as pescas se efectuaram na mesma data e área e que a distribuição espacial é homogénea. Assumimos também que, nas capturas comerciais, as rejeições foram mínimas, de modo a não influenciar o cálculo da retenção.

Foram utilizados os valores de comprimento de 2740 peixes, 758 provenientes das capturas comerciais e 1982 capturados nos cruzeiros de investigação. Os dados recolhidos foram organizados em classes de comprimento de 1 cm e, para cada classe, foi calculada a frequência de indivíduos capturados. Os valores obtidos foram comparados, conduzindo ao cálculo da proporção retida (PR_i) ou probabilidade de retenção (p_i) para cada classe de comprimento:

$$PR_i = 100p_i \; ; \; p_i = \frac{n_i}{N_i}$$

em que n_i é o número de indivíduos de cada classe de comprimento capturados pelas redes comerciais de 65 mm e N_i o número de indivíduos dessa classe, capturados pela rede de 20 mm.

Aos valores obtidos foi ajustada uma curva sigmóide da forma:

$$p_i = \frac{1}{1 + e^{(A + B.l}}$$

que pode ser ajustada por regressão linear após a seguinte transformação:

$$LN\left[\frac{1 - p_i}{p_i} \right] = A + B.l$$

em que l é o comprimento, p_i a probabilidade de retenção para os peixes desse comprimento e A e B constantes (POPE *et al.*, 1975).

O valor de l_{50} e l_{25} foram obtidos pelo método de Gulland modificado por ASTUDILLO & SANCHEZ (1989), baseado no cálculo das áreas dos polígonos delimitados pela curva de selecção observada, mesmo sendo assimétrica. Assim, a área debaixo da curva (R), à esquerda de um valor qualquer de comprimento (l) é dada por:

$$R_i = \sum_{i=0}^{l-1} \frac{p_i + p_{i+1}}{2}$$

em que p_i é a probabilidade de retenção para cada comprimento L. A área acima da curva (E), à direita de um valor qualquer de comprimento (l) é dada por:

$$E_i = \sum_{i=1}^{L} \frac{q_i + q_{i+1}}{2}$$

em que q=1-p e L é o primeiro comprimento com p=1. O gráfico dos valores de E_i e R_i em função do comprimento, permite determinar, aproximadamente, qual a classe de comprimento para que se igualam essas áreas, isto é, C_{50}. O valor exacto de l_{50} pode ser obtido por interpolação, a partir do valor observado de C_{50}:

$$l_{50} = C_{50} + \frac{E_i - R_i}{E_i - R_i + R_{i+1} - E_{i+1}}$$

O valor aproximado de l_{25} é determinado a partir da proporção de indivíduos retidos até cada classe de comprimento em relação aos não retidos de maior dimensão. Considera-se que se atinge l_{25} quando aquela proporção ultrapassa 1/3. O valor exacto pode ser também obtido por interpolação a partir do conhecimento do valor da classe de comprimento em que se atinge a proporção de 1/3 (C_{25}):

$$l_{25} = C_{25} + \frac{\frac{E_i}{3} - R_i}{\frac{E_i}{3} - R_i + R_{i+1} - \frac{E_{i+1}}{3}}$$

Alternativamente à curva logística simples e, no sentido de dispormos de vários ajustes para os valores de p_l observados, foram também usadas outras equações, permitindo obter curvas assimétricas. Uma delas foi a equação logística transformada por PAULY (1984, *in* PRAGER *et al.*, 1987) da seguinte forma:

$$p = \frac{1}{\left[1 + e^{-r(l - L_{50})} \right]}$$

A outra equação usada foi a de WEIBULL (1951, *in* PRAGER *et al.*, 1987), da forma:

$$p = K\left[1 - e^{-\left[\frac{l}{\alpha} \right]^{\beta}} \right]$$

Foi também usado o programa informático ELEFAN (ICLARM, 1992) na sua rotina para ajustar uma curva aos valores de p_l observados.

5.3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da comparação das capturas efectuadas com redes de arrasto de malha de 65 mm e 20 mm, resultaram os valores de retenção constantes na tabela 5.2.1.

A curva de selecção obtida (figura 5.2.1) apresenta-se com forma sigmóide até um pouco acima do ponto de inflexão mas, depois, apresenta-se irregular. Este facto é devido à baixa frequência dos indivíduos de maior tamanho, levando a grande oscilação no valor da retenção. Na figura verifica-se também que a curva sigmóide obtida não se apresenta de forma simétrica, o que implica a utilização de métodos indirectos para o cálculo de l_{25} e l_{50}.

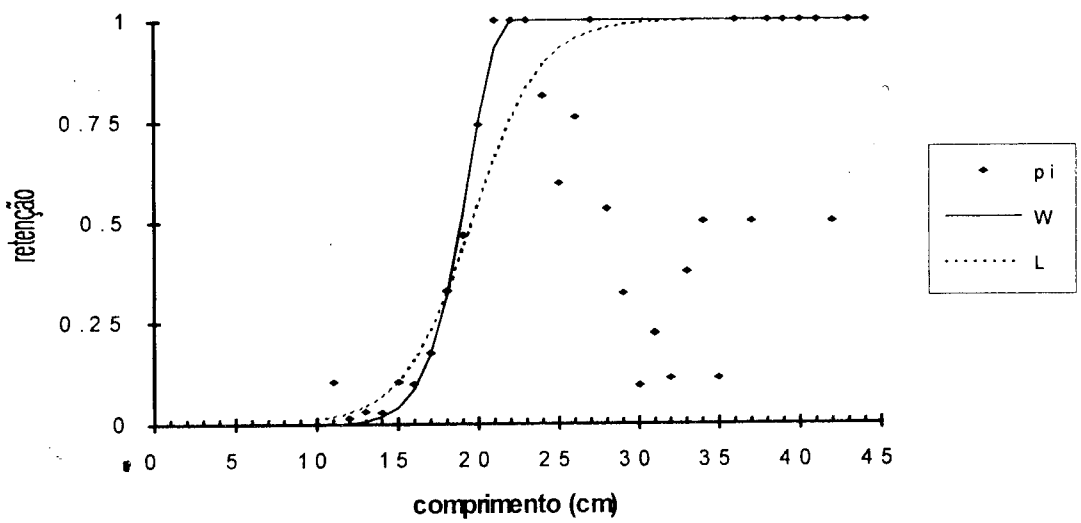


Figura 5.2.1 - Ajuste de uma curva logística aos dados observados de probabilidade de retenção (p_i) de *L. boscii* para rede de arrasto de 65 mm: W-método Weibull; L-curva logística simples.

Tabela 5.2.1- Probabilidade de retenção (p_i) para as diferentes classes de comprimento de *L. boscii* resultante da comparação das capturas efectuadas com redes de arrasto de malha de 65 mm e 20 mm.

Classe de comprimento (cm)	Malha de 20 mm	Malha de 65 mm	p_i
7	2	0	0,000
8	30	0	0,000
9	23	0	0,000
10	21	0	0,000
11	29	3	0,103
12	74	1	0,014
13	135	4	0,030
14	144	4	0,028
15	165	17	0,103
16	193	19	0,098
17	166	29	0,175
18	155	51	0,329
19	152	71	0,467
20	121	90	0,744
21	99	110	1,000
22	77	93	1,000
23	74	77	1,000
24	54	44	0,815
25	57	34	0,596
26	42	32	0,762
27	24	25	1,000
28	30	16	0,533
29	31	10	0,323
30	32	3	0,094
31	18	4	0,222
32	9	1	0,111
33	8	3	0,375
34	2	1	0,500
35	9	1	0,111
36	1	2	1,000
37	2	1	0,500
38	0	1	1,000
39	0	1	1,000
40	0	2	1,000
41	0	1	1,000
42	2	1	0,500
43	0	1	1,000
44	1	1	1,000

No ajuste da curva aos dados de p_l observados, obtivemos os resultados constantes da tabela 5.2.2. O melhor ajuste foi obtido usando o método Weibull. Como pode ser verificado graficamente e, também, pelo menor valor da soma dos quadrados dos resíduos, essa curva é a que melhor se ajusta à assimetria verificada nos dados. Os valores ajustados de probabilidade de retenção (p_{la}) para a curva de Weibull constam da tabela 5.2.3.

Tabela 5.2.2 - Valores estimados para o ajuste de uma curva logística aos valores de probabilidade de retenção de *L. boscii*. Apresentam-se três ajustes: 1 - ajuste de uma curva logística a todos os pontos; 2 - ajuste de uma curva logística a todos os pontos excepto aqueles acima do primeiro valor de 100% de retenção; 3 - ajuste de uma curva de Weibull a todos os pontos excepto aqueles acima do primeiro valor de 100% de retenção; 4 - ajuste de uma curva de Weibull a todos os pontos excepto aqueles acima do terceiro valor de 100% de retenção.

Ajuste	Parâmetros	Soma dos Quadrados dos Resíduos	R^2
1	A=7,443; B=-0,415	1283,61	0,380
2	A=9,246; B=-0,473	6,24	0,747
3	r=0,960; L_{50}=18,80	0,04	0,981
4	K=1,026; α=19,54; β=12,19	0,02	0,987

O método de Gulland modificado (ASTUDILLO & SANCHEZ, 1989) permitiu obter as áreas abaixo e acima da curva de selecção determinada, respectivamente antes e depois de cada comprimento.

Os valores determinados estão listados na tabela 5.2.3. Os valores da proporção de indivíduos retidos, em comparação com os não retidos de tamanho superior, usados na interpolação para calcular l_{25} e l_{50}, também constam na tabela.

O comprimento para que se igualam as áreas abaixo e acima da curva de seleção ajustada pelo método de Weibull, visualizado na figura 5.2.2, indica a classe de comprimento para l_{50}. O seu valor exacto, obtido por interpolação é de

18,65 cm. O valor exacto de l_{25}, determinado também por interpolação, resultou em 17,83 cm.

Para efeitos práticos, os valores encontrados podem ser considerados como l_{50}= 19 cm, l_{25}= 18 cm

A partir dos resultados obtidos, podemos determinar o factor de selecção para *L. boscii*, para redes de arrasto de 65 mm, como sendo FS=0,287.

Tabela 5.2.3- Áreas abaixo (R) e acima (E) da curva de selecção, antes e depois de cada classe de comprimento, obtidas pelo método de Gulland modificado por ASTUDILLO & SANCHEZ (1989) aplicado aos valores de probabilidades de retenção de *L. boscii* para redes de arrasto de malha de 65mm. Os valores de probabilidades de retenção p_{ia} são os da curva de Weibull ajustada aos valores observados. Apresenta-se também a proporção de indivíduos retidos em comparação aos não retidos de tamanho superior (r/nr).

Classe De Comprimento (cm)	p_{ia}	Curva de Selecção com Valores Observados			Curva de Weibull Ajustada		
		R	E	r/nr	R	E	r/nr
10	0,000	0,000	8,410	0,0	0,000	8,649	0,0
11	0,001	0,052	7,461	1,5	0,001	7,649	0,0
12	0,003	0,110	6,520	1,9	0,002	6,651	0,1
13	0,007	0,132	5,541	2,9	0,007	5,656	0,2
14	0,017	0,160	4,570	4,3	0,020	4,668	0,7
15	0,040	0,226	3,635	8,7	0,048	3,697	2,1
16	0,086	0,327	2,736	16,4	0,111	2,760	6,7
17	0,172	0,463	1,873	37,7	0,240	1,889	22,1
18	0,316	0,715	1,125	111,5	0,484	1,133	81,2
19	0,522	1,113	0,523	525,6	0,903	0,551	372,6
20	0,754	1,719	0,128		1,541	0,189	2887,2
21	0,934	2,590			2,384	0,033	
22	1	3,590			3,351	0	
23	1	4,590					
24	1						

Comparando os resultados por nós obtidos com os de ASTUDILLO & SANCHEZ (1989) para o conjunto *L. boscii* e *L. whiffiagonis* capturados no Cantábrico, verificamos que estes autores apresentam valores superiores, l_{50}= 21 cm, l_{25}= 20

cm e FS= 0,326. Estes autores salientaram também a marcada assimetria das curvas de selecção obtidas. As diferenças verificadas entre os valores por eles determinados e os agora apresentados, podem ser devidas à diferença no método de abordagem. Podem também estar ligadas à estrutura da rede de arrasto ou ao facto daqueles autores apresentarem valores para o conjunto das duas espécies.

