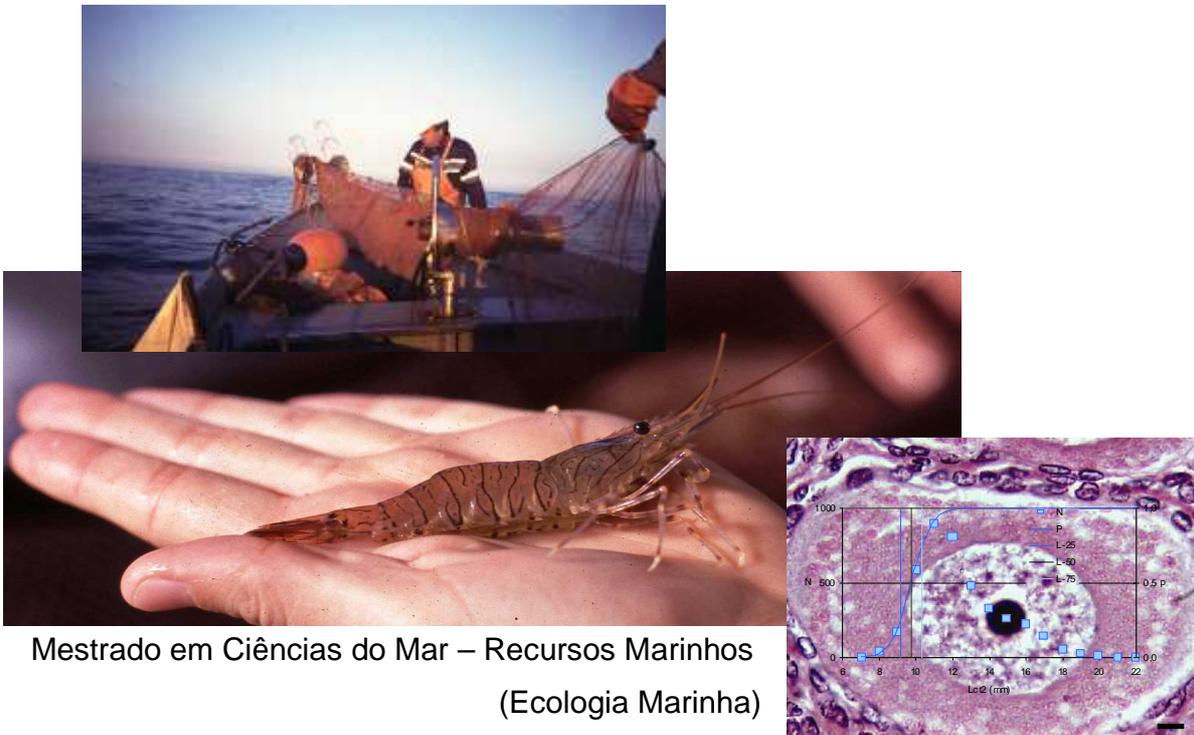


Mónica Isabel Fontes Anciães Felício

BIOLOGIA E EXPLORAÇÃO DO CAMARÃO-BRANCO-LEGÍTIMO

Palaemon serratus

NA COSTA NORTE DE PORTUGAL



Mestrado em Ciências do Mar – Recursos Marinhos
(Ecologia Marinha)

Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar

UNIVERSIDADE DO PORTO - 2002

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar para a obtenção do grau de Mestre em Ciências do Mar – Recursos Marinhos, área científica de Ecologia Marinha (Resolução 12/SC/95, D.R. n.º 169, II Série de 24 de Julho de 1995).

Este trabalho foi orientado pelo
Prof. Doutor Paulo Talhadas dos Santos, FCUP-UP
e co-orientado pelo
Prof. Doutor Fernando Carvalho, ICBAS-UP

Agradecimentos

Ao concluir este trabalho quero agradecer a todas as pessoas e instituições que de uma forma directa ou indirecta me apoiaram, contribuindo para a sua realização. A todas elas quero expressar os meus mais sinceros agradecimentos, nomeadamente:

aos meus orientadores, Professor Paulo Talhadas dos Santos e Professor Fernando Carvalho, pela disponibilidade, amizade e empenho que sempre demonstraram e pelas muitas críticas que fizeram melhorar este trabalho;

à Professora Doutora Maria Armanda Reis-Henriques, coordenadora do Mestrado de Ciências do Mar-Recursos Marinhos, por sempre ter facilitado os meios necessários para a realização deste mestrado;

ao Ipimar-Cripnorte, instituição que possibilitou a realização deste trabalho, em especial à Dr^a Maria do Céu Viegas por todas as facilidades concedidas e pelo carinho, amizade e compreensão demonstrada;

aos colegas do Cripnorte, Georgina Correia, Filomena Pombal, Emanuel Pombal, Mário Fernandes, Eng.^a Augusta Fialho e Dr^a Fernanda Castilho pelo apoio e amizade que sempre demonstraram ao longo deste período;

aos meus colegas do Cripnorte Adelaide Resende e Paulo Castro, por me terem acompanhado nas “salsas ondas do mar”, apesar do sono, do mau tempo e dos enjoos, sem os quais as pescas experimentais não teriam sido possíveis;

às minhas colegas e amigas Andreia Henriques e Joana Campos, que estando na mesma etapa profissional me compreenderam e me apoiaram;

à minha amiga Mafalda que sempre me socorreu nos momentos mais difíceis;

às técnicas Maria Helena Moreira (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto), Helena Galante (Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar) pelo apoio e conhecimento partilhado na realização dos blocos e cortes histológicos;

ao Senhor Andrade, pela amizade e apoio que sempre demonstrou durante este período;

à Dr^a Sofia Santos da DGPA pela disponibilidade e apoio prestados;

à Dona Maria da Lota de Angeiras pelo carinho e simpatia com que sempre me tratou;

à minha colega e amiga Beatriz Azevedo pelo apoio essencial que me deu nas diversas amostragens e ao meu colega e amigo Hugo Santos, pela amizade e apoio que sempre demonstrou;

à minha colega Mónica Cunha pelo apoio e carinho com que me acolheu no laboratório;

aos meus amigos, Carla Vieira, Joana Velha, Vasco Carvalho, Inês Castro;

à minha amiga e companheira tagarela Marta Assunção que mesmo do outro lado do atlântico sempre me deu força;

ao meu grupo de capoeira que sempre me acompanhou “gingando” e me fez descontrair ao longo deste período;

ao Hugo pelos mimosos, mas também pelas palavras mais duras que me empurraram para à frente, quando o desânimo “batia à porta”;

à minha família, Papi, Mami e Maria que estão sempre comigo;

e finalmente quero agradecer aqueles sem os quais este trabalho não teria sido possível, a todos os pescadores das comunidades piscatórias de Angeiras e da Aguda que colaboraram nas amostragens, nas pescas experimentais e que partilharam comigo os seus conhecimentos de “Homens do Mar”;

Resumo

O crustáceo decápode *Palaemon serratus* é uma espécie abundante na costa Norte de Portugal, cuja exploração em algumas comunidades piscatórias se efectua com uma rede de pesca artesanal - sombreira. Dada a importância económica da exploração deste recurso bem como a falta de conhecimento sobre esta arte de pesca, o presente estudo teve como objectivo a caracterização da exploração do camarão-da-costa com a sombreira, bem como o estudo da sua biologia na costa portuguesa, de forma a permitir uma exploração racional sem comprometer o futuro da espécie e da pesca artesanal a ela associada. Foi efectuada uma descrição da arte de pesca, do seu modo de operar, bem como avaliado o esforço de pesca (CPUE, nº de licenças), a selectividade em relação à espécie alvo e o impacto noutras espécies. Para o estudo da biologia de *P. serratus*, foram recolhidas amostras mensais, em barcos da pesca artesanal nas praias de Angeiras (Matosinhos) e Aguda (Espinho), desde Novembro de 1999 a Maio de 2001. Foi efectuada a biometria de cada indivíduo, determinado o sexo e registada a presença de ovos. Para o estudo dos aspectos reprodutivos foi ainda analisado o aspecto macroscópico da gónada para determinação do estágio de desenvolvimento do ovário e registado o peso da gónada e do hepatopâncreas. O estudo da ovogénese (particularmente da vitelogénese) em *P. serratus*, foi efectuada através de recolha de amostras de ovários nos vários estádios de maturação para posterior processamento histológico e análise microscópica. Os resultados obtidos revelaram para os meses de Verão valores de captura por unidade de esforço reduzidos em relação ao resto do ano. A sombreira é uma arte de pesca bastante selectiva, em relação às capturas acessórias, sendo a captura de faneca, abaixo do tamanho mínimo legal desembarcável, o principal impacto negativo da sombreira. O comprimento de primeira captura de *P. serratus* corresponde a 61,96 mm de comprimento total, sendo inferior ao tamanho de primeira maturação (68,04 mm). Em relação aos dois locais estudados não se verificaram diferenças significativas nas populações amostradas, sendo a proporção de sexos significativamente favorável aos machos. As relações biométricas determinadas põem em evidência o dimorfismo sexual existente nesta espécie. As fêmeas atingem maiores dimensões, em comprimento e em peso e o rostro, mais comprido nos machos, pode ser considerado um carácter sexual secundário. O período de reprodução é alargado, de Novembro a Agosto, sendo centrado em Janeiro-Maio, constituindo os locais deste estudo áreas de reprodução para esta espécie. *P. serratus* apresenta dois períodos de desova, um Invernal e outro Primavera, correspondendo o Verão, ao período de repouso das gónadas. Verificou-se ainda uma variação do período de desova durante a época reprodutiva relacionada como o tamanho das fêmeas, de tal forma que quanto menor é o animal mais tardia é a sua postura. Com base no período de reprodução desta espécie é sugerido o estabelecimento de um período de defeso biológico, compreendido entre os meses de Janeiro e Maio, de maneira a proteger as fêmeas em reprodução. O crescimento das fêmeas desta espécie foi descrito pela seguinte equação: $L_t = 124,22348(1 - e^{-0,1689(t+0,17)})$. A taxa de

crescimento foi superior nos meses de Verão. O estudo histológico do ovário de *P. serratus* permitiu identificar as seguintes fases de desenvolvimento do ovário: previtelogénese, vitelogénese primária inicial, vitelogénese primária final, vitelogénese secundária inicial, vitelogénese secundária final e o estado de pós-desova/rematuração. O diâmetro dos ovócitos variou entre 14,58 e 662,24 μm . A escala de maturação baseada em características macroscópicas revelou-se adequada para diferenciar os ovários em previtelogénese, vitelogénese primária e vitelogénese secundária. Estudos mais detalhados sobre diferentes aspectos da biologia e da exploração de *P. serratus* são necessários para se proceder a uma gestão mais adequada deste importante recurso.

Abstract

The decapode crustacean *Palaemon serratus* is abundant in the northern Portuguese coast and, in some fishing communities; its capture makes use of the “sombreira”, a traditional fishing net. Considering the economic relevance of this resource, as well as the lack of knowledge regarding the “sombreira” net, the present study aimed to characterize the exploitation of this species and also the study of its biology on the Portuguese coast, to contribute to a rational capture of this prawn without compromising its future and its associated fishery. The use of the “sombreira” net is described, including the fishing effort, its selectivity towards *P. serratus* and its impact on other species. For the biological characterization samples were collected monthly, between November 1999 and May 2001, from fishing boats in Angeiras (Matosinhos) and Aguda (Espinho) beaches. Each individual was measured, sexed and egg presence was checked. To determine the developing stage of the ovary, the macroscopic appearance of the gonads was analyzed. The gonads and hepatopancreas weight was also determined. To study the oogenesis of *P. serratus*, ovary samples were collected in all maturation stages followed by histological and microscopic analysis. The results of this study showed that capture by unit effort was reduced in the summer when were comparing to the rest of the year. When considering by-catch, the “sombreira” was defined as a selective technique being the capture of small bib the main negative impact of this fishing net. The gear $L_{C50\%}$ for *P. serratus* is 61,96 mm being above the first maturation length (68,04 mm). The populations sampled on both sites were not significantly different from each other and in both sampling sites the proportion of males was significantly higher. The biometry relationships determined revealed sexual dimorphism in this species. Females showed higher total length and weight and males had longer *rostrum*, which was considered a secondary sexual character. This species has a wide reproductive period, from November to August, but reproduction occurred mainly between January and May. Additionally, the study areas appeared to be reproductive sites for this species. This species showed two periods of spawning, one in the Winter and another in the Spring, and the gonads were inactive in the Summer. In addition, during the reproductive season, it was also verified that the smallest the female the latter the spawning. A period of close season was therefore suggested between January and May to protect reproductive females. The female growth was described by the following equation: $L_t = 124,22348(1 - e^{-0,1689(t+0,17)})$ The female growth rate was higher during summer months. The ovary histological study allowed the identification of the following developing stages: previtellogenesis, early primary vitellogenesis, final primary vitellogenesis, early secondary vitellogenesis, final secondary vitellogenesis and post-spawning. The oocyte diameter varied between 14,58 and 662,24 μm . The maturation stages based on the macroscopic characteristics was suitable to distinguish ovaries between previtellogenesis, primary vitellogenesis and secondary vitellogenesis. Further studies on the biology and exploitation of *P. serratus* are needed to allow an adequate management of this resource.

Resumen

Palaemon serratus, crustáceo decápode, es una especie abundante en la costa Norte de Portugal. En algunas comunidades piscatorias su captura es efectuada con una red de pesca tradicional – “sombreira”. La importancia económica de la explotación de este recurso, así como la ausencia de conocimientos del arte, evidencian la falta de estudios de este género. El presente estudio tiene como objetivo la caracterización de la pesca con este arte, así como el estudio de la biología de la especie en la costa Portuguesa, para que sea posible el mantenimiento de la misma, así como la pesca asociada. Se hizo una descripción del arte, de su “modus operandi”, la evaluación del esfuerzo de pesca, la selectividad relativa a la especie y su impacto en otras. Para el estudio de la biología del *P. serratus*, han sido recogidas muestras mensuales, en barcos pesqueros tradicionales en las playas de Angeiras (Matosinhos) e Aguda (Espinho), entre Noviembre del 1999 y Mayo del 2001. Ha sido también registrada la biometría de cada ejemplar, determinado el sexo y registrada la presencia de huevos. Con relación a los aspectos reproductivos se hizo el análisis macroscópico de la gónada, en transparencia pos-disección, para la determinación del estadio de desarrollo del ovario y se ha también registrado el peso de la gónada y hepatopáncreas. El estudio de la ovogénesis (en particular la vitelogenesis) en *P. serratus*, ha sido efectuado tras la recogida de muestras de ovarios en distintos estadios de maduración, para posterior análisis histológico. Los resultados obtenidos han revelado que para los meses de verano, los valores de captura por unidad de esfuerzo han sido menores que para el resto del año. El arte “sombreira” es un arte selectivo, a pesar de que tiene un impacto negativo, pues junto con el camarón, se capturan también ejemplares de faneca, con talla inferior a la talla mínima de captura. La talla mínima de captura del *P. serratus* corresponde a 61,96 mm de largo total, lo que es bastante inferior a la talla de primera maduración. Entre los locales estudiados no se han observado diferencias significativas en las poblaciones de las muestras recogidas, con una proporción de sexos favorable a los machos. La biometría ha revelado el dimorfismo sexual que existe en esta especie. Las hembras alcanzan mayores dimensiones, en largo y peso, y el rostrum, más largo en los varones, puede ser considerado como un carácter sexual secundario. El período reproductivo es bastante extenso, entre Noviembre y Agosto, centrado en Enero-Mayo. En los locales de muestreo se han observado numerosas hembras con huevos, lo que nos hizo plantear que estas zonas serían áreas reproductivas. La especie tiene dos períodos para la postura, uno en Invierno y otro en Primavera. El Verano corresponde al período de descanso de las gónadas. Se ha observado un cambio de la temporada reproductiva relacionado con el tamaño de las hembras. En este caso se tarda más la postura si el animal tiene menor tamaño. Así basados en el período de reproducción de esta especie, se sugiere que sea establecido un período de veda biológico, entre los meses de Enero y Mayo, por forma a conceder la protección a las hembras en edad reproductora. El crecimiento de las hembras en esta especie ha sido descrito por la siguiente ecuación: $L_t = 124,22348 (1 - e^{-0,1689(t+0,17)})$. El crecimiento ha sido superior en los meses de verano. El estudio histológico del ovario ha

permitido establecer e caracterizar las siguientes fases de desarrollo ovárico: previtelogenesis, vitelogenesis primaria inicial, vitelogenesis primaria final, vitelogenesis secundaria inicial, vitelogenesis secundaria final, así como el estadio de post-puesta/remaduración. El diámetro de los ovocitos ha variado entre 14,58 e 662,24 μm . La escala de maduración basada en características macroscópicas se ha revelado adecuada para diferenciar los ovarios en previtelogenesis, vitelogenesis primaria e vitelogenesis secundaria. Se necesitan más estudios detallados sobre distintos aspectos de la biología y exploración de *P. serratus*, que pueda hacer una gestión más adecuada de este importante recurso.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	2
CAPÍTULO II	8
2. PESCA COM A SOMBREIRA	9
2.1. Introdução.....	9
2.2. Material e métodos.....	11
2.3. Resultados e discussão.....	15
2.3.1. História e origem	15
2.3.2. Descrição da arte e procedimento da pesca	15
2.3.3. Frota dedicada à pesca de camarão-da-costa	18
2.3.4. Legislação actual.....	20
2.3.5. Esforço de pesca.....	22
2.3.5.1 Captura por unidade de esforço	24
2.3.6. Selectividade e mortalidade	29
2.3.7. Capturas acessórias	32
CAPÍTULO III.....	39
3. BIOLOGIA POPULACIONAL DE <i>Palaemon serratus</i>	40
3.1. Introdução	40
3.1.1. Posição sistemática	40
3.1.2. Morfologia.....	40
3.1.2.1. Características gerais dos crustáceos decápodes	40
3.1.2.2. Características específicas de <i>Palaemon serratus</i>	41
3.1.3. Distribuição geográfica e habitat de <i>P. serratus</i>	42
3.1.4. Ecologia	44
3.1.5. Ciclo de vida.....	45
3.1.6. Reprodução	47
3.1.6.1. Aparelho reprodutor.....	47
3.1.6.2. Ovogénese e vitelogénese	48
3.1.6.3. Controlo hormonal da reprodução.....	51
3.1.7. Crescimento	53
3.2. Material e métodos.....	56
3.2.1. Biometria	56
3.2.2. Aspectos reproductivos/ciclo reproductivo.....	58
3.2.3. Crescimento.....	61
3.3. Resultados e discussão.....	62
3.3.1. Descrição geral das populações amostradas	62
3.3.2. Relações biométricas	68
3.3.3. Aspectos reproductivos	79
3.3.3.1. Época de reprodução.....	79

3.3.3.2. Tamanho de 1ª maturação	89
3.3.4. Crescimento	96
CAPÍTULO IV	100
4. ESTRUTURA DE OVÓCITOS DE <i>Palaemon serratus</i>	101
4.1. Introdução	101
4.2. Material e métodos	107
4.2.1. Técnicas histológicas	107
4.2.2. Análise das lâminas	109
4.3. Resultados e discussão	110
4.3.1. Diâmetro dos ovócitos	113
4.3.2. Descrição dos diferentes estádios de maturação dos ovários	116
CAPÍTULO V	134
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS	135
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141

Lista de figuras

Figura 1 - Mapa com a localização dos locais de amostragem (Praia de Angeiras e Aguda).	11
Figura 2 - Rede sombreira.....	16
Figura 3 - Modo de alar a rede.	17
Figura 4 - Embarcações que se se dedicam à pesca com a sombreira, na praia da Aguda e Angeiras respectivamente acima e abaixo.....	19
Figura 5 - Descargas mensais de <i>P. serratus</i> registadas em lota, na Praia de Angeiras e Aguda, no ano de 2000 e 2001 (DOCAPESCA, 2002) (* - meses em que foi vedada a pesca comercial).	23
Figura 6 - Captura por unidade de esforço (CPUE) média mensal de <i>P. serratus</i> , durante o período de amostragem e respectivo desvio padrão (* - meses em que não foi efectuada pesca comercial; + - meses em que foi efectuada pesca experimental).	25
Figura 7 - Captura por unidade de esforço (CPUE) média mensal de <i>P. serratus</i> , nos meses em que foram efectuadas pescas experimentais na Aguda e em Angeiras.	25
Figura 8 – Comprimento médio (Lct2) mensal de <i>P. serratus</i> e respectivo desvio padrão.	26
Figura 9 - Distribuição das frequências de comprimento (Lct2) de <i>P. serratus</i> , para os dois sexos ao longo dos meses de amostragem.....	29-30
Figura 10 - Probabilidade de captura (p), intervalo de selecção (L ₂₅ –L ₇₅) e comprimento de primeira captura (L50).	31
Figura 11 – Valores, em percentagem das capturas acessórias (nomes comuns), em número e em biomassa, que ocorrem na pesca de <i>P. serratus</i> com a sombreira.....	34
Figura 12 – Pilado (<i>Polybius henslowi</i>).	34
Figura 13 – Larote (<i>Gaidropsaurus</i> sp.).	35
Figura 14 – Distribuição das frequências de comprimento total da faneca (<i>Trisopterus luscus</i>), capturada como espécie acessória com a rede sombreira (barras a sombreado – indivíduos com dimensões inferiores ao tamanho mínimo legal de desembarque).....	36
Figura 15 – Distribuição das frequências de comprimento total da sardinha (<i>Sardina pilchardus</i>), capturada como espécie acessória com a rede sombreira (barras a sombreado - indivíduos com dimensões inferiores ao tamanho mínimo legal de desembarque).....	36
Figura 16 - Camarão-da-costa (<i>Palaemon serratus</i>)	41
Figura 17 - Vista ventral do cefalotórax de <i>P. serratus</i> (adaptado de Campillo, 1984) (1 - orifícios genitais; 2 - protuberância).	42
Figura 18 – Medições efectuadas em <i>P. serratus</i> (adaptado de Campillo (1984)).	56
Figura 19 – Proporção de sexos de <i>P. serratus</i> amostrados na Praia da Aguda.....	62
Figura 20 - Proporção de sexos de <i>P. serratus</i> amostrados na Praia de Angeiras.....	63

Figura 21 - Distribuição das frequências de comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2 - mm) de <i>P. serratus</i> nos dois locais amostrados (Angeiras e Aguda).	64
Figura 22 - Distribuição das frequências de comprimento (Lct2) para os dois sexos.	65
Figura 23 – Proporção de sexos de <i>P. serratus</i> no total de indivíduos amostrados.	66
Figura 24 - Variação da proporção de sexos de <i>P. serratus</i> ao longo dos meses de amostragem.	67
Figura 25 - Relação entre o Lt e o Lct1 de <i>P. serratus</i>	68
Figura 26 – Relação entre o Lt e o Lct1 de <i>P. serratus</i> para machos e fêmeas, à esquerda e à direita, respectivamente.....	69
Figura 27 - Relação entre o Lct2 e o Lt de <i>P. serratus</i>	70
Figura 28 – Relação entre o Lct2 e o Lt de <i>P. serratus</i> para machos e fêmeas, à esquerda e à direita, respectivamente.....	71
Figura 29 – Relação entre o Lct2 e o Lct1 de <i>P. serratus</i> para machos e fêmeas, à esquerda e à direita, respectivamente.....	74
Figura 30 - Relação entre o comprimento (Lct2) e o peso (W) de <i>P. serratus</i>	75
Figura 31 - Relação entre o comprimento (Lct2) e o Peso (W) de <i>P. serratus</i> para machos e fêmeas, à esquerda e à direita, respectivamente.	76
Figura 32 - Percentagem de fêmeas com ovos no período de Janeiro a Maio.....	79
Figura 33 - Distribuição das frequências de comprimento das fêmeas de <i>P. serratus</i> com ovos e sem ovos	80
Figura 34 - Evolução mensal das fêmeas de <i>P. serratus</i> com ovos, ao longo do período de amostragem.	81
Figura 35 - Estádios de maturação sexual (aspecto macroscópico) das fêmeas de <i>P. serratus</i> ...82	
Figura 36 – Estádios de maturação (macroscópico) ao longo dos meses de amostragem.	83
Figura 37 – Variação anual do índice gonado-somático médio e respectivo desvio padrão em fêmeas de <i>P. serratus</i>	85
Figura 38 – Variação do índice gonado-somático (IGS) médio com o estado de maturação avaliado macroscopicamente e respectivo desvio padrão.	86
Figura 39 – Variação do índice hepato-somático (IHS) médio com o estado de maturação avaliado macroscopicamente e respectivo desvio padrão.	87
Figura 40 – Relação entre os estádios de maturação (avaliado macroscopicamente), o índice gonado-somático (IGS) e o índice hepato-somático (IHS).....	88
Figura 41 – Frequência dos estádios de maturação, por classe de comprimento, de <i>P. serratus</i> , considerando a totalidade das fêmeas amostradas.....	89