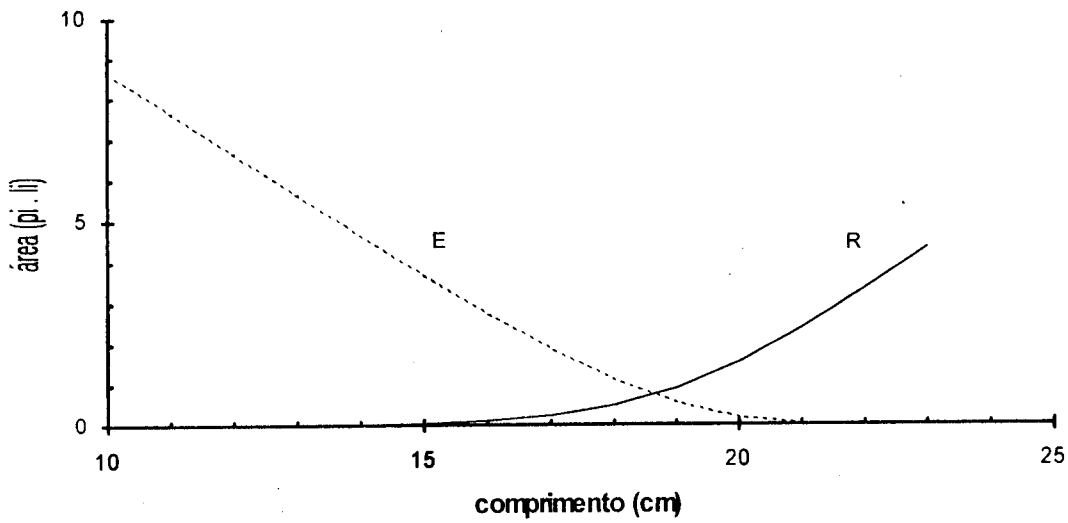


Figura 5.2.2 - Cálculo de l_{50} para *L. boscii* pelo método das áreas aplicado aos valores de p_i ajustados segundo uma curva de Weibull. E=área acima da curva à direita de cada comprimento; R=área abaixo da curva à esquerda de cada comprimento.

Confrontando l_{50} e l_{25} com os valores por nós obtidos para o comprimento de primeira maturação (parte 2.5), 20,13 cm para machos e 19,18 cm para fêmeas, verificamos que estes são ligeiramente superiores aos valores determinados para l_{50} e l_{25}. Daí se pode concluir que as redes de pesca industrial ultrapassam o limite da compatibilidade com o padrão reprodutivo desta espécie, capturando mais de 50% dos indivíduos antes destes efectuarem a primeira reprodução.

Tabela 5.2.4 - Proporção, por classe de comprimento, verificada nas amostras provenientes das capturas comerciais de *L. boscii* e *L. whiffiagonis* efectuadas na costa Portuguesa entre 1989 e 1993.

Classe de Comprimento (cm)	Proporção	Proporção Acumulada
10	0,0	0,0
11	0,3	0,3
12	0,1	0,4
13	0,6	1,0
14	0,4	1,5
15	1,9	3,4
16	2,2	5,6
17	3,8	9,4
18	6,4	15,8
19	8,9	24,7
20	10,7	35,5
21	14,1	49,6
22	13,0	62,5
23	9,7	72,3
24	7,3	79,5
25	4,5	84,0
26	4,6	88,6
27	3,8	92,4
28	2,7	95,1
29	1,7	96,8
30	0,7	97,4
31	0,6	98,0
32	0,1	98,1
33	0,3	98,4
34	0,2	98,7
35	0,1	98,8
36	0,2	99,0
37	0,1	99,1
38	0,1	99,2
39	0,1	99,3
40	0,2	99,6
41	0,1	99,7
42	0,1	99,8
43	0,1	99,9
44	0,1	100,0

O comprimento mínimo capturável actualmente em vigor, 20 cm, apresenta-se ajustado às características reprodutivas da espécie. Não existe, contudo, uma margem de segurança a separar os valores de comprimento de primeira maturação e o tamanho mínimo capturável. Por outro lado, os valores obtidos para

l_{50} e l_{25}, ao serem inferiores a 20 cm, mostram que, nas capturas efectuadas com as actuais redes de pesca industrial, existe uma proporção considerável de indivíduos abaixo do tamanho mínimo capturável. Este facto pode ser observado na tabela 5.2.4 onde se mostra que a captura de indivíduos de comprimento inferior a 21cm ascende a 35,5%.

Com a alteração da malhagem legal da pesca de arrasto para um valor superior, almejada a médio ou longo prazo pelas autoridades comunitárias, os tamanhos capturados serão alterados. A retenção dos indivíduos mais pequenos será menor, conduzindo a uma margem de segurança entre o comprimento mínimo capturado e o tamanho de primeira maturação. De acordo com os factores de selecção determinados, podemos ver na tabela 5.2.5 os valores previstos para l_{50} em função da malhagem a adoptar.

Tabela 5.2.5 - Valores previstos para l_{50} em função da malhagem a adoptar e dos factores de selecção (FS) determinados para *L. boscii*.

Referência	FS	Malha			
		65	70	75	80
Este Trabalho	0,287	18,65	20,08	21,52	22,95
Astudillo *Et Al.*, (1989)	0,326	21,20	22,83	24,46	26,09

Segundo os nossos cálculos, para o factor de selecção agora determinado, só a utilização de uma malha superior a 70 mm será coerente com o comprimento de primeira maturação verificado para *L. boscii* em águas Portuguesas. Já com os valores do factor de selecção determinados para as redes de arrasto utilizadas em Espanha, a malha de 65 mm é suficiente para garantir essa margem de segurança.

5.3. ANÁLISE DE POPULAÇÃO VIRTUAL

5.3.1. INTRODUÇÃO

Os métodos de avaliação de recursos haliêuticos que usam dados de capturas e respectiva composição por idades têm sido, nos últimos anos, cada vez mais utilizados no estudo e gestão das populações. Tal facto deve-se, em parte, à ausência de informação sobre o esforço real empregue na captura desses recursos, dado indispensável para o emprego de outros métodos de análise populacional.

A análise de população virtual (VPA) tem-se revelado como um dos métodos mais eficazes neste tipo de estudos. Este método consiste em algoritmos repetitivos para calcular o tamanho do *stock* com base nas capturas verificadas (HILBORN and WALTERS, 1992).

A partir do tamanho do *stock*, obtido pela análise de população virtual (VPA), outros parâmetros podem ser determinados, como as alterações na vulnerabilidade do recurso ao longo do tempo, a selectividade e o recrutamento para cada ano.

5.3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de base para efectuar a análise de população virtual foram os das descargas oficiais (não diferenciadas) de *L. boscii* e *L. whiffiagonis,* efectuadas por Portugal. Como foi antes referido, as estatísticas de desembarque de *L. boscii* em Portugal não são fiáveis, principalmente no período que antecede 1986. Por outro lado, os dados disponíveis de composição por comprimentos, são os calculados neste trabalho, respeitando apenas ao período de 1990 a 1993. Tal insuficiência

de dados torna difícil uma análise completa. Contudo, decidimos efectuar a análise de população virtual com os dados disponíveis, de modo a obter resultados aproximados ou tendências que possibilitem um estudo melhor direccionado.

Para efectuar os cálculos da análise de população virtual, informatizámos o método simplificado de Pope, na versão exposta por SPARRE *et al.* (1989) que, de acordo com o respectivo autor, para valores de F<1,2 e M<0,3, produz resultados muito semelhantes a uma análise de população virtual mais elaborada. Nesta versão, conhecendo o valor da mortalidade natural M, a partir das capturas (C_i) da classe de idade mais velha e de um valor assumido para a sua mortalidade por pesca, $F_{terminal}$, temos que o número de indivíduos dessa classe será:

$$N_i = \frac{C_i}{\frac{F}{Z} \cdot (1 - e^{-Z}}$$

em que Z=M+F. A partir do valor de N_i pode ser calculado o valor de N_{i-1}:

$$N_{i-1} = (N_i . e^{\frac{M}{2}} + C_{i-1}) . e^{\frac{M}{2}}$$

Com esta equação podem ser calculados os quantitativos de cada classe de idade, começando na última classe de idade presente nas capturas e até à classe mais jovem presente na pescaria.

A partir dos valores calculados para os vários N_i, podemos calcular os valores de mortalidade por pesca verificados em cada ano, por meio da seguinte equação:

$$F_i = \ln\left[\frac{N_i}{N_{i+1}} \right] - M$$

Para aplicar o método VPA, foram preparadas várias tabelas de dados de composição da captura por idades, baseadas nos valores oficiais das descargas de *L. boscii* e *L. whiffiagonis* efectuadas por Portugal. Estes valores constam da tabela 5.3.1. Por um lado, devido à apresentação conjunta, nessas estatísticas, das descargas das duas espécies, preparamos tabelas de composição da captura por idade para o conjunto destas espécies. Por outro lado, preparamos também tabelas de composição da captura por idades apenas para *L. boscii* (tabela 5.3.2).

Para o efeito, consideramos os valores médios da proporção destas espécies na captura nacional, 2/3 para *L. boscii* e 1/3 para *L. whiffiagonis* (SILVA, 1992).

O cálculo do número de indivíduos capturado de cada idade em cada ano (N_{it}) processou-se como a seguir se descreve. Assumindo que a amostra é representativa da população, verifica-se em cada ano (t) a seguinte igualdade:

$$\frac{n_t}{N_t} = \frac{w_t}{C_t}$$

em que n_t é o número de indivíduos capturado na amostra, w_t o peso da amostra, N_t o número de indivíduos da população e C_t a captura, em peso, verificada. Então, para cada ano t, os valores de N_{it} foram obtidos a partir dos valores de C_t e w_t, ambos em toneladas, da proporção de indivíduos por classe de idade no ano respectivo (P_{it}), já apresentada no capítulo 2 para os anos 1990 a 1993 e ainda de n_t:

$$N_{it} = \frac{P_{it} \cdot n_t \cdot C_t}{w_t}$$

A ausência de dados de composição por idades para os anos anteriores a 1990 e a falta de confiança nos valores determinados para este ano, levou-nos à preparação de duas tabelas de valores para efectuar a VPA. A primeira, a que chamaremos conjunto A, contém os valores observados de composição por idades, de 1990 a 1993. Para os restantes anos, até 1980, calculamos a composição por idades a partir de um valor igual à média da composição por idades verificada nos anos 1990 a 1993.

A segunda tabela de valores, a que chamaremos conjunto B, contém os valores observados de composição por idades, de 1991 a 1993. Para os restantes anos, até 1980, calculamos a composição por idades a partir de um valor igual à média da composição por idades verificada nos anos 1991 a 1993. As duas tabelas são iguais, portanto, apenas nos valores respeitantes a 1991, 1992 e 1993.

Nas análises efectuadas às coortes ainda em exploração, calculou-se o decréscimo do número de indivíduos vivos em cada ano, assumindo mortalidade total constante e igual ao valor médio calculado no capítulo 2.4, Z=0,58.

O valor de mortalidade natural usado, M=0,27, foi o valor médio combinado de machos e fêmeas, entre 1990 e 1993, determinado no capítulo 2.4.

Para além do método acima referido para efectuar a VPA, empregamos também o módulo VPA I do programa informático ELEFAN ver. 1.11 (ICLARM, 1990). Efectuamos, para as mesmas coortes, a análise de população virtual segundo um método descrito pelos autores deste programa como sendo a primeira derivada da equação de Pope.