Figura 42 - Valores observados de proporção de fêmeas de <i>P. serratus</i> com ovos durante a época de reprodução (Jan-Maio).....	90
Figura 43 – Determinação do comprimento de primeira maturação de <i>P. serratus</i> pelo método de Gulland modificado (Astudillo e Sanchez, 1989) com a totalidade das fêmeas amostradas durante a época de reprodução; E- área acima da curva, à direita de cada comprimento; R- área abaixo da curva, à esquerda de cada comprimento.	90
Figura 44 – Proporção observada de fêmeas com ovos e sem ovos no estágio 4 e 5 e curva sigmoide ajustada.	91
Figura 45 – Determinação do comprimento de primeira maturação de <i>P. serratus</i> pelo método de Gulland modificado (Astudillo e Sanchez, 1989) com a totalidade das fêmeas amostradas durante a época de reprodução, nos estádios 4 e 5, adicionadas às fêmeas com ovos; E- área acima da curva, à direita de cada comprimento; R- área abaixo da curva, à esquerda de cada comprimento.	92
Figura 46 – Variação do tamanho de 50% de maturação ($L_{t_{50}}$) para as fêmeas de <i>P. serratus</i> nos meses de reprodução.....	94
Figura 47 – Crescimento das fêmeas de <i>P. serratus</i> e valores modais obtidos.	96
Figura 48 – Curva de crescimento da coorte de março de 2000, e variação da taxa de crescimento (mm/mês) em fêmeas de <i>P. serratus</i>	99
Figura 49 – Estádios de maturação microscópica (%) registados em <i>P. serratus</i>	110
Figura 50 – Estádios de maturação baseados em características macroscópicas e respectivas fases do desenvolvimento do ovário determinadas microscopicamente.	111
Figura 51 – Estádios de maturação (baseados em características microscópicas), respectivos valores médios do índice gónado-somático (IGS) e hepato-somático (IHS) e respectivos erros padrões para fêmeas de <i>P. serratus</i>	112
Figura 52 – Frequência do diâmetro dos ovócitos (μm) (pico aos 100 μm , com $n=1420$).....	114
Figura 53 – Frequência do diâmetro dos ovócitos (μm) de cada estágio de maturação.	114
Figura 54 – Diâmetro médio dos ovócitos (μm) e respectivo desvio padrão para cada estágio de maturação.	115
Figura 55 – Ovário de <i>P. serratus</i> em Previtelogénese (coloração hematoxilina-eosina; escala 100 μm) (FO – folículos ovários).....	118
Figura 56 - Ovário de <i>P. serratus</i> em Previtelogénese (coloração de hematoxilina-eosina; escala 50 μm) (OP – ovócitos previtelogénicos; CF – células foliculares).....	118
Figura 57 –Ovogónias de <i>P. serratus</i> (coloração hematoxilina-eosina; escala 10 μm) (Ov – ovogónias; CF – células foliculares).....	119
Figura 58 – Ovócitos previtelogénicos de <i>P. serratus</i> (coloração hematoxilina-eosina; escala 10 μm) (N – núcleo; Nc – Nucléolo; Cr – cromatina)	119

Figura 59 - Ovário de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese primária inicial (coloração hematoxilina-eosina; escala 100µm) (Ov – ovogônias; OP – ovócitos previtelogênicos; OVPI - ovócitos em vitelogênese primária inicial).....	121
Figura 60 – Ovário de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese primária inicial (coloração hematoxilina-eosina; escala 50µm) (CF – células foliculares; OVPI – ovócitos em vitelogênese primária inicial).....	121
Figura 61 - Ovário de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese primária final (coloração hematoxilina-eosina; escala 50µm) (OP – ovócitos previtelogênicos; OVPF – ovócitos em vitelogênese primária final; CF – células foliculares; GL – gotículas lipídicas).	123
Figura 62 - Ovário de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese primária final (coloração hematoxilina-eosina; escala 10µm) (CF – células foliculares; GL – gotículas lipídicas; MN – membrana nuclear; Nc – nucléolo).	123
Figura 63 - Ovário de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese secundária inicial (coloração azul de toluidina; escala 100µm) (OVPSI – ovócitos em vitelogênese secundária inicial; N – núcleo; GL – gotículas lipídicas).....	125
Figura 64 – Ovócito de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese secundária inicial (coloração hematoxilina-eosina; escala 10µm) (MN – membrana nuclear; FC – células foliculares; GV – grânulos de vitelo; Nc - nucléolo).....	125
Figura 65 – Ovócito de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese secundária inicial mais desenvolvido (coloração hematoxilina-eosina; escala 10µm) (MC – membrana citoplasmática; CF – células foliculares; GV – grânulos de vitelo; MN– membrana nuclear)	126
Figura 66 – Ovócito de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese secundária inicial mais desenvolvido (coloração hematoxilina-eosina; escala 10µm) (CF – células foliculares; GV – grânulos de vitelo; N - núcleo)	126
Figura 67 - Ovário de <i>P. serratus</i> Vitelogênese secundária final (coloração hematoxilina-eosina; escala 50µm) (CF – células foliculares; GV – grânulos de vitelo; N – núcleo; GL – gotículas lipídicas).....	128
Figura 68 - Ovócito de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese secundária final (coloração hematoxilina-eosina; escala 50µm) (N - núcleo ; GL – gotículas lipídicas).	129
Figura 69 - Ovócitos de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese secundária final (coloração azul de toluidina; escala 10µm) (GL – gotículas lipídicas; CF – células foliculares).	129
Figura 70 – Ovócito de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese secundária final (coloração de azul de toluidina; escala 10µm) (GL – gotículas lipídicas; GV – grânulos de vitelo; N - núcleo).....	130
Figura 71 – Ovócitos de <i>P. serratus</i> em Vitelogênese secundária final (coloração azul de toluidina; escala 10µm) (GL – gotículas lipídicas; GV – grânulos de vitelo; N – núcleo; Nc - nucléolo).	130
Figura 72 - Ovário de <i>P. serratus</i> em Pós-desova (coloração hematoxilina-eosina; escala 50µm) (OA – ovócito atresico; EF – epitélio folicular).....	132
Figura 73 - Ovário de <i>P. serratus</i> em rematuração (coloração hematoxilina-eosina; escala 100µm) (Ov – ovogônias; Re – restos de ovócitos que degeneraram; Es – Espaço deixados pelos ovócitos ovulados).....	133

Lista de tabelas

Tabela I - Número de embarcações registradas para a sombreira para o ano de 2000/2001 (Fonte: DGPA)	18
Tabela II - Número de autorizações/licenças concedidas para o uso da rede sombreira nos últimos anos (Fonte: DGPA)	23
Tabela III - Capturas acessórias identificadas nos desembarques durante o período de amostragem, com a respectiva abundância (N), frequência nas amostragens (F), tamanho mínimo (C. min), médio (C.M) e máximo (C. máx) em cm, a biomassa total (BT) e o peso médio em g (* - Largura da carapaça).....	33
Tabela IV - Classificação sistemática da <i>Palaemon serratus</i> (adaptado de Riedl, 1986).....	40
Tabela V - Escala de maturação sexual das fêmeas de <i>P. serratus</i> (adaptado de Forster, 1951 e Campillo, 1979)	59
Tabela VI - Variação do comprimento total (mm) registado para machos e fêmeas de <i>P. serratus</i> , em diferentes locais de estudo, por diversos autores e comparação com os nossos resultados.	72
Tabela VII - Valores do comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) correspondente a 50% de fêmeas com ovos para cada mês e respectivo comprimento total (LT).....	94
Tabela VIII - Chave idade-comprimento para as fêmeas	97
Tabela IX - Parâmetros de crescimento (L_{∞} = crescimento assintótico, k = constante de crescimento/ano, t_0 = idade correspondente ao tamanho nulo) para <i>P. serratus</i> por diferentes autores.(*) valores na origem expressos em Lct1 e transformados em Lt de acordo com a equação por nós determinada.	98

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO GERAL

A pesca artesanal, também denominada de pequena pesca ou pesca local, tem um papel económico e social muito importante nas comunidades do litoral português (Weber e Bleicker, 1992); sendo Portugal um dos países que consome mais peixe *per capita* da Europa, esta actividade assume grande importância no abastecimento de pescado fresco, ao mesmo tempo que assegura um número elevado de postos de trabalho, sendo muitas vezes o único meio de subsistência de algumas comunidades piscatórias.

Os últimos dados disponíveis revelam que a pesca artesanal integra 10153 embarcações, representando 91% do total da frota portuguesa e emprega cerca de 18 mil pescadores, o que corresponde a 63% do total da população matriculada na pesca (Direção Geral das Pescas e Agricultura - DGPA, 1999).

Em termos das quantidades desembarcadas, a contribuição desta pesca é pequena, sendo responsável apenas por aproximadamente 13% das descargas totais em lota. Contudo, em valor de produção, esta pesca representa cerca de 24% do total transaccionado em lota pela frota portuguesa, dado que a maioria das espécies capturadas tem um elevado valor comercial (DGPA, 1999). A estes valores deverão adicionar-se uma quantidade não negligenciável de capturas não registadas (fuga à lota).

Segundo os dados mais recentes disponibilizados pela FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura), a captura mundial de crustáceos ronda as 20014 toneladas, representando os camarões cerca de 70%. Em Portugal, a captura de camarão em 1999 foi de cerca de 3849 toneladas (FAO, 2002).

Os camarões englobam dois grupos taxonómicos distintos, os Caridea e os Penaeidea. Incluído no primeiro grupo (Caridea) e na família *Palaemonidae*, encontra-se o camarão-branco-legítimo - *Palaemon serratus* (Pennant, 1777), também designado por camarão-da-costa (Sanches, 1989).

A captura desta espécie constitui uma fracção importante da actividade da pesca artesanal nas costas do Atlântico e Canal da Mancha. Apesar de, em termos de toneladas desembarcadas, as capturas serem insignificantes, estas não podem ser negligenciadas dado o elevado valor comercial que esta espécie atinge (Campillo, 1979). Em Portugal a pesca do camarão-da-costa constitui uma importante actividade artesanal em algumas comunidades piscatórias do Norte do país, devido ao seu elevado valor comercial (de €10 a €35 por Kg), e ao facto de poder ser pescado no Outono e na Primavera, complementando a captura de outras espécies, como a navalheira (*Necora puber*), a faneca (*Trisopterus luscus*) e o robalo (*Dicentrarchus labrax*) (Afonso, 1988; Marques, 1997).

Estudos sobre a exploração comercial desta espécie foram realizados na Irlanda (Fahy e Gleeson, 1996), em França (Campillo, 1984) e na costa atlântica espanhola (Huerta, 1984). Contudo, estudos sobre a exploração desta espécie em Portugal são escassos (Viegas, 1998).

A captura desta espécie pode ser efectuada com recurso a diversas artes de pesca. Na Ria de Vigo a pesca é efectuada com nassas (armadilhas) também utilizadas para a captura de navalheira (*Necora puber*) e com diferentes tipos de pequenas artes de arrasto (Huerta, 1984). No Mediterrâneo, no estuário do Rio Ebro é capturada com pequenas redes de arrasto acompanhada de outras espécies de decápodes como os camarões *Palaemon xiphias*, *Palaemon adspersus*, *Processa edulis* e o caranguejo *Carcinus aestuarii* (Guerao e Ribera, 2000). No nosso país a exploração desta espécie é efectuada recorrendo a diferentes artes de pesca artesanal como a rede sombreira, o arrasto de vara e as armadilhas de gaiola (bombos).

A rede sombreira, também designada por rede de encosto ou encostadeira, tem sido utilizada, desde 1980 em algumas pequenas comunidades piscatórias, na zona Norte da costa portuguesa, entre Espinho e Póvoa de Varzim (Afonso e Almeida, 1988; Marques, 1997). É uma arte de pesca tipo “sacada”, constituída

por uma rede rectangular com malhagem de 18mm, um comprimento máximo de 150m e uma altura máxima de 100,5 malhas (artº 2º da portaria nº 316/98, de 18 de Março). A pesca com esta arte é preferencialmente nocturna e ocorre próximo da costa (1-1,5 milhas). Em algumas destas comunidades, a sombreira passou a ser utilizada para a pesca do camarão, como alternativa à mugiganga (arte envolvente de arrastar pelo fundo e de alar para bordo) quando esta não foi legalizada, devido ao facto de ser uma arte menos selectiva e actuar muito perto da costa (Viegas, 1998).

A legislação existente permite a utilização da sombreira pelas embarcações da pesca local, registadas nas Capitánias do Douro, Leixões, Vila do Conde e Póvoa de Varzim, desde que possuam as respectivas licenças de pesca (artº 5º da portaria nº 316/98, de 18 de Março).

A exploração legal do camarão com a sombreira abrange o período de Setembro até Abril, inclusivé. No entanto, até 2001 outras artes de pesca como o arrasto de vara e de portas capturavam camarão durante todo o ano. Em 2001 pela portaria nº 419-B/2001 é alterado o regulamento de pesca com estas artes de pesca. Assim, a pesca com redes de arrasto com malhagens de 20-31mm só pode ser exercida de 1 de Outubro a 31 de Março e entre o período de 1 de Julho e 31 de Maio para as redes de malhagens de 32-54mm (artº 27º).

O crescimento rápido de *P. serratus* e o seu ciclo de vida relativamente curto, associado ao elevado valor comercial, fazem desta espécie um recurso importante a explorar. Segundo Campillo (1984) as condições de pesca e o crescimento relativamente rápido fazem de *P. serratus* uma das raras espécies de crustáceos em que a exploração permite salvaguardar o *stock*. Esta exploração deverá, contudo, ter em conta aspectos importantes da biologia da espécie.

Os estudos de biologia populacional podem encarar diversos aspectos, como sejam o crescimento, a reprodução e o recrutamento, a distribuição geográfica de larvas, juvenis e adultos, a mortalidade, as migrações, entre outros. O estudo do crescimento relativo de diferentes partes do corpo (relações biométricas) é um aspecto importante para estabelecer diferenças entre as populações e evidenciar diferenças entre os sexos. Por outro lado, o estudo dos aspectos relacionados com a biologia populacional é fundamental para a compreensão dos fenómenos que levam à renovação dos *stocks*. A exploração destes deve ter em consideração, para além da abundância, aspectos como o crescimento, a época de reprodução e o tamanho de primeira maturação, para uma gestão adequada desses recursos.

Diversos ensaios laboratoriais foram efectuados, em *P. serratus*, para estudo da fisiologia, do crescimento e da reprodução (Sollaud, 1923; Pannikar, 1941; Reeve, 1969; Arrobas, 1974; Carvalho, 1988), bem como dos seus aspectos estruturais e ultraestruturais (Papathanassiou e King, 1984; Cledon, 1985, 1986; Meusy e Payen, 1988; Van Herp e Payen, 1991). Trabalhos sobre a sua distribuição geográfica foram efectuados por Heldt e Heldt (1954), Holthius e Gottlieb (1958), Zariquiey-Alvarez (1968), Lewinsohn e Holthius (1986) e Fusté (1988).

Os primeiros trabalhos a abordar o crescimento e outros aspectos da biologia populacional desta espécie, foram realizados em Inglaterra por Forster (1951, 1959), no País de Gales por Cole (1958) e em França por Nouvel (1937). Estes estudos revelaram diferenças geográficas entre as diferentes populações estudadas, em relação ao crescimento e aspectos reprodutivos, atribuídas às variações de temperatura. Posteriormente, foram realizados estudos bastante abrangentes, em França (Campillo, 1979, 1984) e em Espanha (Huerta, 1984), sobre a biologia populacional desta espécie. Nestes trabalhos além do aspecto da exploração comercial deste recurso, são abordados aspectos biológicos e ecológicos desta espécie como a biometria, o crescimento e longevidade, o sex-

ratio, aspectos reproductivos, como a maturação sexual, a fecundidade, a época de reprodução e o desenvolvimento larvar. Estes trabalhos revelaram aspectos importantes como as diferenças sexuais em relação ao crescimento e longevidade, a predominância das fêmeas em relação ao machos, ao mesmo tempo que permitiram definir os períodos de reprodução e desova, essenciais para a gestão adequada do recurso.

No Mediterrâneo o estudo realizado no delta do Ebro (Mediterrâneo Ocidental) revelou também a existência de diferenças sexuais na relação entre o comprimento e o peso. A abundância desta espécie foi contudo sazonal, sendo máxima no Verão e Outono e mínima no Inverno e Primavera. O período de reprodução tem início em finais do Outono, momento em que se registaram as primeiras fêmeas com o ovário em processo de maturação, não constituindo contudo o local de estudo a área principal de desova e incubação desta espécie (Guerao e Ribera, 2000).

Contudo, dados referentes à biologia populacional desta espécie na nossa costa são escassos (Baldaque da Silva, 1891). Mais recentemente, Felício *et al.* (2002) contribuíram com alguns resultados preliminares sobre a actividade reprodutora desta espécie na costa Norte de Portugal.

Objectivos do trabalho

Dada a importância económica da exploração deste recurso, assim como a escassez de estudos sobre esta arte de pesca, aliada à sua legislação provisória, é importante prosseguir estudos com vista ao conhecimento da selectividade da sombreira e de aspectos da biologia da sua espécie alvo na nossa costa, de maneira a permitir uma exploração racional sem comprometer o futuro da espécie e da pescaria a ela associada. Assim, os objectivos gerais a atingir com o presente trabalho são os seguintes:

- ❖ Contribuir para um maior conhecimento da arte de pesca artesanal – sombreira.
- ❖ Avaliar a selectividade da sombreira em relação à espécie-alvo.
- ❖ Determinar o impacto da sombreira noutras espécies.
- ❖ Contribuir para o conhecimento da biologia de *P. serratus* na costa portuguesa.
- ❖ Definir o período de reprodução e desova de *P. serratus*, na costa Norte de Portugal, com vista a otimizar a gestão sustentável deste recurso.
- ❖ Estudar o aspecto histológico do processo maturativo dos ovários de *P. serratus*.

CAPÍTULO II

PESCA COM A SOMBREIRA

2. PESCA COM A SOMBREIRA

2.1. Introdução

A rede sombreira, é uma arte de pesca relativamente recente e não muito divulgada. A primeira referência, a esta nova arte de pesca data de 1988, num relatório elaborado, em resposta ao pedido efectuado pelo Sindicato dos Pescadores de Matosinhos para o estudo desta arte (Afonso & Almeida, 1988).

Souto (1998) num estudo sobre as comunidades de pesca artesanal na costa portuguesa faz referência à sombreira como uma nova arte de pesca, fazendo uma descrição da arte, sua origem, difusão e modo de operar, comparando com a mugiganga (rede envolvente de arrastar pelo fundo e de alar para bordo). A mugiganga, apesar de não regulamentada, encontrava-se fortemente implantada na zona Norte do país, actuando numa zona muito sensível do ecossistema infralitoral, dentro do quarto de milha e dentro do estuário do Rio Douro (Costa e Franca, 1985).

Estudos preliminares sobre estas artes de pesca foram realizados por Viegas (1998) que determinou a composição das populações acessíveis à mugiganga e à sombreira e a selectividade das mesmas com vista à regulamentação desta última arte de pesca. Segundo resultados desta investigadora, a selectividade da sombreira era bastante superior à da mugiganga, quer em relação à espécie alvo quer em termos de capturas acessórias. A mugiganga capturava camarões de menores dimensões e um número mais elevado de capturas acessórias. Quando esta rede actuava mais afastada da costa, capturava elevadas percentagens de exemplares de faneca com dimensão inferior ao tamanho mínimo legal de desembarque (17 cm) (Viegas, 1998). Em relação à sombreira, Viegas (1998) obteve valores mais elevados de selectividade, realçando contudo, a necessidade da realização de estudos, que envolvam o embarque de um amostrador, já que possivelmente muitas das capturas acessórias poderiam ser rejeitadas em alto mar. No referido relatório é ainda indicada a preferência

dos pescadores pela utilização da sombreira em alternativa à mugiganga, caso a primeira fosse legalizada, com excepção da Aguda, onde esta arte se encontrava muito enraizada, sendo já referida por Baldaque da Silva em 1891. Algumas das regras sugeridas por Viegas (1998) para o licenciamento da sombreira, foram a base para a regulamentação, actualmente existente, da pesca com esta arte.

O objectivo da primeira parte do presente trabalho consiste na caracterização da exploração do camarão-da-costa com a arte de pesca sombreira, agora que o seu uso está implementado, há já alguns anos. Assim, são abordados vários aspectos como a sua origem, descrição da arte e modo de operar, zonas e fundos de pesca e caracterização da frota dedicada a esta pescaria e sua regulamentação. É também avaliado o esforço de pesca, selectividade e o possível impacto desta arte noutras espécies.

2.2. Material e métodos

Os locais de estudo seleccionados foram a Praia de Angeiras (Matosinhos) e a Praia da Aguda (Espinho), por se tratar de duas comunidades piscatórias que tradicionalmente se dedicam à pesca do camarão-da-costa (figura 1).

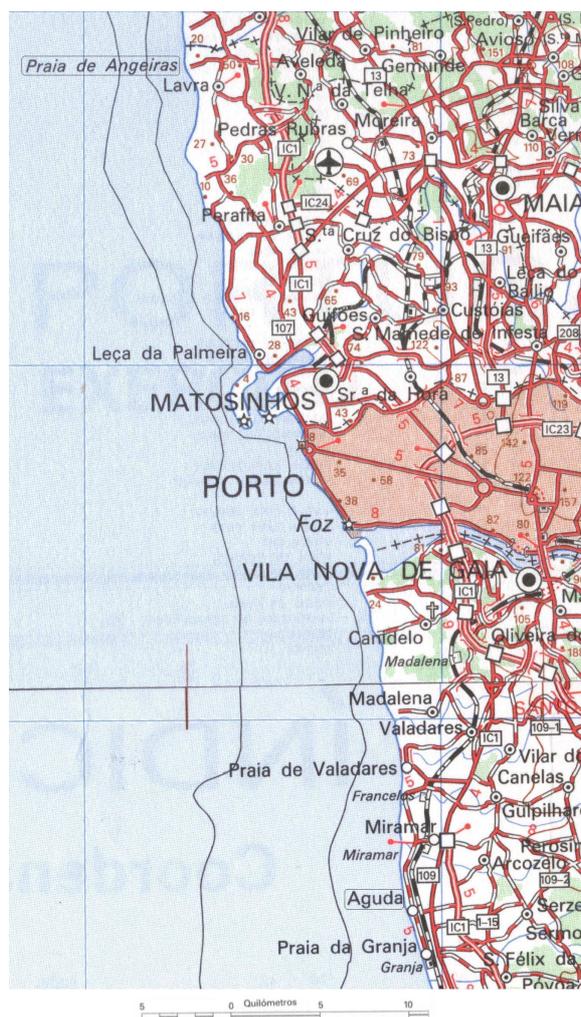


Figura 1 - Mapa com a localização dos locais de amostragem (Praia de Angeiras e Aguda).

A caracterização da pesca com a rede sombreira foi efectuada com base numa pesquisa bibliográfica, na análise dos dados provenientes da DGPA, no acompanhamento a bordo da pescaria e na recolha de informação junto aos

pescadores. A legislação actualmente existente para a pesca com esta arte é também abordada e discutida.

Para avaliar a evolução do esforço de pesca foi analisado o número de licenças de pesca para a sombreira, concedidas nos últimos anos pela DGPA.

Com o objectivo de obter alguma informação sobre evolução dos desembarques desta espécie, nos dois locais em estudo, foram analisados os dados disponibilizados pela DOCAPESCA referentes aos anos de 2000 e 2001.

Contudo, como estes dados não relacionam as descargas com o respectivo esforço de pesca, procedeu-se à análise dos valores das descargas de camarão e do esforço de pesca, recolhidos junto dos pescadores, bem como dos dados provenientes das pescas experimentais efectuadas, de maneira a determinar a captura por unidade de esforço.

A captura por unidade de esforço foi assim definida como a biomassa de camarão capturada por 100 metros de rede durante uma hora, pela seguinte fórmula:

$$CPUE = 100 \times \frac{\text{Biomassa capturada (kg)}}{\text{Comprimento da rede (m)} \times \text{tempo dentro de água (horas)} \times n^{\circ} \text{ de lances}}$$

O tratamento estatístico dos dados foi realizado no programa STATISTICA.

Os desembarques registados em lota, nos dois anos e locais estudados, foram analisados mediante a aplicação do teste de análise de variância – ANOVA.

A análise da influência do tipo de rede utilizado nas capturas foi efectuada com o software ELEFAN (Iclarm, 1990). Este programa informático, no módulo de análise de curvas de captura, combina os valores das frequências de comprimentos presentes no conjunto das amostras obtidas e produz informação sobre o decréscimo da abundância em função do tamanho. Esta informação pode ser combinada com os valores dos parâmetros da equação de crescimento e com valores de mortalidade para calcular a probabilidade de captura de cada

classe de comprimento, com a rede utilizada. Adicionalmente, calcula ainda o intervalo de selecção ($L_{25} - L_{75}$) e o comprimento de primeira captura (L_{50}), comprimento a que corresponde 50% dos indivíduos capturados pela arte de pesca.

Assim, os indivíduos capturados ao longo do período de amostragem, separados por sexo, foram agrupados em classes de comprimento de 1 milímetro, de modo a obter as respectivas distribuições de comprimento mensal. O comprimento utilizado foi o comprimento pós-orbitário do cefalotorác (da cavidade orbitária ao bordo posterior do cefalotórax) (L_{ct2}).

O valor de L_{50} não foi determinado a partir de ensaios de selectividade, uma vez que não foi possível efectuar amostragens comparativas com redes de diferente malha. Quanto ao valor do coeficiente instantâneo de mortalidade natural, necessário para a análise, foi utilizado o valor médio obtido através do método de Pauly (1980, *in* Sparre e Venema, 1991) e do método de Taylor (1960, *in* Sierra e Lizuso, 1998).