5.3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.3.1. Análise de População Virtual

Como referido antes, os resultados da análise de população virtual são referentes a dois conjuntos de dados de composição da captura por idades e são apresentados, ora em relação a *L. boscii* isolado, ora em relação ao conjunto *L. boscii* e *L. whiffiagonis*. Nas tabelas 5.3.1 e 5.3.2 são apresentados os respectivos valores de composição por idades usados na análise de população virtual.

Tabela 5.3.1 - Composição da captura (nº de indivíduos) por idades para o conjunto de *L. boscii* e *L. whiffiagonis*. São apresentados dois conjuntos de dados: A-dados de 1980 a 1989 calculados com base nos valores médios de composição por idades verificados entre 1990 e 1993; B-dados de 1980 a 1990 calculados com base nos valores médios de composição por idades verificados entre 1991 e 1993.

A	IDADES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	803769	880726	367682	239421	114010	216619	148213	31353	14251	5700
1992	867413	820944	658304	333025	123916	123916	108427	46469	7745	7745
1991	179800	814433	433120	317158	185922	213794	112939	60417	31417	9667
1990	2704339	2081332	336331	413208	0	0	0	0	0	0
1989	1861578	1878788	733723	532407	173210	302043	201376	75323	29103	12593
1988	1392548	1405422	548859	398265	129569	225942	150639	56345	21771	9420
1987	1754319	1770538	691448	501731	163230	284640	189773	70983	27427	11868
1986	1640698	1655866	646665	469236	152658	266205	177482	66386	25650	11099
1985	485846	490338	191492	138951	45205	78829	52556	19658	7596	3287
1984	432671	436672	170533	123743	40258	70201	46804	17507	6764	2927
1983	172705	174302	68070	49393	16069	28022	18682	6988	2700	1168
1982	287690	290350	113390	82279	26768	46678	31121	11641	4498	1946
1981	599014	604552	236096	171317	55735	97191	64798	24237	9365	4052
1980	389950	393555	153695	111525	36283	63270	42183	15778	6096	2638
B	**IDADES**									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	803769	880726	367682	239421	114010	216619	148213	31353	14251	5700
1992	867413	820944	658304	333025	123916	123916	108427	46469	7745	7745
1991	179800	814433	433120	317158	185922	213794	112939	60417	31417	9667
1990	912670	1240623	719446	438639	208988	273325	182229	68161	26336	11396
1989	1129394	1535224	890287	542800	258615	338229	225502	84347	32590	14102
1988	844840	1148420	665977	406039	193456	253011	168686	63096	24379	10549
1987	1064322	1446769	838992	511525	243714	318741	212509	79487	30712	13289
1986	995389	1353066	784653	478395	227930	298098	198745	74339	28723	12429
1985	294756	400673	232353	141663	67495	88273	58853	22013	8506	3680
1984	262496	356820	206922	126158	60108	78612	52412	19604	7575	3278
1983	104778	142428	82595	50357	23993	31379	20921	7825	3024	1308
1982	174538	237255	137586	83885	39967	52270	34849	13035	5037	2179
1981	363413	494000	286474	174661	83216	108834	72561	27141	10487	4538
1980	236577	321588	186491	113702	54173	70850	47236	17668	6827	2954

Tabela 5.3.2 - Composição da captura (nº de indivíduos) por idades para *L. boscii*. São apresentados dois conjuntos de dados: A-dados de 1980 a 1989 calculados com base nos valores médios de composição por idades verificados entre 1990 e 1993; B-dados de 1980 a 1990 calculados com base nos valores médios de composição por idades verificados entre 1991 e 1993.

A	IDADE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	535846	587151	245121	159614	76007	144412	98809	20902	9501	3800
1992	578275	547296	438870	222016	82611	82611	72284	30979	5163	5163
1991	119867	542956	288747	211438	123948	142530	75293	40278	20944	6444
1990	1802893	1387554	224220	275472	0	0	0	0	0	0
1989	1241052	1252526	489149	354938	115473	201362	134251	50215	19402	8395
1988	928365	936948	365906	265510	86379	150628	100426	37563	14514	6280
1987	1169546	1180359	460966	334487	108820	189760	126515	47322	18284	7912
1986	1093798	1103910	431110	312824	101772	177470	118321	44257	17100	7399
1985	323898	326892	127661	92634	30137	52553	35038	13106	5064	2191
1984	288448	291114	113689	82495	26839	46801	31203	11671	4510	1951
1983	115137	116201	45380	32929	10713	18681	12455	4659	1800	779
1982	191793	193567	75594	54852	17845	31119	20747	7760	2998	1297
1981	399342	403034	157397	114211	37157	64794	43199	16158	6243	2701
1980	259966	262370	102463	74350	24188	42180	28122	10519	4064	1759
B	IDADE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	535846	587151	245121	159614	76007	144412	98809	20902	9501	3800
1992	578275	547296	438870	222016	82611	82611	72284	30979	5163	5163
1991	119867	542956	288747	211438	123948	142530	75293	40278	20944	6444
1990	608446	827082	479631	292426	139325	182217	121486	45441	17558	7597
1989	752929	1023483	593525	361866	172410	225486	150334	56231	21727	9401
1988	563227	765613	443984	270693	128971	168674	112457	42064	16253	7033
1987	709548	964513	559328	341017	162476	212494	141673	52992	20475	8860
1986	663593	902044	523102	318930	151953	198732	132497	49559	19149	8286
1985	196504	267115	154902	94442	44997	58849	39235	14676	5670	2454
1984	174997	237880	137948	84106	40072	52408	34941	13069	5050	2185
1983	69852	94952	55063	33572	15995	20919	13947	5217	2016	872
1982	116358	158170	91724	55923	26644	34847	23233	8690	3358	1453
1981	242276	329334	190983	116440	55478	72556	48374	18094	6991	3025
1980	157718	214392	124327	75801	36115	47233	31491	11779	4551	1969

Comparando os resultados obtidos pelos dois métodos usados para efectuar a VPA (o método de Pope e o programa informático ELEFAN) verificamos serem mínimas as diferenças, quando existentes. Por este motivo, e pela sua utilização mais simples, optamos pela apresentação dos resultados obtidos pelo método de Pope.

Fazendo variar o valor de $F_{terminal}$ entre 0,25 e 1,0, obtivemos valores de número de indivíduos e de biomassa total para a população de *L. boscii*, situados num intervalo de variação de 10%. Para os cálculos definitivos, assumimos o valor de $F_{terminal}$=0,5, superior ao valor médio F=0,31, calculado no capítulo 2.4. Com este valor, obtivemos para o número de indivíduos da população de *L. boscii*, resultados variando entre os 4,45 e os 13,79 milhões de indivíduos. Considerando a população em peso, obtivemos valores entre as 346 e as 1524 toneladas. O valor médio da mortalidade por pesca variou entre 0,28 e 0,41, por ano. Os resultados obtidos estão discriminados, por ano e por coorte, nas tabelas 5.3.3 a 5.3.5. O valor médio da taxa de exploração variou entre 0,48 e 0,71, tendo-se mantido relativamente estável ao longo dos últimos anos, como pode ser observado na tabela 5.3.6.

Considerando como dados de base as descargas efectuadas para o conjunto *L. boscii* e *L. whiffiagonis*, obtemos para o conjunto das duas populações, resultados situados entre os 6,68 e os 20,69 milhões de indivíduos. Considerando as populações em peso, obtivemos valores entre as 519 e as 1863 toneladas. Os resultados obtidos estão descriminados nas tabelas 5.3.7 e 5.3.8.

Tabela 5.3.3- Número de indivíduos (em milhões) a cada idade, para a população de *L. boscii*, com F_t=0,5.

idade	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
10	27	22	18	15	11	15	19	50	41	12	14	12	16	8
9	54	53	44	43	20	31	38	101	82	24	29	25	33	17
8	131	118	122	109	73	76	74	195	160	47	55	48	64	33
7	324	317	153	191	153	106	107	178	146	43	51	43	58	30
6	491	643	444	444	459	348	304	328	356	105	123	106	142	73
5	689	893	755	767	749	653	557	572	561	225	264	227	304	156
4	942	1266	1097	1370	1371	1165	1144	1083	977	548	529	454	610	311
3	1338	1722	1595	1972	2395	2166	2007	2099	1829	1049	1195	876	1175	600
2	2130	2437	2198	2856	3443	3870	3733	3625	3568	2320	2186	1774	2211	1130
1	2971	3469	3012	3821	4710	5294	5650	5561	5318	3901	3561	2461	3558	2093
total	9098	10940	9439	11589	13384	13724	13634	13792	13039	8275	8006	6026	8171	4450

Tabela 5.3.4- Mortalidade por pesca (F) a cada idade, para a população de *L. boscii*, com F_t=0,5.

idade	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
10	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
9	0.423	0.627	0.604	0.805	0.346	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434
8	0.620	0.524	0.746	0.650	1.009	0.630	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392
7	0.632	0.717	-0.047	0.295	0.478	0.066	0.106	-0.360	-0.360	-0.360	-0.360	-0.360	-0.360	-0.360
6	0.147	0.437	0.795	0.571	0.826	0.916	0.770	0.340	0.623	0.623	0.623	0.623	0.623	0.623
5	0.069	0.059	0.262	0.278	0.220	0.360	0.337	0.285	0.184	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490
4	0.042	0.079	0.104	0.310	0.335	0.309	0.449	0.369	0.284	0.623	0.424	0.424	0.424	0.424
3	0.082	0.037	0.104	0.094	0.288	0.350	0.292	0.391	0.357	0.379	0.545	0.386	0.386	0.386
2	0.195	0.077	0.051	0.100	0.093	0.310	0.351	0.277	0.398	0.524	0.334	0.436	0.362	0.362
1	0.063	0.083	0.045	0.021	0.043	0.043	0.144	0.158	0.129	0.250	0.218	0.057	0.206	0.347
média	0.277	0.314	0.316	0.362	0.414	0.392	0.378	0.279	0.294	0.385	0.360	0.338	0.346	0.360

Tabela 5.3.5- Biomassa (toneladas) a cada idade, para a população de *L. boscii*, com F_t=0,5.

idade	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
10	19	10	9	7	5	7	9	23	19	6	23	6	8	4
9	35	23	19	19	9	13	16	43	35	10	43	10	14	7
8	75	45	46	41	28	29	28	74	61	18	74	18	24	12
7	159	104	50	63	50	35	35	59	48	14	59	14	19	10
6	202	176	122	122	126	95	83	90	98	29	90	29	39	20
5	226	195	165	168	164	143	122	125	123	49	125	50	67	34
4	231	207	179	224	224	191	187	177	160	90	177	74	100	51
3	225	193	178	221	268	242	224	235	205	117	235	98	131	67
2	213	162	146	190	229	258	249	241	238	154	241	118	147	75
1	140	109	95	120	148	166	178	175	167	123	175	77	112	66
total	1524	1224	1010	1174	1251	1179	1131	1242	1152	610	1242	495	661	346

Tabela 5.3.6 - Valor da taxa de exploração a cada idade, para a população de *L. boscii*, com F_t=0,5.

idade	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
10	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
9	0.73	1.08	1.04	1.39	0.60	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
8	1.07	0.90	1.29	1.12	1.74	1.09	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
7	1.09	1.24	-0.08	0.51	0.82	0.11	0.18	-0.62	-0.62	-0.62	-0.62	-0.62	-0.62	-0.62
6	0.25	0.75	1.37	0.98	1.42	1.58	1.33	0.59	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
5	0.12	0.10	0.45	0.48	0.38	0.62	0.58	0.49	0.32	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
4	0.07	0.14	0.18	0.53	0.58	0.53	0.77	0.64	0.49	1.07	0.73	0.73	0.73	0.73
3	0.14	0.06	0.18	0.16	0.50	0.60	0.50	0.67	0.62	0.65	0.94	0.67	0.67	0.67
2	0.34	0.13	0.09	0.17	0.16	0.54	0.60	0.48	0.69	0.90	0.58	0.75	0.62	0.62
1	0.11	0.14	0.08	0.04	0.07	0.07	0.25	0.27	0.22	0.43	0.38	0.10	0.35	0.60
média	0.48	0.54	0.55	0.62	0.71	0.68	0.65	0.48	0.51	0.66	0.62	0.58	0.60	0.62

Tabela 5.3.7 - Número de indivíduos (em milhões) a cada idade, para o conjunto das populações de*L. boscii* e *L. whiffiagonis*, com F_t=0,5.

idade	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
10	27	22	18	15	11	15	19	50	41	12	14	12	16	8
9	54	53	44	43	20	31	38	101	82	24	29	25	33	17
8	131	118	122	109	73	76	74	195	160	47	55	48	64	33
7	324	317	153	191	153	106	107	178	146	43	51	43	58	30
6	491	643	444	444	459	348	304	328	356	105	123	106	142	73
5	689	893	755	767	749	653	557	572	561	225	264	227	304	156
4	942	1266	1097	1370	1371	1165	1144	1083	977	548	529	454	610	311
3	1338	1722	1595	1972	2395	2166	2007	2099	1829	1049	1195	876	1175	600
2	2130	2437	2198	2856	3443	3870	3733	3625	3568	2320	2186	1774	2211	1130
1	2971	3469	3012	3821	4710	5294	5650	5561	5318	3901	3561	2461	3558	2093
total	9098	10940	9439	11589	13384	13724	13634	13792	13039	8275	8006	6026	8171	4450

Tabela 5.3.8 - Biomassa (toneladas) a cada idade, para o conjunto das populações de *L. boscii* e *L. whiffiagonis*, com F_t=0,5.

idade	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
10	19	10	9	7	5	7	9	23	19	6	23	6	8	4
9	35	23	19	19	9	13	16	43	35	10	43	10	14	7
8	75	45	46	41	28	29	28	74	61	18	74	18	24	12
7	159	104	50	63	50	35	35	59	48	14	59	14	19	10
6	202	176	122	122	126	95	83	90	98	29	90	29	39	20
5	226	195	165	168	164	143	122	125	123	49	125	50	67	34
4	231	207	179	224	224	191	187	177	160	90	177	74	100	51
3	225	193	178	221	268	242	224	235	205	117	235	98	131	67
2	213	162	146	190	229	258	249	241	238	154	241	118	147	75
1	140	109	95	120	148	166	178	175	167	123	175	77	112	66
total	1524	1224	1010	1174	1251	1179	1131	1242	1152	610	1242	495	661	346

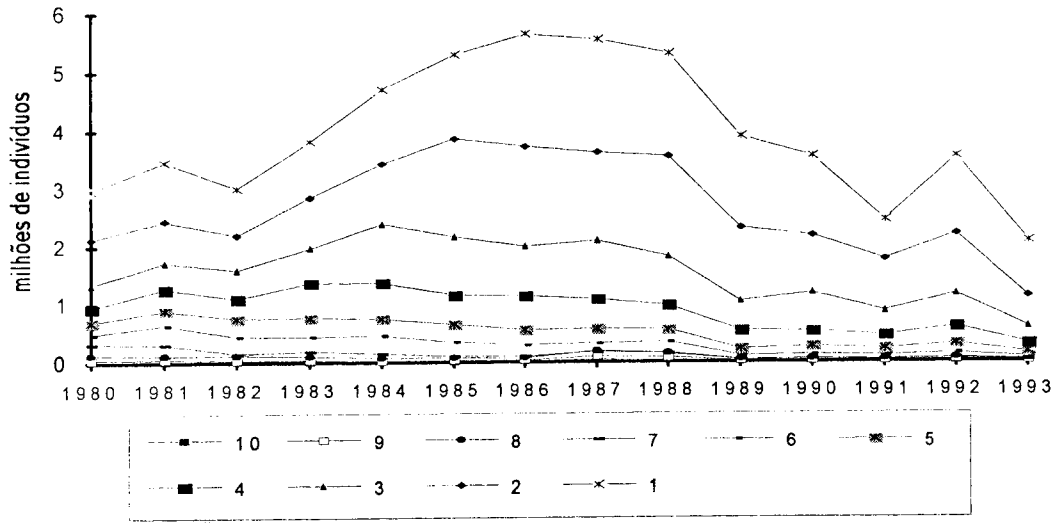


Figura 5.3.1 - Variação do número de indivíduos a cada idade (1 a 10 anos), para a população de *L. boscii*, com F_t=0,5 entre 1980 e 1993.

Nas figuras 5.3.1 a 5.3.3, podemos visualizar, respectivamente, a variação do número de indivíduos da população de *L. boscii* a cada idade, a variação da mortalidade por pesca e a variação da biomassa da população, no período de 1980 a 1993.

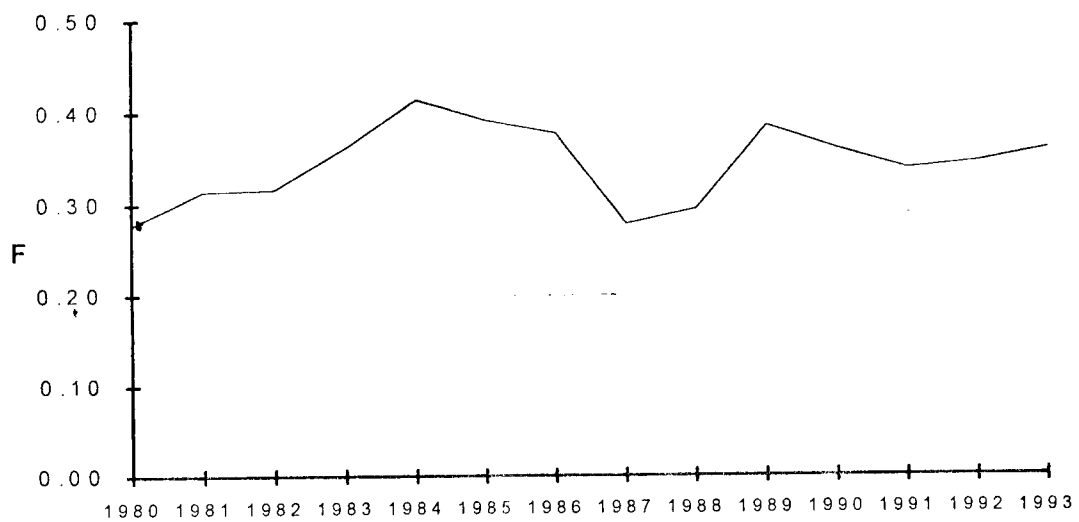


Figura 5.3.2 - Variação do valor médio da mortalidade por pesca (F) para a população de *L. boscii*, com F_t=0,5 entre 1980 e 1993.



Figura 5.3.3 - Variação do biomassa (toneladas) total, para a população de *L. boscii*, com F_t=0,5 entre 1980 e 1993.

Dos resultados obtidos, deve salientar-se o decréscimo, verificado nos últimos anos, da biomassa total da população. Este decréscimo verifica-se, apesar de se manter a taxa de exploração aproximadamente ao mesmo nível. Estes resultados mostram que as recentes reduções verificadas no TAC e nas quotas para o conjunto *L. boscii* e *L. whiffiagonis*, tem um fundamento biológico que as sustenta. A mortalidade por pesca mostra oscilações mas não se afasta muito do seu valor médio, 0,34/ano.

5.3.3.2. Análise de Sensibilidade

Segundo HILBORN and WALTERS (1992) variações no valor assumido de F_t não motivam grandes variações nos resultados obtidos. Os nossos resultados confirmam esta afirmação, como pode ser observado na figura 5.3.4, onde se efectua uma análise da sensibilidade do método ao valor assumido para F_t.

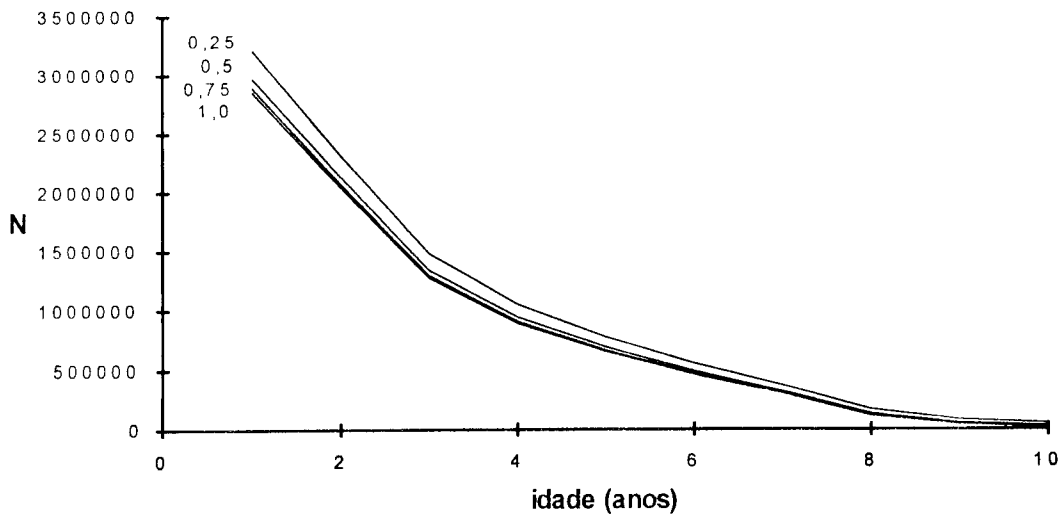


Figura 5.3.4 - Análise da sensibilidade do método de Pope ao valor de F_t usado. N é o número de indivíduos da coorte de 1980.

Ainda segundo HILBORN and WALTERS (1992) os efeitos do uso de um valor incorrecto de mortalidade natural podem ser importantes. Se o valor usado de M for superior ao seu valor real, os números calculados para cada coorte serão muito sobreestimados. Se se usar um valor reduzido de M, os números calculados para cada coorte serão muito subestimados. A importância de M será tanto maior quanto menor for a mortalidade por pesca e, no caso desta ser muito superior a M, então o erro introduzido por um valor incorrecto de M será negligenciável. Os nossos resultados confirmam esta afirmação, como pode ser observado na figura 5.3.5, onde se efectua uma análise da sensibilidade do método de Pope ao valor assumido para M, para a coorte de 1980.

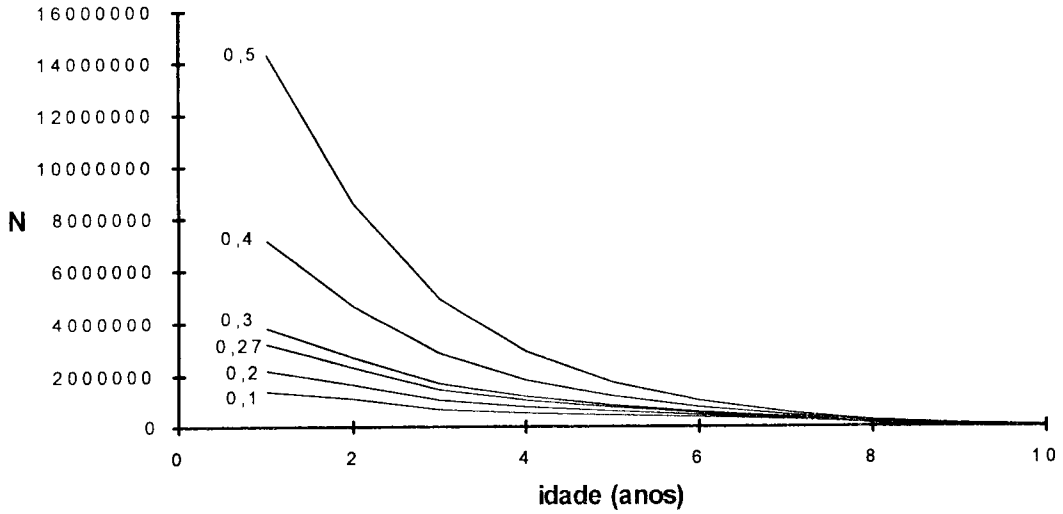


Figura 5.3.5 - Análise da sensibilidade do método de Pope ao valor de M usado, entre 0,1 e 0,5. N é o número de indivíduos da coorte de 1980. No presente estudo, foi usado o valor médio de M=0,27.