A selectividade da sombreira, em relação a outras espécies, foi avaliada através do acompanhamento dos desembarques na praia durante a época legal da pesca (de Setembro a Abril); nos restantes meses (Maio, Junho, Julho e Agosto) foram efectuadas pescas experimentais com os pescadores, o que permitiu obter mais informação sobre o manuseamento desta arte de pesca, bem como registar as espécies que eram capturadas e devolvidas ao mar.

Os indivíduos das capturas acessórias foram, sempre que possível, identificados até à espécie, seguindo os critérios de Zariquiey-Alvaréz (1968), Smaldon (1979), Saldanha (1980), Riedl (1986), Whitehead *et al.* (1986), Sanches (1992), Hayward *et al.* (1995).

Sempre que possível foi registado o comprimento total, em centímetros (cm) e o peso em gramas (g), de cada indivíduo. Posteriormente, foi elaborada uma

tabela com o nome comum, frequência, abundância, biomassa total, peso médio e comprimento mínimo, médio e máximo registrado para cada espécie. A abundância foi definida como o número total de indivíduos de cada espécie registrados e a frequência como o número de amostragens em que a espécie foi registrada. A biomassa total para cada espécie foi, sempre que possível, determinada directamente ou então extrapolada de uma amostra, quando o número de indivíduos capturados foi muito elevado.

2.3. Resultados e discussão

2.3.1. História e origem

A sombreira é uma arte de pesca relativamente recente que terá surgido em meados da década de 1980 no Porto de Leixões, não estando ainda bem esclarecida a sua origem (Souto, 1998). Segundo alguns pescadores, esta arte surgiu quando um pescador ao remendar uma rede de faneca com um retalho de rede de sardinha se apercebeu que nesse retalho vinha camarão, construindo assim a primeira caça (pano) com cerca de 100 metros.

Ao longo dos anos, os pescadores foram tomando conhecimento desta nova arte de pesca. Em 1995 a sombreira aparece já implantada em Matosinhos, mas ainda sem grande importância em Vila de Conde e na Afurada, enquanto para a Póvoa do Varzim ainda não era referida (Souto, 1998). Actualmente, é utilizada pelos pescadores que tradicionalmente se dedicam à pesca da faneca, nas comunidades do Norte do país, desde Espinho até à Póvoa do Varzim (Marques, 1997).

2.3.2. Descrição da arte e procedimento da pesca

A pesca com sombreira pratica-se no Norte do país, entre a Aguda (Espinho) e Póvoa do Varzim, em zonas rochosas ou nas "covadas" à profundidade de 12 a 40 m. A sombreira é uma rede composta por um número variável de panos (caças) ligados uns aos outros, com um comprimento total máximo de 150 m por 1 a 1,2 m de altura (100,5 malhas). É construída com rede de malha de 18 mm, utilizada na pesca da sardinha, possuindo na parte superior um conjunto de flutuadores (cortiçada) e na parte inferior um conjunto de pequenos chumbos em forma de anel, que permitem que a rede permaneça na vertical quando colocada dentro de água (Souto, 1998) (figura 2).



Figura 2 – Rede sombreira.

Esta rede é lançada de bordo e estendida paralelamente ou obliquamente à costa, sendo fundeada com a ajuda de dois pesos (poitas). Com os movimentos do mar, o camarão vai-se encostando aos dois lados da rede. Após um período de uma a duas horas, a rede é alada à mão ou com auxílio de um alador, juntando simultaneamente a parte inferior e superior da rede, de modo a formar uma bolsa (figura 3).

Nesta bolsa fica retido o camarão que se encontrava desse lado da rede, soltando-se o que se encontrava do lado oposto. O lado de onde é levantada a rede depende da direcção da corrente e do vento dominante.



Figura 3 – Modo de alar a rede.

O número de lanços varia consoante o rendimento obtido. As redes são colocadas geralmente à noite ou antes do amanhecer, podendo contudo, ser colocadas durante o dia quando as águas estão agitadas.

O rendimento da pesca parece estar bastante relacionado com as condições climáticas, tendo sido verificado que quando o mar está calmo, o que acontece muitas vezes nos meses de Verão, os rendimentos são baixos ou mesmo nulos, como aconteceu nas pescas experimentais realizadas nos meses de Junho, Julho e Agosto (pág. 23). Não foi possível verificar causalidade na relação mas, segundo os pescadores, o mar "precisa de mexer" para que o camarão saia do fundo e venha para a coluna de água, onde fica então acessível à arte de pesca. O mesmo é referido para a Ria de Vigo (Huerta, 1984) e para a costa atlântica francesa (Campillo, 1979), onde a abundância do camarão aumenta depois dos temporais; os camarões são desalojados das zonas mais protegidas para zonas mais profundas e menos resguardadas onde ficam mais acessíveis às artes de pesca. Contudo, o facto de algumas destas pequenas comunidades de

pescadores não possuem qualquer porto de abrigo, nomeadamente no caso da Aguda, impossibilita a saída das embarcações quando o mar está mais agitado, não permitindo a exploração deste recurso quando o mar o coloca em situação de maior vulnerabilidade.

De acordo com alguns pescadores, a água deve também estar turva para o camarão não ver a rede; contudo, quando a água está “limpa”, este problema é contornado levantando as redes antes do alvor.

2.3.3. Frota dedicada à pesca de camarão-da-costa

Os dados mais recentes indicam que a pesca do camarão-da-costa com a rede sombreira é efectuada por cerca de 90 embarcações, que correspondem ao número de licenças concedidas anualmente, a maioria delas com base no porto de Leixões (tabela 1). Contudo, o número real de embarcações a operar com esta arte poderá ser superior, uma vez que, um número indeterminado de pescadores pode usar esta rede sem licença, de uma forma esporádica ou dissimulada, em conjunto com outras artes.

Tabela I – Número de embarcações registadas para a sombreira para o ano de 2000/2001
(Fonte: DGPA)

PORTO	Nº DE EMBARCAÇÕES
Douro	29
Leixões	44
Vila de Conde	16
Póvoa do Varzim	1
Total	90

São em geral embarcações feitas em madeira ou fibra de vidro, com comprimento "fora a fora" entre os 6 e 8 m e cuja tonelagem de arqueação bruta

(TAB) varia entre 2,5 e 4 toneladas. Cada embarcação possui 1 ou 2 motores fora-de-bordo com potência entre os 30 e 40 HP (figura 4).

Cada embarcação sai para o mar com 2, ou menos frequentemente, 3 pescadores. São embarcações de uso múltiplo que normalmente trabalham com outras artes de pesca como os covos (armadilhas) e as redes de emalhar.

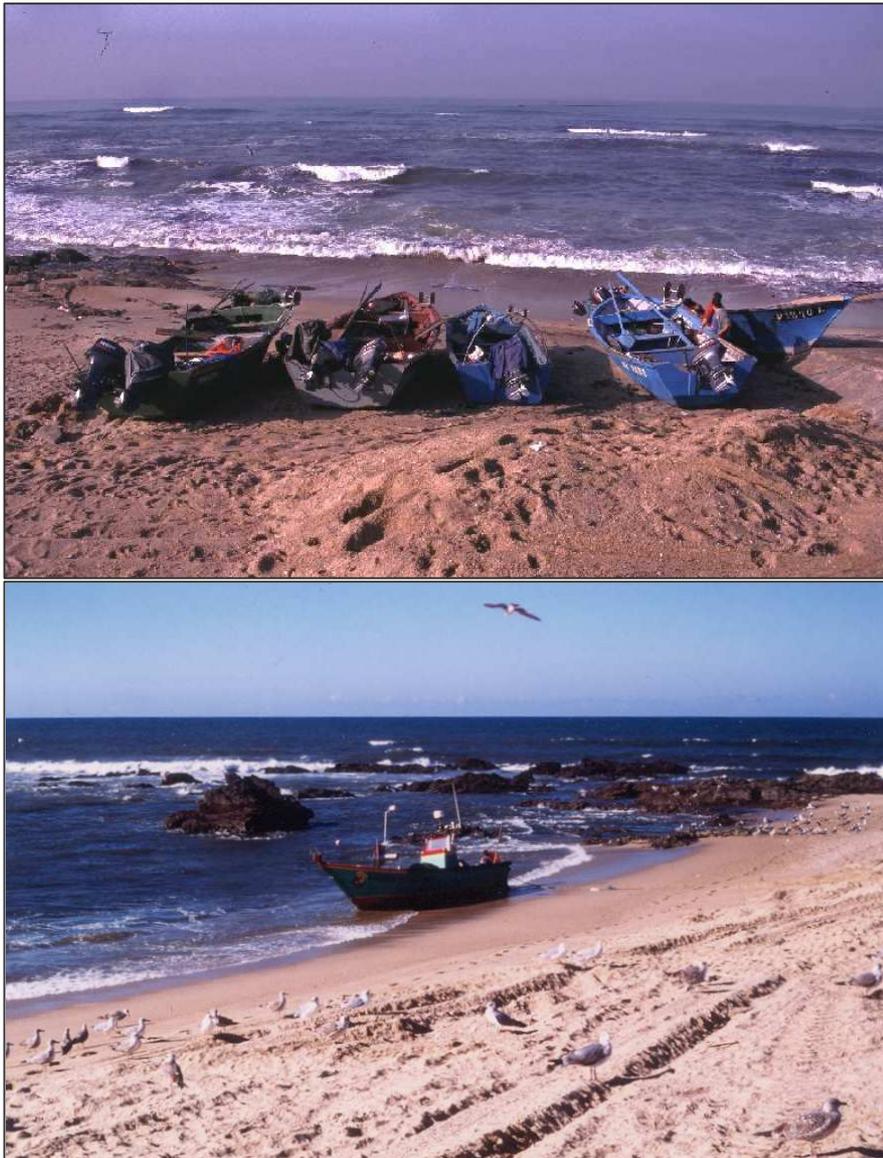


Figura 4 – Embarcações que se se dedicam à pesca com a sombreira, na praia da Aguda e Angeiras respectivamente acima e abaixo.

2.3.4. Legislação actual

Em 1995, dada a grande expansão do uso da sombreira, a DGPA optou por conceder autorizações de pesca anuais a diversas embarcações, sem existir contudo qualquer regulamentação para a utilização desta arte.

Só em 1998, pela portaria nº 316/98, de 18 de Março, foi estabelecido um regime especial, ainda que com carácter provisório, para a pesca do camarão com esta arte de pesca, cujas disposições mais importantes são as seguintes:

1. É permitida às embarcações de pesca local, registadas nas áreas das capitánias do Douro, Leixões, Vila do Conde e Póvoa de Varzim, desde que possuam as respectivas licenças de pesca (artº 5º).
2. A pesca com sombreira é permitida entre 1 de Setembro a 30 de Abril, durante o máximo de seis horas/dia (no período compreendido entre as três horas antes do nascer do sol e as três horas imediatamente seguintes), até uma distância máxima à linha de costa de uma milha e meia (artº 6º).
3. Interdição de utilizar outra arte em simultâneo (artº 9º)
4. Percentagem mínima de desembarque de 85% da espécie alvo (artº 8º).
5. Cada embarcação pode levar 5 redes sombreiras com o comprimento máximo acumulado de 700 m (artº 3º).

Em 2001, pela portaria nº 27/2001, de 15 de Janeiro, foi concedida a título excepcional, a autorização da pesca com esta arte durante o mês de Maio, uma vez que o inverno rigoroso impossibilitou, frequentemente, a saída dos pescadores da pesca artesanal. Foi ainda estabelecido um tamanho mínimo legal de desembarque para o camarão-da-costa de 60 mm de comprimento total. Este valor teve por base o tamanho mínimo estabelecido para esta espécie para o Rio Tejo pela portaria nº 569/1990, de 19 de Julho.

A regulamentação desta arte foi um passo importante, uma vez que permitiu um melhor controlo do número de licenças de pesca e das malhagens das redes utilizadas, regulando assim o esforço de pesca. Contudo, a sua legalização

definitiva implica a alteração de algumas disposições que devem ter por base a biologia populacional e reprodutiva da espécie na nossa costa.

O período do ano em que a pesca com sombreira é permitida (artº 6º), será discutido posteriormente, dado que este período deverá ter em conta o período de reprodução da espécie.

O período do dia em que a pesca é permitida, também referida no artº 6º, está de acordo com o comportamento da espécie, uma vez que o camarão, como a maioria dos crustáceos, tem a sua maior actividade à noite, permanecendo mais escondido durante o dia (Guerao & Ribera, 1996). Contudo, quando o mar está agitado, os indivíduos são desalojados dos seus esconderijos e ficam mais acessíveis à arte, mesmo durante o dia (Campillo, 1979; Huerta, 1984). Muitas vezes os pescadores não respeitam este período, tornando esta medida pouco eficiente.

A percentagem mínima de 85% da espécie alvo referida no artº 8º, é um aspecto importante, uma vez que evita que os pescadores utilizem esta rede para a captura de outras espécies, como acontecia com a pesca com mugiganga que era muitas vezes direccionada para a captura de juvenis de faneca e sardinha (Souto, 1998; Viegas, 1998).