Salienta-se que estes resultados, pela insuficiente caracterização da composição das capturas por classe de idade (uma espécie com a longevidade demonstrada para *L. boscii* exigiria um período de tempo ainda mais longo para a recolha deste tipo de dados) apresenta utilidade como indicador do estado do recurso e do modo como a exploração está a ser efectuada. O estudo deste tema necessita de ser continuado para se poderem obter conclusões mais sólidas. Por outro lado, um estudo exaustivo das unidades de população existentes e a correcta repartição das capturas pelas respectivas unidades, antes de efectuar uma análise global, serão os passos a dar para uma melhor avaliação deste recurso.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES GERAIS

6. CONCLUSÕES GERAIS

População

1

Lepidorhombus boscii distribui-se ao longo de toda a costa portuguesa, com apreciável abundância ao largo do Minho e Beira Litoral, mas especialmente na costa da Estremadura, entre os 300 e os 600 metros de profundidade.

Os indivíduos de menor tamanho encontram-se a profundidades maiores. Desconhecem-se as áreas de desova e de desenvolvimento das larvas, pelo que este aspecto deverá ser melhor investigado.

Usando a relação entre o comprimento do peixe e o comprimento do otólito *sagitta* direito, para comparar amostras de peixes do Norte e do Sul do país, apresenta-se esta relação significativamente diferente, o que sugere poder tratar-se de diferentes unidades de população.

Crescimento

2

O crescimento das fêmeas e dos machos desta espécie ajusta-se a um modelo assimptótico.

Calculou-se um L_∞ de 43,14 cm para as fêmeas e 36,13 cm para os machos. O valor de W_∞ é, respectivamente, para fêmeas e machos, de 767,18 g e 427,45 g. O coeficiente de crescimento, K, é de 0,130 para as fêmeas e 0,187 para os machos.

O crescimento apresenta-se mais rápido para as fêmeas que para os machos. As fêmeas apresentam comprimento e peso superiores aos dos machos, para cada idade, diferença essa estatísticamente significativa.

As taxas de crescimento são mais elevadas até ao 3º ano de vida, diminuindo daí em diante.

As equações de crescimento em comprimento apresentam um padrão geral semelhante ao anteriormente determinado para outras regiões. O índice de desempenho de crescimento (φ') para *L. boscii* é de 2,383 para as fêmeas e de 2,387 para os machos. Calculando o valor de φ' para *L. boscii*, a partir dos valores das respectivas equações de crescimento, apresentadas na bibliografia, verificamos que pode variar entre 2,203 e 2,558, estando os valores por nós obtidos próximos do valor médio (2,367).

Foram confirmadas relações estatísticamente significativas entre o peso e as dimensões dos otólitos e o peso e as dimensões corporais em *L. boscii.*

Das relações cuja variável dependente é o comprimento do peixe, as que apresentam melhor coeficiente de determinação são as que permitem calcular o comprimento do peixe a partir do peso de qualquer dos otólitos.

Também as relações entre o comprimento do peixe e o comprimento do otólito apresentam valor elevado de coeficiente de determinação . Das relações entre o peso do peixe e as variáveis descritivas dos otólitos, apresentam igualmente maior coeficiente de determinação aquelas cuja variável independente é o peso dos otólitos. Verifica-se em *L. boscii*, uma relação significativa entre quer o comprimento quer o peso do otólito *sagitta* e a idade.

As relações que apresentam melhor coeficiente de determinação são as que permitem calcular a idade do peixe a partir do peso de qualquer dos otólitos *sagitta*.

3

O método de interpretação de idade a partir do comprimento ou peso dos otólitos mostra-se mais objectivo e menos laborioso que a interpretação de marcas periódicas nos otólitos. A análise da microestrutura dos otólitos de *L. boscii* revela a existência de microincrementos diários, cuja validação se apresenta, com o valor médio de 360,7 ±8,2 incrementos por ano. Da caracterização destes incrementos, salienta-se a sua largura média, da ordem dos 1,654±0,293 μm, ao longo do eixo maior do corte transversal do otólito *sagitta*.

Mortalidade

4

Para *L. boscii*, o valor médio do coeficiente instantâneo de mortalidade total (Z), por ano, mostra-se de 0,58, não considerando o sexo. Os machos apresentam valor de Z sistematicamente mais elevado que as fêmeas, em média 0,87 nos primeiros, contra 0,43 nos segundos.

O valor mais provável do coeficiente instantâneo de mortalidade natural (M), sem distinção de sexos, apresenta-se como 0,27. Considerando os sexos separados, apresenta-se como M=0,21 para as fêmeas, e 0,29, para os machos.

A taxa instantânea de mortalidade por pesca apresenta o valor de 0,31. Fazendo a separação dos sexos, obtém-se um valor de 0,58 para e 0,22 para as fêmeas. O valor da taxa de mortalidade por pesca, determinado pela análise de população virtual varia, nos últimos anos, entre 0,28 e 0,41 por ano.

Reprodução

5

O comprimento à primeira maturação sexual, determinado para as fêmeas de *L. boscii*, foi de 20 cm e, para os machos, 19 cm.

Pode dizer-se que a época de reprodução de *L. boscii,* na costa Portuguesa, decorre entre Janeiro e Março.

A fecundidade mostra-se determinada, mas com desova fraccionada.

A fecundidade potencial absoluta de *L. boscii* varia entre 47821 e 219714 oócitos por fêmea.

A fecundidade relativa média mostra-se de 585 oócitos por grama, considerando apenas os oócitos em vitelogénese.

O gráfico *GML* de Beverton, mostra que *L. boscii* não se situa dentro da zona de estratégia óptima teórica, sugerindo uma estratégia vital menos eficaz do que o modelo teórico prevê.

Alimentação e Metabolismo

6

Identificaram-se 20 *items* presa na dieta de *L. boscii,* na costa Portuguesa. A dieta é constituída predominantemente por crustáceos bentónicos nos indivíduos de menor tamanho e por peixes, nos de maiores dimensões, para ambos os sexos.

Existem, todavia, algumas diferenças da dieta em função da localização geográfica, do sexo ou da época do ano. O índice de vacuidade, variando ao longo do ano, entre 30% e 60%, indica uma alimentação permanente ao longo de todo o ano. Das presas encontradas, podemos referir que algumas delas são alvo de exploração comercial importante.

7

O estudo das relações alométricas entre o peso seco do intestino e das brânquias e o peso fresco corporal, permitiu obter para o índice b/i (relação entre os factores de acréscimo branquial e intestinal), o valor de 0,972, valor este baixo, se comparado com outras espécies de teleósteos. Considerando apenas as fêmeas, obteve-se b/i=0,644 e, para os machos, b/i=1,226.

Assim, o índice b/i aponta para que, em *L. boscii,* os fenómenos de catabolismo sejam relativamente importantes e o crescimento bastante homogéneo e constante ao longo do ciclo de vida.

Contudo, ao tomarmos em atenção os valores para os dois sexos, verificamos que, nos indivíduos do sexo feminino, há um maior desenvolvimento relativo do intestino e, nos machos, um ligeiro predomínio do desenvolvimento branquial. Este resultado salienta diferenças sexuais na estratégia vital desta espécie, apontando para a existência de um predomínio clarodos fenómenos de catabolismo nas fêmeas. Isto explica, de certo modo, o maior tamanho e peso alcançado por estas, em relação aos machos.

8

O conjunto dos resultados obtidos para a variação do conteúdo corporal lipídico, proteico e calórico demonstra a ausência, em *L. boscii,* de um ciclo sazonal marcado de acumulação e utilização de reservas, quer no fígado quer no tecido muscular. Por outro lado, o conteúdo lipídico apresenta maiores variações, quando comparado com o conteúdo proteico. A ausência de uma deplecção significativa no conteúdo energético do corpo de *L. boscii* mostra que esta espécie não depende das reservas acumuladas para a maturação e desenvolvimento dos ovários. A pequena amplitude das variações sazonais dos parâmetros estudados é coerente com o ritmo alimentar desta espécie, que mostra não existir um período de interrupção alimentar ao longo do ano.

Compreende-se assim a irrelevância da constituição de reservas energéticas significativas.

Exploração Comercial

9

No que respeita à avaliação de parâmetros importantes para a exploração comercial de *L. boscii*, podemos afirmar que a idade de primeira maturação é de 3,2 anos para as fêmeas e de 2,8 anos, para os. A estas idades correspondem, respectivamente, os comprimentos de primeira maturação de 20 cm e 19 cm.

Para redes de arrasto de polietileno, de malha de 65 mm, determinou-se o factor de selecção como sendo 0,287, correspondente aos valores de l_{50}= 19 cm e l_{25}= 18 cm. Considerando o comprimento de primeira maturação determinado, a malhagem a utilizar será de 70 mm, no mínimo, no sentido de melhor garantir a exploração sustentada deste recurso.

O comprimento mínimo capturável actualmente em vigor, de 20 cm, apresenta-se ajustado às características reprodutivas da espécie. Não existe, contudo, uma margem de segurança a separar os valores de comprimento de primeira maturação e o tamanho mínimo capturável.

A análise da progressão das frequências modais de comprimentos nas capturas comerciais, mostra que o recrutamento à arte se efectua ao fim do primeiro ano de vida, de Abril a Julho, sendo o seu comprimento, nesse momento, de cerca de 14,5 cm.

Uma estimativa do tamanho da população, obtida pelo método de análise de população virtual, indica uma biomassa total situada entre 346 e 1524 toneladas, considerando apenas as descargas nacionais. Verifica-se um decréscimo da biomassa total da população, nos últimos anos. A mesma análise mostra ainda

que a taxa de exploração de *L. boscii* não tem variado apreciavelmente nos últimos anos, oscilando entre 0,48 e 0,71, e que o valor médio da taxa de mortalidade por pesca tem variado entre 0,28 e 0,41 por ano.

Todavia, elhorar os processos de recolha das estatísticas de captura e do esforço de pesca são medidas necessárias para uma melhor caracterização da exploração e melhor gestão deste recurso.

Caracterização de Sínteso Eco-fisiológica

10

Nima tentativa de síntese final mobilizadora do conhecimento anterior e do conhecimento por nós aqui trazido, poderemos dizer que

Lepidorhombus boscii

se apresenta como uma espécie:

.demersal, bentónica e sedentária, com crescimento lento e pouco eficiente;

.com alimentação dependente das comunidades bentónicas disponíveis, mas sem grandes variações sazonais;

.iteropárea, com fecundidade bem definida, mas com desova fraccionada

.com uma variação sazonal pouco pronunciada do conteúdo lipídico, proteico e energético;

.com uma baixa relação b/i ((relação entre os factores de acréscimo branquial e intestinal).

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, R., 1954-56. Peixes de Portugal e Ilhas Adjacentes. Chaves para a sua determinação. *Portug. Acta Biol. (B)*, **5**,: 969-971.

ALLEN, J. & WOOTON, R., 1982. Effect of food on the growth of carcass, liver and ovary in female *Gasterosteus aculeatus* L. *J. Fish Biol.*, **20**: 409- 537

ALPERI, J., 1990. Population Parameters of Megrims (*Lepidorhombus whiffiagonis* and *L. boscii*) in the Cantabrian Sea. *Working Group Meeting on the Assessment of the Stocks of Hake.* (VIIIc I.C.E.S. DIVISION).

ANÓNIMO, 1994. Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Demersal Stocks Copenhagen, *C.M.1994/Access*:3: 10p.

ANÓNIMO, 1994a. Report of the study group on stock identification protocols for finfish and shelfish stocks. *ICES, C.M.1994/M:5,* Ref.:G+H+K: 48p.