A interdição da utilização de outra arte em simultâneo, referida no artº 9º é uma das disposições mais contestadas pelos pescadores, uma vez que se tivessem a possibilidade de transportar outra arte na embarcação, quando a sombreira não estivesse a dar rendimento, poderiam ter outra arte alternativa. Esta medida, é contudo, uma forma de limitar o esforço de pesca, evitando que os pescadores utilizem mais do que uma arte em simultâneo.

O comprimento máximo acumulado permitido para as sombreiras (artº 3º), bem como o limite de tempo em que é permitida a pesca (artº 6º) é um aspecto

importante, no sentido de limitar o esforço de pesca; são contudo medidas que implicam uma apertada fiscalização, nem sempre possível.

O estabelecimento de um tamanho mínimo legal de desembarque é uma medida importante na gestão dos recursos pesqueiros, que deve ter em consideração o tamanho de primeira maturação. Assim, este valor deve ser estabelecido de forma a que cada indivíduo possa completar pelo menos um ciclo reproductivo antes de ser capturado. Em relação a este aspecto, seria importante a realização de estudos de selectividade, com diferentes malhagens, de modo a averiguar um possível benefício de um aumento da malha da sombreira, evitando a captura de indivíduos abaixo do tamanho mínimo e de maneira a não comprometer a eficácia da arte.

2.3.5. Esforço de pesca

Como já foi referido anteriormente, até o ano de 1997 a pesca com a sombreira, carecendo de qualquer legislação, era efectuada por diversas embarcações mediante autorizações anuais concedidas pela DGPA. Só a partir de 1998, foi estabelecido um regime especial de regulamentação da sombreira pelo qual são concedidas licenças de pesca (de Setembro a Abril) para o uso desta arte.

Na evolução do número de autorizações / licenças concedidas para a utilização da sombreira desde 1994, verificou-se que, até ao ano de 1997, ocorreu um aumento do número de autorizações anuais concedidas. A partir de 1998/99, com a regulamentação da sombreira, a DGPA com o objectivo de controlar o esforço de pesca, fixou em 90 o número máximo de licenças concedidas, tendo a partir daí mantido esse número constante (tabela II).

Tabela II – Número de autorizações/licenças concedidas para o uso da rede sombreira nos últimos anos (Fonte: DGPA).

ANO	Nº DE AUTORIZAÇÕES	Nº DE LICENÇAS
1994	34	-
1995	55	-
1996	111	-
1997	112	-
1998/1999	-	100
1999/2000	-	90
2000/2001	-	90
2001/2002	-	90

Estas licenças são concedidas anualmente, mediante um pedido dos pescadores dirigido à DGPA, sendo o critério principal para a sua atribuição, as descargas de camarão declaradas em lota pela respectiva embarcação no ano precedente.

No que se refere às descargas de *P. serratus* registadas em lota, verificou-se a existência de grandes variações, para os dois anos e locais estudados (figura 5). Contudo, é importante referir que estes valores estão muito provavelmente subestimados, devido ao facto de muitas das capturas não serem declaradas (fuga à lota) (Viegas, 1998).

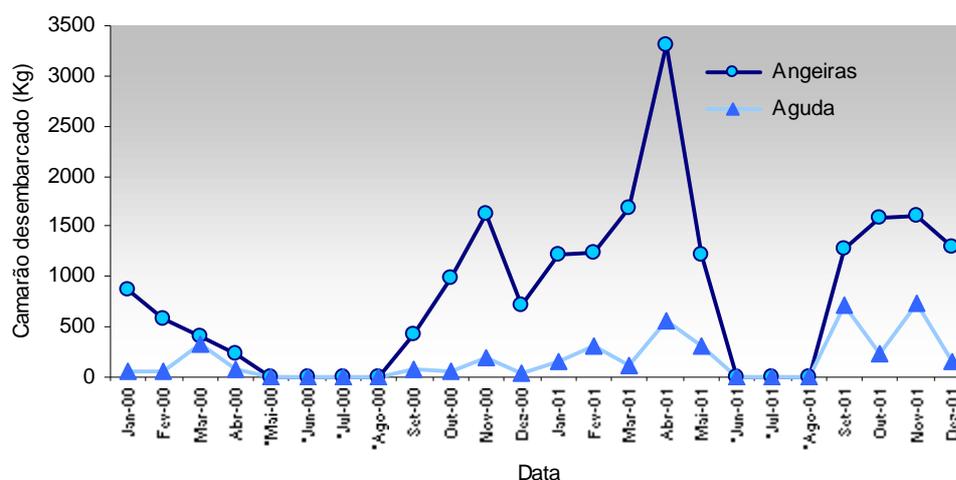


Figura 5 – Descargas mensais de *P. serratus* registadas em lota, na Praia de Angeiras e Aguda, no ano de 2000 e 2001 (DOCAPESCA, 2002) (* - meses em que foi vedada a pesca comercial).

As descargas mensais variaram entre os 36 Kg, no mês de Dezembro de 2000 e os 3311,5 Kg, registados no mês de Abril de 2001 (Anexo I, tabela 1).

Considerando o conjunto dos desembarques nos dois locais estudados, os valores das descargas registados no ano de 2001 (Média mensal = 983,41 Kg \pm 802,30), foram superiores aos registados em 2000 (Média mensal = 418,03 Kg \pm 442,88) (F = 1,226; p = 0,008) (Anexo I, tabela 2).

Constatou-se ainda que, durante o período estudado, o valor médio das descargas registadas em Angeiras foi significativamente superior (Média mensal = 1190,61 Kg \pm 713,92) ao registado na Aguda (Média mensal = 244,09 Kg \pm 226,65) (F = 42,343; p = 0,0000) (Anexo I, tabela 3). As diferenças registadas entre os dois locais, poderão contudo resultar de um diferente esforço de pesca, não só pelo menor número de barcos licenciados para o uso da sombreira na praia da Aguda (cerca de 10 embarcações), como também de um menor número de marés, consequência de uma maior exposição desta praia ao mar e da falta de um porto de abrigo. Em Angeiras, quando o estado do mar impede a entrada/saída das embarcações pela praia, o desembarque é efectuado no porto de Leixões; na Praia da Aguda o problema torna-se mais complicado devido à maior distância em relação ao porto de pesca (Afurada).

2.3.5.1 Captura por unidade de esforço

Os valores médios mensais de captura por unidade de esforço (CPUE), ao longo do período de amostragem, variaram entre 0,029 Kg/hora/100m de rede, registado no mês de Agosto e 0,690 Kg/hora/100m de rede correspondente ao mês de Maio de 2000. Com excepção do mês de Maio, não se verificaram oscilações de grande amplitude durante o período estudado (figura 6) (Anexo I, tabela 4).

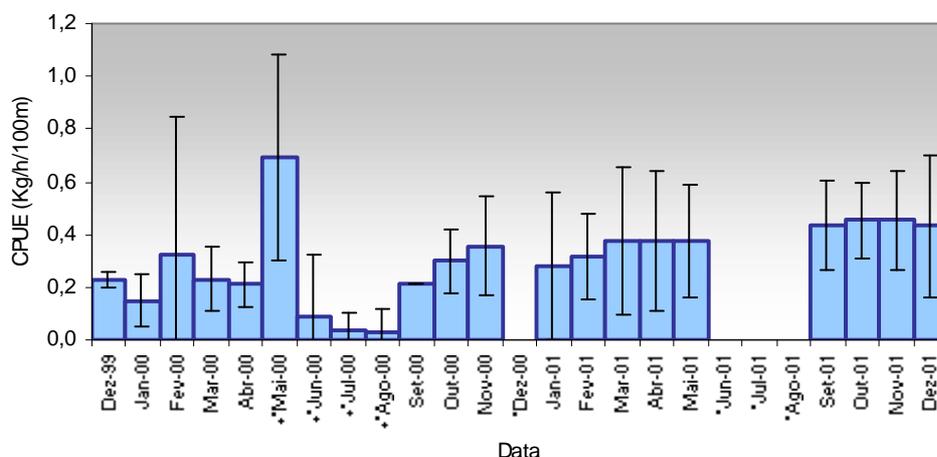


Figura 6 – Captura por unidade de esforço (CPUE) média mensal de *P. serratus*, durante o período de amostragem e respectivo desvio padrão (* - meses em que não foi efectuada pesca comercial; + - meses em que foi efectuada pesca experimental).

É ainda de referir que os valores de CPUE mais baixos foram registados nos meses de Junho, Julho e Agosto de 2000.

Em relação aos meses em que foram efectuadas pescas experimentais, verificou-se uma queda acentuada dos valores médios de CPUE do mês de Maio para os meses seguintes (Junho, Julho e Agosto). Para os dois locais, os valores de CPUE registados nestes meses foram muito baixos ou no caso de Angeiras mesmo nulos (Anexo I, tabela 5 e 6) (figura 7).

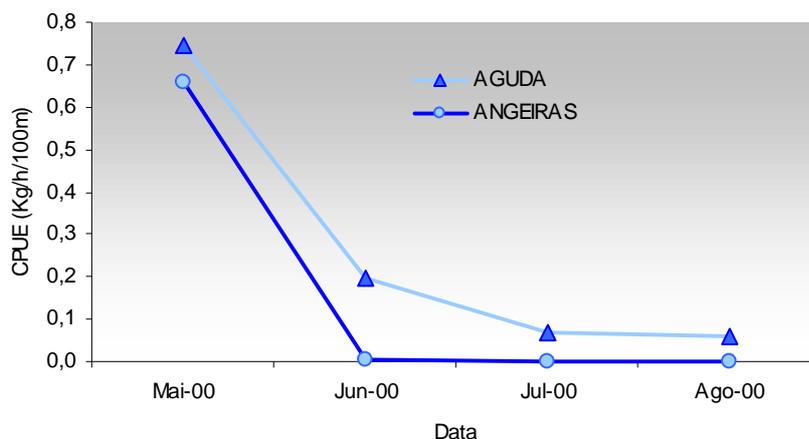


Figura 7 – Captura por unidade de esforço (CPUE) média mensal de *P. serratus*, nos meses em que foram efectuadas pescas experimentais na Aguda e em Angeiras.

Este facto poderá estar relacionado não só com a biologia da espécie, mas também com factores ambientais que interferem com a acessibilidade da arte ao recurso. Nos meses de Verão, devido às condições climatéricas, o mar está normalmente mais calmo, o que não favorece a captura de camarão com a arte sombreira, pois este não é desalojado para a coluna de água como acontece quando as águas estão mais agitadas e turvas. O mesmo se verificou na Ria de Vigo, onde os rendimentos mais elevados se verificam nos meses de Setembro a Dezembro, regredindo nos meses de Primavera-Verão (Huerta, 1984).

Foi ainda referido pelos pescadores, que quando a pesca com a sombreira era efectuada durante todo o ano, as capturas nos meses de Verão eram reduzidas e o camarão capturado era “míudo”. Apesar do número de indivíduos capturados nos meses de Verão ter sido menor, não se verificaram grandes oscilações no comprimento médio ao longo do período estudado (figura 8) (Anexo I, tabela 7).

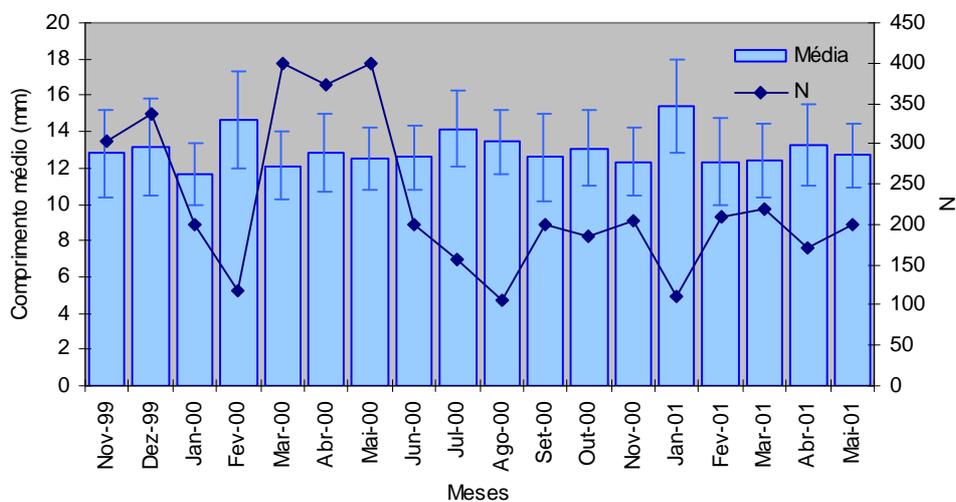


Figura 8 – Comprimento médio (Lct2) mensal de *P. serratus* e respectivo desvio padrão.