ANTUNES, M.M., P.L. DA CUNHA, A.P. DUARTE & E.P. MENDONÇA, 1988. Ria de Alvor as a spawning place and nursery ground. *J. Fish. Biol.*, **33** (Supplement A): 185-190.

ASTUDILLO, A. & F. SANCHEZ, 1989. Selectividad de las artes de arrastre para el gallo (*Lepidorhombus sp.*) en aguas del Cantabrico. *Inf. Tec. Inst. Esp. Ocean.* **72**: 27p.

AUBIN-OTTENHEIMER, G., 1987. Bilan des Connaissances sur la Cardine (*Lepidorhombus whiffiagonis*). *Etude de stock de Mer Celtique. Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **49**(3-4): 205-214.

BAGENAL, T. & E. BROWN, 1978. Eggs and early life history. *In* T. Bagenal (Ed.). **Methods for the assessment of fish production in freshwaters**. IBP Handbook nº3. Blackwell Scientific Pub., London: 165-201.

BEAMISH, R. J. & G.A. McFARLANE, 1983. The Forgotten Requirement for Age Validation in Fisheries Biology. *Transactions of the American Fisheries Society*, **112**: 735-743.

BECKMAN, D., A. STANLEY, J. RENDER & C. WILSON, 1990. Age and Growth-Rate Estimation of Sheepshead *Archosargus probatocephalus* in Louisiana Waters Using Otoliths. *Fishery Bulletin, U.S.* **89**:1-8.

BELLO, G. & E. RIZZI, 1987. On the growth of the four-spotted scaldfish *Lepidorhombus boscii* from the Southern Adriatic. *IN* Rapport de la cinquième consultation technique sur l'évaluation des stocks dans l'Adriatique et la Mer Ionienne. *FAO, Rapp. Pêches*, **394**: 142-146.

BERNARD, D., 1981. Multivariate analysis as a means of comparing growth in fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **38**: 233-236.

BERTALANFFY, L. von, 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.* **10**: 181-213.

BEVERTON, R. & S. HOLT, 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Inv. Ser.*, II, **19**: 533p.

BEVERTON, R. J. H., 1992. Patterns of reproductive strategy parameters in some marine teleost fishes. *Journal of Fish Biology*, **41** (Supplement B): 137-160.

BILLARD, R., & B. BRETON, 1978. Rhythms of reproduction in teleost fishes. *In* THORPE, J. (Ed.) **Rhythmic activity of fishes**. Academic Presss: 31-53.

BILTON, H. & D. JENKENSON, 1968. Comparison of the otolith and scale methods for aging sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and chum (*O. keta*) salmon. *J. Fish. Res. Board Can.*, **25**: 1067-1069.

BOEHLERT, G., 1985. Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. *Fish. Bull.U.S.*, **83**: 103-117.

BOON, M., 1984. The UK megrim fishery in ICES sub-area VII: a preliminary analysis. *ICES CM 1984/G:17, Demersal Fish Committee.*

BORI, C., 1986. Analisis morfométrico comparado del otolito (sagitta) de *Solea vulgaris* e *S. senegalensis* (Teleostei: Soleidae) del delta del Ebro. *Inv. Pesq.*, **50**(2): 247-264.

BOWERING, W., 1976. Distribution, age and growth, and sexual maturity of witch flounder (*Glyptocephalus cynoglossus*) in Newfoundland waters. *J. Fish Res. Board Can.*, **33**: 1574-1584.

BOWERING, W. & G. LILLY, 1992. Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) off Southern Labrador and Northeastern Newfoundland (Northwest Atlantic) feed primarily on capelin (*Mallotus villosus*). *Neth. J. Sea Res.*, **29** (1-3): 211-222.

CAMPANA, S., 1984. Lunar cycles of otolith growth in the juvenile starry flounder *Platichthys stellatus*. *Mar. Biol.* **80**: 239-246.

CAMPANA, S., 1992. Measurement and interpretation of the microstruture of fish otoliths. *In* STEVENSON & CAMPANA. Otolith microstructure examination and analysis. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*,**117**: 59-71.

CAMPANA, S. & C. JONES, 1992. Analysis of otolith microstructure data. *In* STEVENSON & CAMPANA. Otolith microstructure examination and analysis. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, **117**: 73-100.

CAMPANA, S. & J. NEILSON, 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**: 1014-1032.

CARDADOR, F., 1983. Contribuição para aumentar a precisão dos índices de abundância obtidos nas campanhas portuguesas de investigação "tipo demersal". *Bol. Inst. Nac. Invest. Pescas* , **9**: 17-67.

CARDADOR, F., 1988. **Estratégias de exploração do stock de pescada (*Merluccius merluccius* L.) das águas Ibero-Atlânticas**. Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Lisboa: 140p.

CARDADOR, 1992. Portuguese data on megrim. *Working Document for the Working Meeting on the Assessment of hte Stocks of Hake*. Copenhagen, 9p.

CASTILHO, R., M. DINIS & K. ERZINI, 1993. Age and growth of the megrim *Lepidorhombus boscii*, Risso of the Portuguese continental coast. *Fisheries Research*, **16**: 339-346.

CASTRO, B. & A. GUERRA, 1990. The diet of *Sepia officinalis* and *Sepia elegans* (Cephalopoda, Sepioidea) from the Ria de Vigo (NW Spain). *Sciencia Marina*, **54**(4): 375-388

CHAINE, J. & J. DUVERGIER, 1934. Recherches sur les otolithes des poissons. Étude descriptive et comparative de la sagita des Téléostéens (2me partie). *Extrait des Actes de la Societé Linnéenne de Bordeaux*, **86**: 1-254.

CHRISTENSEN, J., 1964. Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish. *J. Cons. Perm. Exp. Mer*, **29**(1): 73-81.

CORDEIRO, A, F. CORCOBADO & J.REY, 1989. Datos Preliminares Sobre La Alimentación Natural Del Lenguado (*Solea vulgaris,* Quensel) En La Costa De Galicia. *Treb. Soc. Cat. Ictio. Herp.*, **2**: 8-15.

COSTA, A., 1986. Crescimento e Reprodução de *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) na Costa Continental de Portugal. *Relatório de Estágio, Faculdade de Ciências, Universidade Clássica de Lisboa e Instituto Nacional de Investigação das Pescas*, 73p.

CRECCO, V. & T. SAVOY, 1985. Effects of biotic and abiotic factors on growth and relative survival of young American shad, *Alosa sapidissima* in the Connecticut River. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**: 1640-1648.

CROSETTI, D., W. NELSON & J. AVISE, 1994. Pronounced genetic structure of mitocondrial DNA among populations of the circunglobally distributed grey mullet (*Mugil cephalus*). *J. Fish Biol.*, **44**(1): 47-58.

DAWSON, W., 1986. Mackerel (*Scomber scombrus* L.) otolith analysis as a method of stock separation. *ICES-CM* - 1986/H: 24: 13p.

DAWSON, W. A., 1990. Maturity and spawning distribution in megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) from the Celtic Sea and north Biscay. *Working Document for the Hake, Megrim and Monk Working Group*.

DAWSON, W., 1991. Preliminary study of the age and growth of Megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) and Four Spot Megrim (*Lepidorhombus boscii*) from the Celtic Sea, (ICES division VII). *Working document for the hake, megrim and monk working group.*

DAWSON, A., & A. GRIM, 1980. Quantitative seasonal changes in the protein, lipid and energy content of the carcass, ovaries and liver of adult female plaice, *Pleuronectes platessa* L. *J. Fish Biol.,* **16**: 493-504.

DEGENS, E., W. DEWSER & R. HAEDRICH, 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. *Marine Biol.*, **2**: 105-113.

De SILVA, C., 1974. Development of the respiratory system in herring and plaice larvae. *In* BLAXTER, J. (Ed.), 1974. **The early life history of fish**. Springer-Verlag Berlin: 465-486.

DUARTE, A.P., 1987. The ichthyoplancton of the Albufeira Lagoon (1984/1985).*Inv. Pesq.*, **51**(3): 411-426.

DU BUIT, M. H., 1984. Prédation de la cardine (*Lepidorhombus whiffiagonis*W.) au nord et à l'ouest de L'Ecosse. *J. Cons. int. Explor. Mer*, **41**: 194-198.

DWIVEDI, S.N., 1964. Ecologie, morphologie et biologie comparees des deux especes du genre *Lepidorhombus: L. megastoma* (Donovan) et *L. boscii* (Risso). Etude de leurs races et populations. **Rev. Trav. Inst. Peches Marit., 28(4)**: 321-399.

ECHEVERRIA, J. SANZ, 1926. Datos sobre el otolito sagita de los peces de España. *Boletín de la Real Sociedad española de Historia natural,* Madrid,**26**: 157.

ECHEVERRIA, W., 1987. Relationship of otolith length to total length in rockfishes from northern and central California. *Fish. Bull. U.S.*, **85**: 383-387.

EIRAS, J.C. & P. J. SANTOS, 1992. New host record (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) for *Lernaeocera luscii* Basset- Smith, 1896 (Copepoda, Pennellidae). *Crustaceana*, **63**(1): 91-92.

EIRAS, J.C. & P.J.SANTOS, 1992a. Presumptive viral erythrocytic necrosis (VEN) in fishes off the portuguese coast. *Bull. Eur.Ass. Fish Pathol.* **12**(2): 45-47.

ELIASSEN, J-E. & O. VAHL, 1982. Seasonal variations in biochemical composition and energy content of liver, gonad and muscle of mature and immature cod, *Gadus morhua* (L.) from Balsfjorden, Northern Norway.*J. Fish Biol.*, **20**: 707-716.

FAO, 1989. FAO yearbook. *FAO fisheries series*, **nº36**, Vol.68.

FAO, 1990. FAO yearbook. *FAO fisheries series*, **nº38**, Vol.70.

FIGUEIREDO, M., 1989. Distribuição batimétrica do lagostim e espécies associadas de interesse comercial, ao longo da costa continental portuguesa. *INIP Relat. Tec. Cient.* **12**: 53p.

FITCH, J. & R. BROWNELL, 1968. Fish otholits in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. *J. Fish. Res. Board Can.*, **25**: 2561-2574.

FOLCH, J., M. LEES & G. STANDLEY, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **22**: 497-509.

FONTELA, J. & PATIÑO, B., s/d. Population Parameters of Megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) in the VII, VIIIc and IXa ICES Division. *Working Group Meeting on the Assessment of the Stocks of Hake.*

FROST, K., & L. LOWRY, 1981. Trophic importance of some marine gadids in northern Alaska and their body-otolith size relationships. *Fish. Bull. U.S.*, **79**: 187-192.

FROUIN, R. A. FIÚZA, I. AMBAR & T. BOYD, 1990. Observations of a poleward surface current off the coast of Portugal and Spain during winter. *J.Geoph.Res.*, **95** c1: 679-691.

FUERTES, J., 1977. Age, growth and mortality of *Lepidorhombus boscii* (Risso) off the Galician coast, NW Spain. *ICES, C.M.*1977/G:7: 15p.

FUERTES, J., 1978. Edad y crecimiento del gallo (*Lepidorhombus boscii*) en el litoral gallego. *Inv. Pesq.* **42**(2): 241-253.

FUERTES, J. R., TOURÓN, J., LABARTA, E., PÉREZ-GÁNDARAS, G., ALONSO-ALLENDE, J. M., LÓPEZ VEIGA, E. C. y VÁSQUEZ, A., 1977. Selectividad de la bacaladilla, cigala, gallo y faneca con artes de arraste de polietileno, polipropileno y poliamida en la pesquería de Galicia. *Inf. Técn. Inst. Inv. Pesq.*, **41**.

GAMBOA, D. A., 1991. Otolith Size versus Weight and Body-Length Relationships for Eleven Fish Species of Baja California, México. *Fishery Bulletin, U.S.*, **89**: 701-706.

GAULDIE, R. W. & NELSON, D. G. A., 1990. Otolith Growth in Fishes. *Comp. Biochem. Physiol.*, **97**A(2): 119-135.

GEPP, 1988. Recursos da pesca. *Série estatística*, vol. 2A-B: 222p.

GEPP, 1989. *Europescas* nº 5: 5p.

GEPP, 1989. Recursos da pesca. *Série estatística*, vol. 3A-B: 169p.

GEPP, 1990. *Europescas* nº 9: 3p.

GEPP, 1990. Recursos da pesca. *Série estatística*, vol. 4A-B: 203p.

GEPP, 1991. *Europescas* nº 13: 3p.

GEPP, 1991. Recursos da pesca. *Série estatística*, vol. 5A-B: 179p.

GEPP, 1992. Recursos da pesca. *Série estatística*, vol. 6A-B: 169p.

GJØSAETER, J., P. DAYARATNE, O. BERGSTAD, H. GJØSAETER, M. SOUSA, I. BECK, 1984, Ageing Tropical Fish by Growth Rings in the Otoliths. *FAO Fisheries Circular,* **776:** 54 p.

GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E. & I. OLASO, 1987. Cambios espaciales y temporales de los crustáceos Decápodos de la plataforma continental de Galicia (NW de España). *Inv. Pesq.*, **51**(supl. 1): 323-341.

GUERRA, A., SANCHEZ, P., 1985. Crecimiento relativo del estatolito de *Sepia officinalis* (Cephalopoda, Sepioidea) de la ría de Vigo. *Inv. Pesq.* **49**(4): 545-557.

GULLAND, J. A., 1969. Manual of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. *FAO Manuals in Fisheries Science*, **4**: 154p.

GUILLEMOT, P., R. LARSON & W. LENARZ, 1985. Seasonal cycles of fat and gonad volume in five species of northern California rock fish (SCORPAENIDAE: *Sebastes*). *Fish. Bull.*, **83**(3): 299-311.

GUNDERSON, D., 1980. Using r-K selection theory to predict natural mortality. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **37**: 2266-2271.

HÄRKÖNEN, T., 1986. **Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic**. Daudin Ap. 5. Sweden, 256p.

HASSAGER, T. K., 1991. Comparison of three different otolith-based methods for age determination of turbot (*Scophthalmus maximus*). *Dana*, **9**: 39-43

HELSER, T. E., CONDREY, R. E. & GEAGHAN, J., 1991. New Method of Estimating Gillnet Selectivity, with an Example for Spotted Seatrout, *Cynocion nebulosus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **48**: 487-492.

HICKLING, C. & E. RUTEMBERG, 1936. The ovary as an indicator of the spawning period in fishes. *J.Mar.Biol.Assoc.U.K.*, **21**: 311-317.

HILBORN, R & C. WALTERS, 1992. **Quantitative fisheries stock assessment.** Chapman and Hall: 570p.

HYNES, H. B. N., 1950. The food of Fresh-Water Stricklebacks (*Gasterosteus aculeactus* and *Pygosteus pungitius*), with a Review of Methods Used in Studies of the Food of Fishes. *Journal of Animal Ecology*, **19**: 36-58.

HYSLOP, E J., 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, **17**: 411-429.

HOENIG, J., 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin*: **81**(4): 898-902.

HOLDEN, M. & D. RAITT, 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2 - Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *FAO Doc. Tec.* **115** (Rev.1): 211p.

HORSTMAN, K. & J. FIVES, 1994. Ichthyoplancton distribution and abundance in the Celtic Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **51**(4): 447-460.

HORWOOD, J.W., 1990. Fecundity and maturity of plaice (*Pleuronectes platessa*) from Cardigan Bay. *J. mar biol. Ass. U.K.*, **70**: 515-529.

HORWOOD, J.W. & M.G. WALKER, 1990. Determinacy of fecundity in sole (*Solea solea*) from the Bristol Channel. *J. mar biol. Ass. U.K.*, **70**: 803-813.

HUGHES, G. & M. MORGAN, 1973. The structure of fish gills in relation to their respiratory function. *Biol. Rev.*, **48**: 419-475.

HUNTER, J. & B. MACEWICZ, 1985. Measuring of spawning frequency in multiple spawning fishes. *In* R. LASKER (Ed.). 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., N. LO & R. LEONG, 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. *In* R. LASKER (Ed.). 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.

ICLARM, 1990. **The compleat ELEFAN ver. 1.11**. International Center for Living Aquatic Resources Management.

JOBLING, M. & A. BREIBY, 1986. The Use and Abuse of Fish Otoliths in Studies of Feeding Habitats of Marine Piscivores. *Sarcia,* **71**: 265-274.

JOBLING, M., 1985. Growth. *In* TYTLER, P. & P. CALOW. **Fish energetics**. New perspectives. Croom Helm Ltd., Kent: 213-230.

JONES, C., 1992. Development and aplication of the otolith increment technique.*In* STEVENSON & CAMPANA. Otolith microstructure examination and analysis. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, **117**: 1-11.

JONES, R., 1976. Growth of fishes. *In* CUSHING, D. & J. WALSH (Eds.) **The ecology of the seas**. Blackwell: 251-279.

JORSTAD, K., D.KING & G. NAEVDAL, 1991. Population structure of atlantic herring, *Clupea harengus* L. *J. Fish Biol.*, **39**(sup.A): 43-52.

KARTAS, F. & J.-P. QUIGNARD, 1984. **La Fecundité des Poissons Téléostéens**. MASSON, PARIS.

KRISTENSEN, T., 1980. Periodical growth rings in cephalopod statoliths. *Dana*, **I**: 39-51.

LAHAYE, J., 1972. Cycles sexuels de quelques poissons des cotes Bretonnes.*Rev. Trav. Inst. Pêches Mar.*, **36**(2):191-207.

LARRAÑETA, M.G., 1968. Unités de stock de la sardine de la Mediterranée Occidentale et de l'Adriatique. *FAO, Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Medit.*, **33**: 54p.

LARRAÑETA, M.G., 1970. Sobre la alimentación, la madurez sexual y la talla de primera captura de *Merluccius merluccius* (L.). *Inv. Pesq.*, **34** 267-280.

LEVI, D.,M., E. ANDREOLI, G. ARNERI, GIANNETTI & P. RIZZO, 1994. Otolith reading as a tool for stock identification. *Fisheries Research*, **20**: 97-107.

LOPEZ-VEIGA, E., 1979. Fitting von Bertalanffy growth curves in short-lived species. A new approach. *Inv. Pesq.*, **43**(1): 179-186.

LUMSDEN, W. & A. HADDOW, 1946. The food of the shag (*Phalacrocorax aristotelis*) in the Clyde Sea area. *J. An. Ecol.*, **15**: 35-42.

MACKINNON, J., 1972. Summer storage of energy and its use for winter metabolism and gonad maturation in american plaice (*Hippoglossoides platessoides*). *J. Fish Res. Board Can.*, **29**: 1749-1759.

MACPHERSON, E., 1978. Régimen alimentario de *Pmicromesistius* poutassou (Risso, 1810) y *Gadiculus argenteus Guichenot*, 1859 (Pisces, Gadidae) en el Mediterraneo occidental. *Inv. Pesq.* **42(2)**: 305-316.

MACPHERSON, E., 1978. Régimen alimentario de *Phycis blennoides* (Brunich) y *Antonogadus megalokynodon* (Kolombatovic)(Pisces: Gadidae) en el Mediterraneo occidental. *Inv. Pesq.* **42(2)**: 455-466.

MACPHERSON, E., 1979. Estudio sobre el regimen alimentario de algunos peces en el Mediterraneo occidental. *Misc. Zool.* **5**: 93-107.

MANNINI, P., B. REALE & P. RIGHINI, 1990. Osservazione sulla biologia e la pesca di *Lepidorhombus boscii* (Risso)(Osteichthyes, Scophthalmidae) nel Tirreno Settentrionale. *Oebelia*, **16(1):** 245-255.

MARTINS, C.G., 1993. OCEANUS, 2.0. Ministério da Educação, *Dep. de Programação e Gestão Financeira*, 2 disquetes.

MESSIEH, S., 1972. Use of otoliths in identifying herring stocks in the Southern Gulf of St. Lawrence and adjacent waters. *J. Fish. Res. Board Can.*, **29**: 1113-1118.

MILLNER, R., C. WHITING, M. GREER WALKER & P. WITTHAMES, 1991. Growth increment, condition and fecundity in sole (*Solea solea* L.) from the Northern and Eastern English Channel. *Neth. J. Sea Res.* **27**(3/4): 433-439.

MOORE, J. & I. MOORE, 1975. The basis of food selection in flounders in the Severn Estuary. *J. Fish Biol.*, **9**: *139-156.*

MORALES-NIN, B. & J. FORTUÑO, 1990. Mercury body burden and otolith characteristics of bluefin tuna from the northwest Mediterranean (Balearic Sea). *Sci. Mar.*, **54(3):** 277-285.

MOREAU, J., 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: recent trends and further developments.*In* SUMMERFELT, R. & G. HALL (Eds.) **Age and growth of fish**. Iowa State University Press/AMES: 81-105.

MORTE, M. & A. SANZ, 1994. Aportaciones al conocimiento de la dieta de *Lepidorhombus boscii* en el golfo de Valencia. *VIII Simposio Ibérico de Estudos del Bentos Marino*, livro de resumos: 88-89.

MOSKNESS, E. & FOSSUM, R., 1991. Distinguishing spring and autumn-spauned herring larvae (*Clupea harengus* L.) by otolith microstructure.*ICES J. Mar. Sci.*, **48**: 61-66.

MUIR, B., 1969. Gill dimensions as a function of fish size.*J. Fish. Res. Board Can.*, **26**: 165-170.

MUGVILLANUEVA, M., V. GALLUCCI & H. LAI, 1994. Age determination of Corvina Reina (*Cynoscion albus*) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, based on examination and analysis of hyaline zones, morphology and microstructure of otoliths. *J. Fish Biol*, **45**: 177-191.

MUNRO, H. & A. FLEK, 1969. Analysis for nitrogen constituints. *In: Mammalian Protein Meals*, vol. **8**: 435.437.

NEILSON, J., G. GEEN, & D. BOTTOM. 1985. Variability in dimensions of salmonid otolith nuclei: implications for stock identification and microstructure interpretation. *Fish. Bull. U.S.*, **83**: 81-89.

NIELSEN, J., 1986. Scophthalmidae. *In*: **Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean**. WHITEHEAD, P.J.P., M. L. BAUCHOT, J. C. HUREAU, J. NIELSEN & E. TORTONESE (Eds.), UNESCO, Vol. III, 1287-1289.

NIKOLSKY, G. V., 1963. **The Ecology Of Fishes**. Academic Press, London: 352p.

NOBRE, A., 1935. **Fauna marinha de Portugal**. I - **Vertebrados**. Companhia Editora do Minho: 579 p.

NOBRE, A., 1936. **Fauna marinha de Portugal. V - Crustáceos decápodes e stomatópodes marinhos de Portugal**. Companhia Editora do Minho, 213 p.

OLASO, I., 1990. Distribucion y abundancia del megabentos invertebrado en fondos de la plataforma Cantábrica. *Publ. Esp., I.E.O.*, **5**: 128 p.

PANNELLA, G., 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. *Science*, **173**: 1124-1127.

PASCUAL, M. A. & IRIBARNE, O.O., 1993. How good are empirical predictions of natural mortality? *Fisheries Research*, **16**: 17-24.

PAULY, D., 1980. On the inter-relationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. du Conseil*, **39**: 175-192.

PELLEGRINI, D., & C. BARGHIGIANI, 1989. Feeding behaviour and mercury content in two flatfish in the Northern Thyrrhenian Sea. *Mar. Poll. Bul.* **20**(9): 443-447.

PERONNET, I. & J.-J. RIVOALEN, 1989. Mise au Point d'une Technique de Determination de L'age Pour la Cardine (*Lepidorhombus whiffiagonis*) A Partir des Rayons Epineux de la Nageoire Caudale. Validation de la Methode par Comparaison avec les Resultats Obtenus par Otolithometrie. *Conseil International pour L'Exploration de la Mer. CM1989/G:32. Comité des Poissons Démersaux.*

PHILLIPSON, J. 1964. A miniature bomb calorimeter for small biological samples. *Oikos*, **15**: 131-139.