A existência de variações sazonais relacionados com as migrações foi já referida para esta espécie por Forster (1951), Campillo (1979), Huerta (1984), Guimarães e Galhano (1989) para a costa atlântica e por Guerao e Ribera (2000) para o Mediterrâneo. Segundo estes autores, na época de Verão, os indivíduos adultos

migram para águas mais profundas, regressando a estas águas no Outono, funcionando as zonas costeiras como “nursery” para os juvenis.

Nos peneídeos foram registados padrões de migração similares (Bauer, 1985b; Coles e Long, 1985; Somers *et al.*, 1987). Estas migrações estão normalmente relacionadas com factores físicos, como a salinidade, luz, temperatura e tipo de substrato e com factores biológicos, como o crescimento, a alimentação, a maturidade sexual, e a densidade populacional (Young, 1978; Klaoudatos *et al.*, 1992). No caso das fêmeas com ovos e dos indivíduos de maiores dimensões estes parecem procurar as zonas mais profundas, nomeadamente no Verão, quando as variações de salinidade e temperatura são maiores (Campillo, 1984; Huerta, 1984). Pelo contrário, os juvenis apresentam uma maior tolerância a este tipo de variações (Pannikar, 1941) preferindo os locais mais abrigados perto da costa.

Na costa francesa, estudos que envolveram a marcação de indivíduos revelaram que os indivíduos de 6 a 12 meses de idade habitam locais ricos em algas (*Posidonia* sp.) a baixa profundidade, enquanto os adultos, em particular as fêmeas com ovos preferem zonas mais profundas, onde a água é menos fria e a alimentação mais apropriada. Estas marcações revelaram ainda que esta espécie chega a efectuar deslocações de 8-12 milhas em 4 dias (Campillo, 1979, 1984).

Ao contrário do que se verificou na costa francesa, estudos realizados na costa da Irlanda, não revelaram a existência de variações sazonais que apontem para a ocorrência de migrações, sendo os movimentos realizados por esta espécie neste local considerados deslocações temporais e não migrações sazonais (Fahy e Gleeson, 1996).

A avaliação do *stock* de *P. serratus* não consistiu um objectivo deste trabalho. No entanto, foi equacionada a possibilidade de obter dados oficiais que, conjugados com os nossos resultados, permitissem efectuar uma avaliação

indirecta do recurso. Os dados que nos foram fornecidos não nos permitiram contudo avaliar o estado do *stock* desta espécie na nossa costa. Para isso seria necessário o acompanhamento das descargas de *P. serratus* nos vários portos e por arte de pesca, ao longo de vários anos consecutivos. A inexistência de dados representativos das descargas e o desconhecimento do número real de redes da sombreira e as suas dimensões, associada à fuga à lota, dificulta a elaboração de estatísticas fiáveis das capturas, ignorando-se assim o nível de exploração em que se encontra o *stock* do camarão-da-costa. Assim, é essencial que estes dados comecem a ser recolhidos, analisados e divulgados às entidades competentes, para que a gestão deste recurso possa ser efectuada de uma forma global e eficaz.

A necessidade de alteração do período de defeso parece contudo evidente, uma vez que a existência de factores climáticos (condições do mar) e possivelmente factores inerentes à própria espécie, impõem já um "defeso natural" durante os meses de Verão.

2.3.6. Selectividade e mortalidade

O estudo da selectividade foi efectuado com base nas distribuições mensais das frequências de comprimento de *P. serratus*, no período estudado (figura 9).

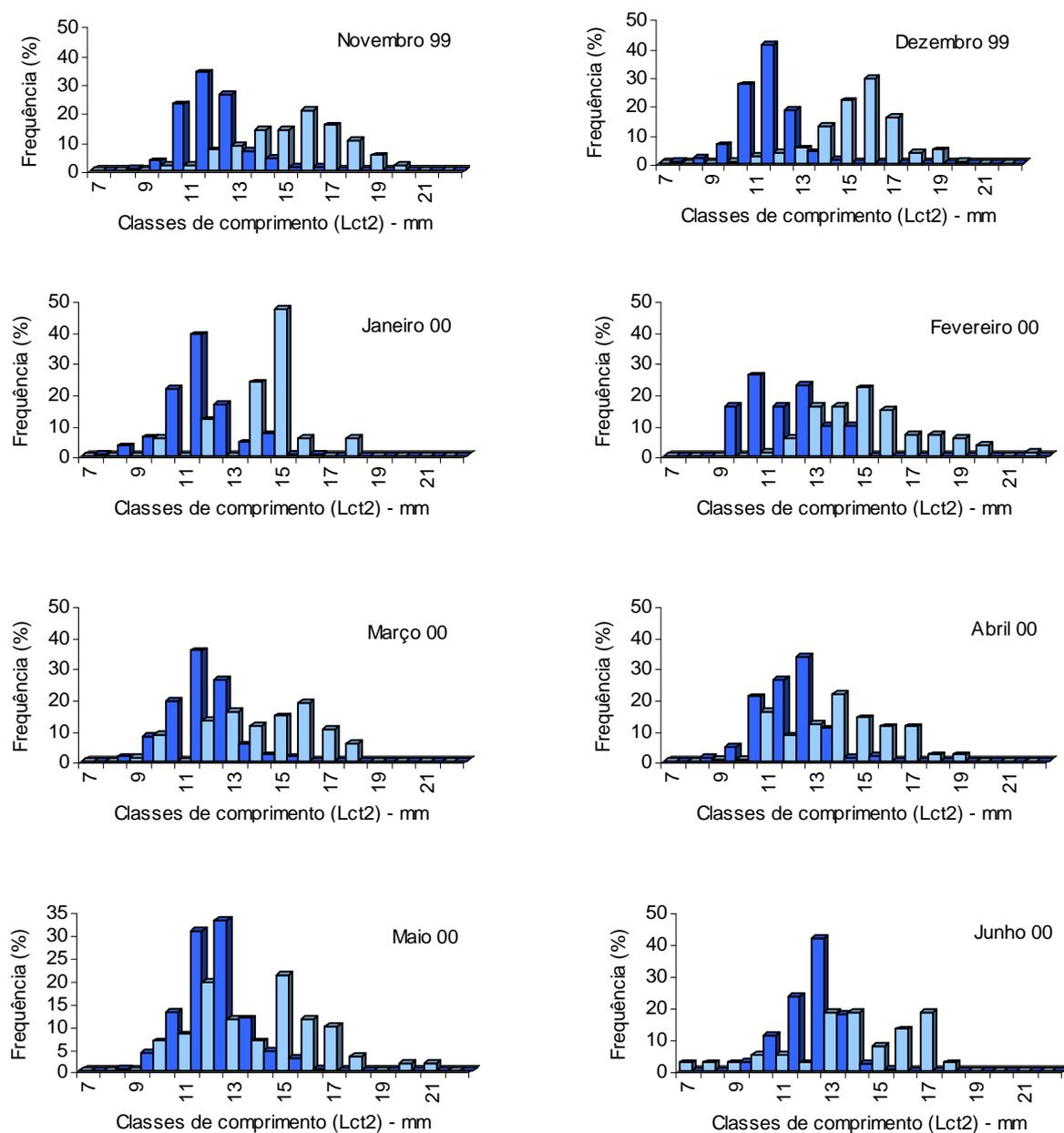


Figura 9 – Distribuição das frequências de comprimento (Lct2) de *P. serratus* para os dois sexos ao longo dos meses de amostragem (□ fêmeas ■ machos).

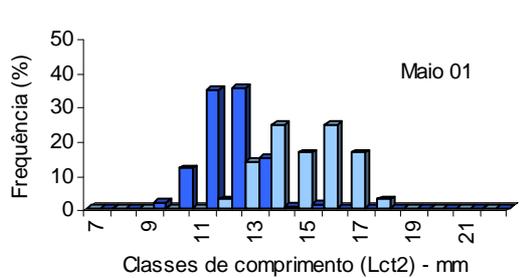
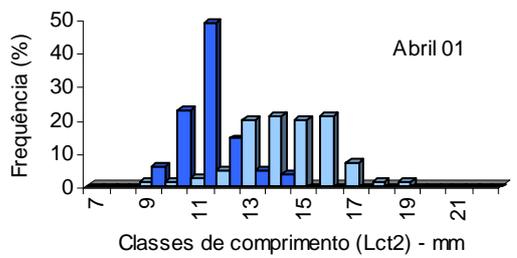
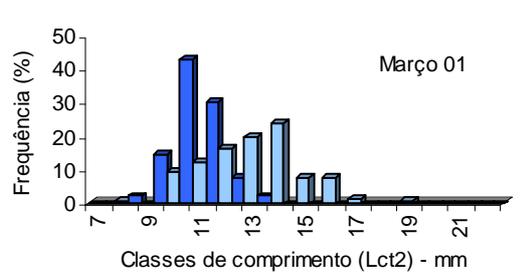
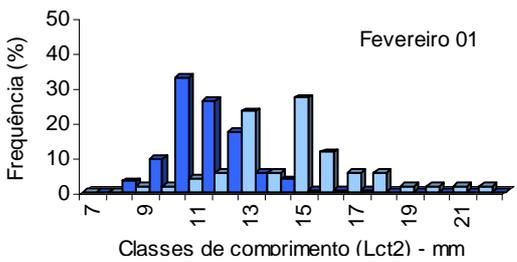
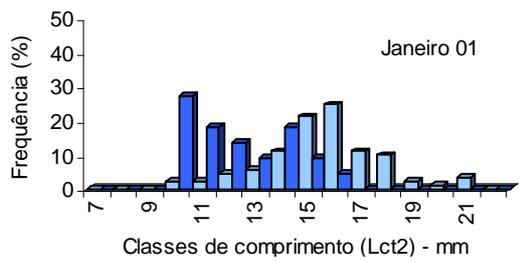
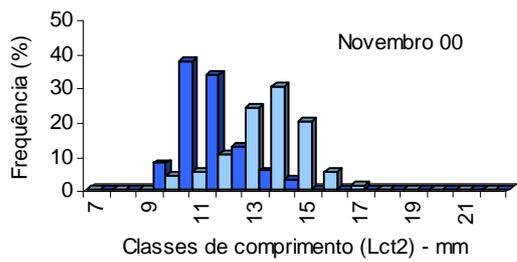
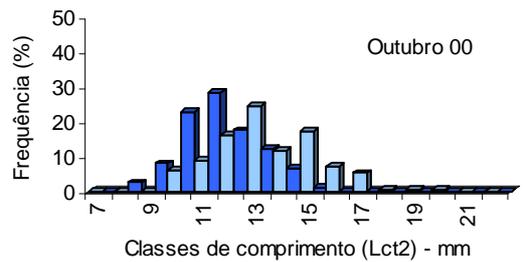
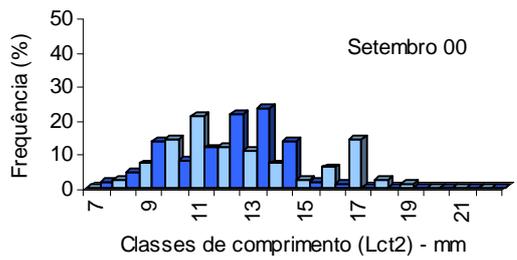
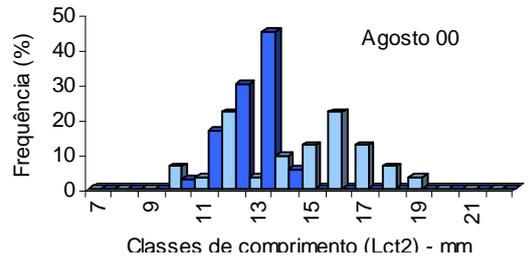
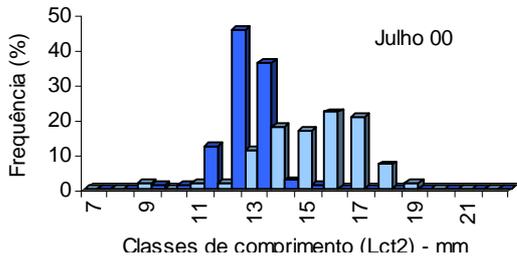


Figura 9 – Continuação.

O comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) dos indivíduos capturados, com a rede sombreira, variou entre os 7 e os 22 mm (48,7 e 114,98 mm de Lt).

Os cálculos efectuados para o estudo da probabilidade de captura, revelaram que o tamanho ao qual 50% dos indivíduos são capturados por esta rede de pesca (L_{50}) (comprimento de primeira captura) corresponde à classe de 10 mm (Lct2) (Lt = 61,96mm), estando o intervalo de selecção compreendido entre os 9,34 mm (Lct2) (Lt = 59,05 mm) e os 10,45 mm (Lt = 63,95 mm) (figura 10).