PITT, T., 1967. Age and growth of american plaice (*Hippoglossoides platessoides*) in the Newfoundland area of the Northwest Atlantic. *J. Fish Res. Board Can.*, **24(5):** 1077-1099.

POPE, J., A. MARGETTS, J. HAMLEY, & E. AKYUZ, 1975. Manual of methods for fish stock assessment. Part III. Selectivity of the fishing gear. *FAO Manuals in Fisheries Science*, nº **41**: 150p.

POULARD, J. C., PERONNET, I. & RIVOALEN, J.J., 1993. Depth and Spatial Distributions of *Lepidorhombus whiffiagonis* (Walbaum, 1792) by Age Group in Celtic SEa and Bay of Biscay. *ICES STATUTORY MEETING*, G:43 Poster.

POWLES, P., 1966. Validity of Ageing Young American Plaice from Otoliths.*ICNAF, R. Bull.* Nº **3**: 103-105.

PRAGER, M., S. SAILA & C. RECKSIEK, 1987. FISHPARM: A Microcomputer Program for Parameter Estimation of Nonlinear Models in Fishery Science.*Old Dominion University Research Foundation, Tech. Rep.* 87/10.

PURCELL, J., 1984. Predation on fish larvae by *Physalia physalia* the Portuguese man of war. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **19**: 189-191

QUIGNARD, J.-P., N. PASTEUR & S. SHEHATA, 1984. Biosistématique du complexe *Solea vulgaris* (Téléostéens, Soléidés). Génétique, morphologie et étude méristique. *Revue des Travaux de L'Institut de Pêches Maritimes*, **XLVI (4):** 273-284.

RAMOS, J., 1982. Contribución al estudio de la sexualidad del lenguado *Solea solea* (Linneo, 1758) Pisces, Soleidae. *Inv. Pesq.*, **46**(2):275-286.

RÉ, P. 1984. Ictioplâncton do estuário do Tejo. Resultados de 4 anos de estudo (1978-1981). *Arquivos do Museu Bocage,* **Ser. A, Vol II, nº 9:** 145-174.

RÉ, P., A. Farinha, I. Meneses. 1982. Ichthyoplancton for the Coast of Peniche (Portugal)(1979/80). *Arquivos do Museu Bocage,* **Ser. A, Vol I, nº 16**: 369-402.

REZNICK, D., E. LINDBECK & H. BRYGA, 1989. Slower growth results in larger otoliths: an experimental test with guppies (*Poecilia reticulata). Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **46**: 108-112.

RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, **191**: 382p.

RIJNSDORP, A. D., 1986. On the Mechanism of Energy Allocation over Reproduction and Somatic Growth with particular reference to Female Plaice: A Hypothesis. *International Council for the Exploration of the Sea*. C.M. 1986/ L: 9.

RIJNSDORP, A., 1989. Sexual dimorphism in the energetics of reproduction and growth of North Sea plaice, *Pleuronectes platessa* L. *J. Fish Biol.*, **35**: 401-415.

RIJNSDORP, A., 1989a. Maturation of male and female North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.). *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **46**: 35-51.

RIJNSDORP, A., 1991. Changes in fecundity of female North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.) between three periods since 1900. *ICES, J. Mar. Sci.* **48**(3): 253-280.

RIJNSDORP, A., 1992. **Long-term effects of fishing in North Sea plaice. Disentangling genetic and phenotipic plasticity in growth, maturation and fecundity**. Academisch proefschrift, Universiteit van Amsterdam: 220p.

RIKHTER, V. & V. EFANOV, 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res. Doc.,* 76/VI/8: 12p.

RISSO, A., 1810. **Ichthyologie de Nice, ou Histoire Naturelle des poissons du département des Alpes-Maritimes**. Paris: 319-320.

ROBLES, R., F. PEREIRO & A. FERNANDEZ, 1985. Selectividad de los artes de arrastre en la pesquería de Galicia: merluza, jurel, lírio, gallos y cigala. *Bol. Ins. Esp. Oceanogr.*, **2(3):** 77-88.

ROFF, D., 1981. Reprodutive uncertainty and the evolution of iteroparity: why don't flatfish put all their eggs in one basket? Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 968-977.

ROFF, D., 1982. Reprodutive strategies in flatfish: a first synthesis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**: 1686-1698.

ROFF, D., 1984. The evolution of life history parameters in teleosts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **41**: 989-1000.

ROFF, D., 1991. The evolution of life-history variation in fishes, with particular reference to flatfishes. *Neth. J. Sea Res*, **27(3/4):** 197-207.

RUSSELL, F.S., 1976. **The eggs and planktonic stages of British marine fishes**. Academic Press, London.

SABATÉS, A., 1991. Larval development of *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) (Pleuronectiformes) in the Northwestern Mediterranean. *Sci. Mar.*, **55(3)**: 543-546.

SANCHEZ, F., 1993. Las comunidades de peces de la plataforma del Cantábrico. *Publ. Esp. I.E.O.*, **13**: 137 p.

SANCHEZ, F., F. PEREIRO, & E. RODRIGUEZ-MARÍN, 1991. Abundance and distribution of the main commercial fish of the Northern coast of Spain (ICES Division VIIIc and IXa) from bottom trawl surveys. *ICES C.M. 1991/G*: 53.

SANTOS, P., 1990. Age and growth of four-spotted megrim *Lepidorhombus boscii* from the N coast of Portugal. *25th EMBS, abstracts vol.* Ferrara, Italy.

SANTOS, P. T. 1991. Ciclo sazonal do conteúdo calórico e lipídico dos ovários e carcassa da faneca (*Trisopterus luscus* L.) capturada em águas portuguesas. *Relat. Tec. Cient. INIP*, **40**:12p.

SANTOS, P.T., 1993. Ecological observations on the four-spot megrim (*Lepidorhombus boscii* RISSO) of the Portuguese coast. *2nd Flatfish Symposium, Texel, The Netherlands, Abstracts vol.*

SANTOS, P.T., 1993a. Age-length keys and growth parameters for four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii*) caught in the Portuguese fisheries. Working Document for the Working Groups on the Assessment of Southern Shelf Demersal Stocks. *1993 ICES meeting, Copenhagen*: 7p.

SANTOS, P.T., 1994. Growth and reproduction of the population of the four-spot megrim (*Lepidorhombus boscii* RISSO) of the Portuguese coast. *Netherlands Journal Of Sea Research* **(3/4)**(em publicação).

SANTOS, P.T., 1994a. Otolith weight and dimensions. It's use for ageing *Lepidorhombus boscii. VIII Congress of the European Society of Ichthiology*, Oviedo, Spain. Abstracts vol.

SARDOU, J., 1986. Ichthyoplancton de Villefranche-Sur-Mer. Identification et description d'une larve de *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810). *Rapp. Comm. int.Mer Médit.*, **30(2):** 270.

SAVOY, T. & V. CRECCO, 1988. The timing and significance of density-dependent and density-independent mortality of American shad, *Alosa sapidissima. Fish. Bull U.S.*, **86**:467-482.

SCHERRER, B., 1984. **Biostatistique**. Gaetan Morin Editeur: 850p.

SCHMIDT, W., 1968. Vergleichend morphologiche studie uber die otolithen mariner knochenfische. *Arch. Fischereiwiss.* **XIX, (1):** 1-96.

SECOR, D. & J. DEAN, 1989. Somatic growth effects on the otolith-fish size relationship in young pond-reared striped bass, *Morone saxatilis. Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **46**: 113-121.

SECOR, D., J. DEAN & E. LABAN, 1992. Collection and preservation of material for otolith analysis. *In* STEVENSON & CAMPANA. Otolith microstructure examination and analysis. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, **117**: 19-57.

SILVA, A., 1992. Preliminary data on four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii*) and megrim (*L. whiffiagonis*) from Portuguese groundfish surveys. Working Doc. *ICES Meeting on the Ass. South. Demersal Stocks*: 18p.

SILVA, J. & J. NEILSON, 1985. Limitations of using otoliths recovered in scats to estimate prey consumption in seals. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**: 1439-1442.

STEIMLE, F., D. JEFFRESS, S. FROMM, R. REID, J. VITALIANO & A. FRAME, 1994. Predator-prey relationships of witer flounder, *Pleuronectes americanus*, in the New York Bight apex. *Fishery Bull.*, **92**: 608-619.

SPARRE, P., E. URSIN & S. VENEMA, 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part1. Manual. *FAO Fish. Tech. Paper*, **306.1**: 337p.

STEINARSSON, B., 1979. The food of lemon sole (*Microstomus kitt* Walaum), megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis* Walbaum) and witch (*Glyptocephalus cynoglossus* L.) in Icelandic waters. *Reports on Marine Research*, **27(3):** 156-171.

TAYLOR, C., 1959. Temperature and growth. The Pacific razor clam. *J.Conseil Int. Expl. Mer*, **25(1):** 93-101.

TAYLOR, C. C., 1962. Growth Equations with Metabolic Parameters. *Journal du Conseil*, **27**: 270-286.

TEMPLEMAN, W. & H. SQUIRES, 1956. Relationship of otolith lengths and weights in the haddock *Melanogrammus aeglefinus* (L.) to the rate of growth of the fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **13**: 467-487.

TOMLINSON, P. K. & ABRANSON, N. J., 1961. Fitting the von Bertalanffy Growth Curve by Least Squares. Cal. Dept. Fish & Game. *Fish Bull.* **116**:16 p.

TYLER & DUN 1976. Ration, growth and measures of somatic and organ condition in relation to meal frequency in winter flounder *Pseudopleuronectes americanus*, with hypothesis regarding population homeostasis. *J. Fish Res. Board Can.*, **33**: 63.

URSIN, E., 1967. A Mathematical Model of Some Aspects of Fish Growth, Respiration, and Mortality. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **24**(11): 2355-2453.

VAN DER VEER, H. W., CREUTZBERG, F., DAPPER, R., DUINEVELD, G. C. A., FONDS, M., KUIPERS, B. R., VAN NOORT, G. J. & WITTE, J. IJ., 1990. On the Ecology of the Dragonet *Callionymus lyra* L. in the Southern North Sea. *Netherlands Journal of the sea Research*, **26**(1): 139-150.

VETTER, E., 1987. Estimation of natural mortality in fish stocks: a review.*Fish. Bull.*, **86(1):** 25-43.

VLAS, J., 1979. Annual food intake by plaice and flounder in a tidal flat area in the dutch Waden Sea, with special reference to consumption of regenerating parts of macrobentic prey. *Neth. J. Sea Res.*, **13**: 117-153.

WEATHERLEY, A. & H. GILL, 1987. **The biology of fish growth**. Academic Press, London: 443p.

WEICHERT, C.K., 1970. **The anatomy of the chordates**. McGraw-Hill, Inc.: 696-700.

WHITEHEAD, P.J.P., M.-L. BAUCHOT, J.-C. HUREAU, J. NIELSEN & E. TORTONESE (Eds.), 1986. **Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean**. Vol. III. UNESCO.

WOOTON, R., 1979. Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fishes. *Symp. zool. Soc. London*, **44**: 135-159.

WOOTON, R., 1985. Energetics of reproduction, *In* TYLER & CALLOW (Eds.) **Fish energetics**. Croom Helm, London: 231-254.

WYCHE, J. & S. SHACKLEY, 1986. The feedind ecology of*Pleuronectes platessa* (L.) and *Scophthalmus rhombus* (L.) in Camarthen Bay, South Wales, U.K. *J. Fish Biol.*, **29**: 303-311.

ZAMARRO, J., 1992. Feeding behaviour of the american plaice (*Hippoglossoides platessoides*) on the Southern Grand Bank of Newfoundland. *Nether. J. Sea Res.*, **29 (1-3):** 229-238.

ZARIQUIEY, R., 1968. Crustáceos Decápodos Ibéricos. *Inv. Pesq.*, **32**: 510p.