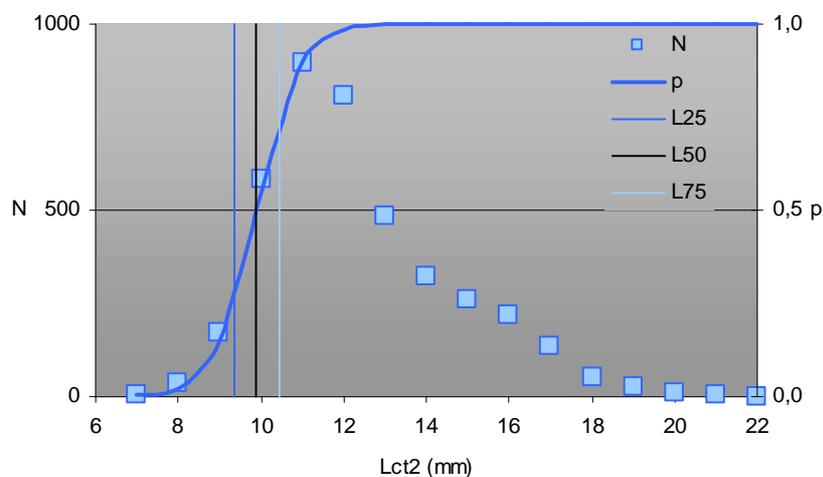


Figura 10 – Probabilidade de captura (p), intervalo de selecção (L_{25} – L_{75}) e comprimento de primeira captura (L_{50}).

Assim, o comprimento de primeira captura agora determinado, apresentou-se ligeiramente superior ao tamanho mínimo legal de captura de 60 mm actualmente em vigor.

É contudo importante salientar que estes cálculos tiveram por base os parâmetros de crescimento por nós determinados (ver crescimento pág. 86), bem como a determinação dos coeficientes instantâneos de mortalidade total e natural. O valor do coeficiente instantâneo de mortalidade total ($Z = 0,624$) para a costa portuguesa, obtido com o programa ELEFAN, apresentou-se semelhante a outro valor por nós calculado, $Z = 0,577$, com base nos dados de Rodriguez (1981) para a mesma espécie na Baía de Cádiz, uma vez que este autor não efectuou o respectivo cálculo. Foi ainda calculado o valor do coeficiente

instantâneo de mortalidade natural para a costa portuguesa ($M = 0,437$), pela média dos métodos de Pauly (1980) e de Taylor (1960).

Para um estudo mais efectivo da selectividade da rede estudada e para a determinação mais precisa do tamanho de primeira captura seria importante a realização de experiências de pesca, com redes com diferentes malhagens. Contudo, atendendo ao modo como a rede é alada (fechando as malhas ao ser recolhida), seria importante considerar, não apenas a dimensão das malhas mas a própria arquitectura da rede, experimentando a malha quadrada, menos afectada pela tracção.

Estudos da selectividade com diferentes malhagens para a captura de *P. serratus* foram efectuados na Irlanda (Fahy e Gleeson, 1996). Contudo, a comparação de resultados não é possível, uma vez que a arte de pesca utilizada nesse trabalho foi diferente.

2.3.7. Capturas acessórias

O total de capturas acessórias identificadas durante o período de amostragem, encontra-se registado na tabela III por ordem alfabética, bem como a respectiva abundância, frequência e dimensões de cada grupo taxonómico.

Foi capturado um total de 4353 indivíduos, correspondentes a 36 grupos taxonómicos. Contudo, deve referir-se, que os valores de frequência, abundância e biomassa para algumas das espécies estão subestimados, atendendo ao facto de os pescadores não procederem ao desembarque da totalidade das capturas acessórias.

Tabela III - Capturas acessórias identificadas nos desembarques durante o período de amostragem, com a respectiva abundância (N), frequência nas amostragens (F), tamanho mínimo (C. min), médio (C.M) e máximo (C. máx) em cm, a biomassa total (BT) e o peso médio em g (* - Largura da carapaça).

Espécie	Nome comum	N	F	C.M (cm)	C.min (cm)	C.máx (cm)	B.T (g)	P.M (g)
<i>Aloleuthis subulata</i>	Lula-bicuda-comprida	2	2	6	6	6	9,02	4,51
<i>Anapagurus laevis</i>	Casa-alugada	7	3	—	—	—	—	—
<i>Anemonia sulcata</i>	Anémona	60	2	—	—	—	413,6	6,89
<i>Asteria rubens</i>	Estrela-do-mar	126	4	—	—	—	1354,5	10,74
<i>Atherina boyeri</i>	Peixe-rei	4	1	12,58	11	13,30	53,97	13,49
<i>Cancer pagurus</i>	Sapateira	1	1	*8,39	*8,39	*8,39	147,12	147,12
<i>Conger conger</i>	Congro	2	2	50,35	0,70	100	2000	2000
<i>Crangon crangon</i>	Camarão-negro(cabra)	145	8	6,22	4,20	7,90	346,87	2,39
<i>Discentrarchus labrax</i>	Robalo	1	1	—	—	—	—	—
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Biqueirão	10	2	12,20	8,80	14,0	128,06	12,81
<i>Entelurus aequaroeus</i>	Marinha	1	1	23	23,0	23,0	1,97	1,97
<i>Gaidopsaurus sp.</i>	Larote	339	11	13,52	2,50	19,30	5996,1	17,69
<i>Galathea strigosa</i>	Peixe-diabo	2	2	7	7	7,0	—	—
<i>Inia reticulata</i>	Búzio	1	1	—	—	—	0,46	0,46
<i>Macropipus puber</i>	Navalheira	10	6	*4,65	*6,13	*7,69	1019	101,9
<i>Mactra corallina</i>	Ameijola	1	1	—	—	—	—	—
<i>Marthasterias glacialis</i>	Estrela-do-mar	2	2	—	—	—	—	—
<i>Mugil sp.</i>	Tainha	2	1	—	—	—	—	—
<i>Nassarius reticulatus</i>	Nassarios	2	2	—	2,0	2,0	3,52	1,76
<i>Nucella lapillus</i>	Búzio	2	1	—	—	—	2,32	2,32
<i>Octopus vulgaris</i>	Polvo	1	1	—	—	—	600	600
<i>Pagurus prideauxi</i>	Casa-alugada	1	1	—	—	—	7,37	7,37
<i>Parablennius incognitus</i>	Blénio-ranhosa	1	1	9,10	9,10	9,10	8,31	8,31
<i>Paracentrotus lividus</i>	Ouriço-do-mar	47	4	—	—	—	349,2	7,43
<i>Pharus legumen</i>	Navalha	2	1	6,7	6,7	6,7	9,57	4,79
<i>Polybius henslowi</i>	Pilado	3130	11	*4,23	*3,66	*5,0	25296	12,49
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardinha	185	5	10,69	9,0	15,60	1806	9,76
<i>Scylarus arctus</i>	Santiaguinho	2	2	12,0	12,0	12,00	68,38	34,19
<i>Sepiola rondeleti</i>	Chopo	25	5	2,79	1,50	3,5	60,05	2,40
<i>Solea vulgaris</i>	Linguado	1	1	24	24	24,0	145,76	145,76
<i>Sprattus sprattus sprattus</i>	Espadilha	41	1	12,02	8,90	13,50	544,98	13,29
<i>Symphodus melops</i>	Bodião	5	2	12,36	11,0	14,40	143,89	28,78
<i>Syngnathus acus</i>	Marinha-comum	12	6	16,51	12,10	19,10	25,9	2,16
<i>Trachinus vipera</i>	Peixe-aranha	2	2	7,60	7,40	7,80	10,32	5,16
<i>Trachurus trachurus</i>	Carapau	4	3	14,73	7,20	17,40	140,81	35,20
<i>Trigla lyra</i>	Ruivo	1	1	4,50	4,50	4,50	0,93	0,93
<i>Trisopterus luscus</i>	Faneca	174	13	12,31	6,0	21,0	4447,8	25,56

Estiveram representados vários grupos taxonómicos como equinodermes, moluscos, crustáceos e peixes, sendo importante salientar que a maioria das espécies foram ocasionais e representadas por poucos indivíduos.

A espécie acessória mais abundante, capturada com o camarão, em número e em biomassa foi o caranguejo pilado (*Polybius henslowi*) (figura 11).

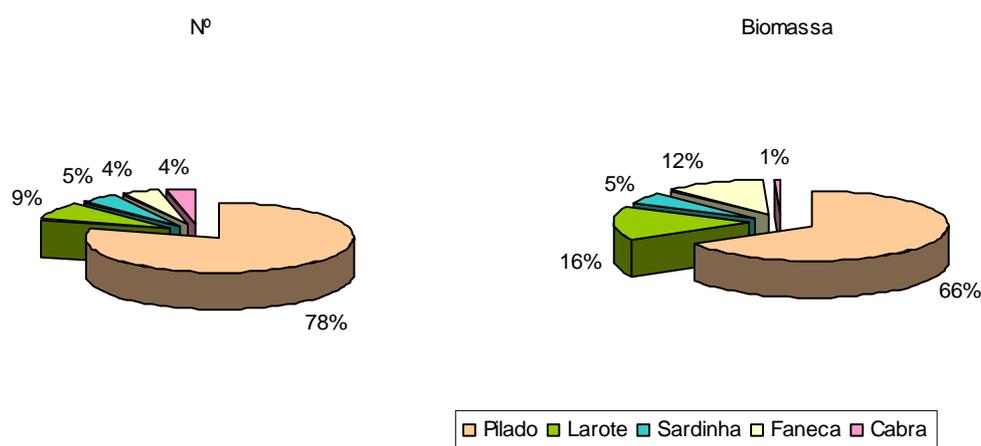


Figura 11 – Valores, em percentagem das capturas acessórias (nomes comuns), em número e em biomassa, que ocorrem na pesca de *P. serratus* com a sombreira.

Esta espécie, antigamente utilizada como adubo, não tem actualmente valor comercial, sendo apenas utilizada como isco por alguns pescadores de pesca desportiva (figura 12).



Figura 12 – Pilado (*Polybius henslowi*).

O larote (*Gaidropsaurus* sp.) (figura 13), juntamente com espécie anterior, foi uma das espécies mais frequentes nas amostragens (tabela III), não sendo contudo tão abundante (figura 11).



Figura 13 – Larote (*Gaidropsaurus* sp.).

Sem valor comercial, esta espécie é normalmente deixada na praia juntamente com o pilado, sendo apenas utilizada, quando é de maiores dimensões, por pescadores para consumo próprio.

Os nossos resultados estão de acordo com os obtidos por Viegas (1998) que refere o pilado e o larote como as espécies mais abundantes nas capturas acessórias da sombreira. Contudo, o camarão-negro (*Crangon crangon*), vulgarmente designado por cabra, bastante frequente nas análises agora efectuadas, não é referida por esta investigadora.

A faneca (*Trisopterus luscus*) foi a espécie com valor comercial mais frequente durante todo o período de amostragem. O comprimento total da faneca capturada variou entre 6 e 21 cm ($CT_{\text{médio}} = 12,36 \text{ cm} \pm 4,01$), apresentando uma distribuição bimodal, sendo importante salientar que 84,6 % dos indivíduos capturados se encontram abaixo do tamanho mínimo legal de desembarque (17cm) (figura 14).

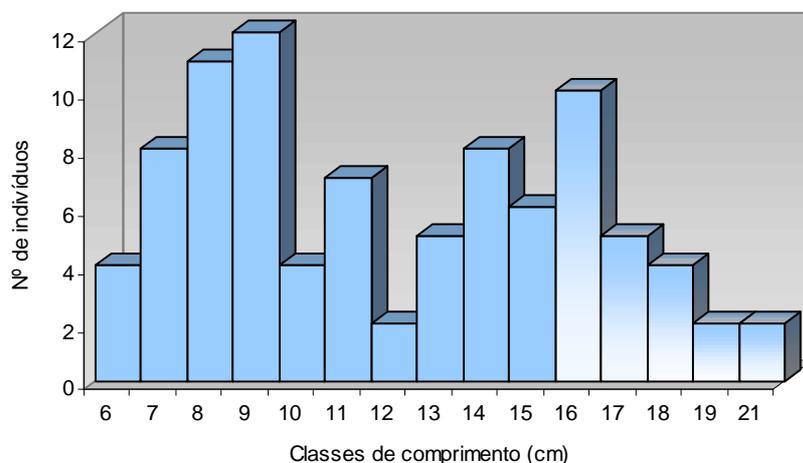


Figura 14 – Distribuição das frequências de comprimento total da faneca (*Trisopterus luscus*), capturada como espécie acessória com a rede sombreira (barras a sombreado – indivíduos com dimensões inferiores ao tamanho mínimo legal de desembarque).

A sardinha (*Sardina pilchardus*) foi uma espécie abundante nos meses Julho e Agosto de 2000, estando ausente ou representada por escassos indivíduos nos restantes meses. As dimensões dos exemplares desta espécie variaram entre 9 e 15,6 cm de comprimento total ($CT_{\text{médio}} = 10,69 \text{ cm} \pm 0,83$), encontrando-se cerca de 80% dos indivíduos abaixo do tamanho mínimo legal desembarcável (11 cm) (figura 15).

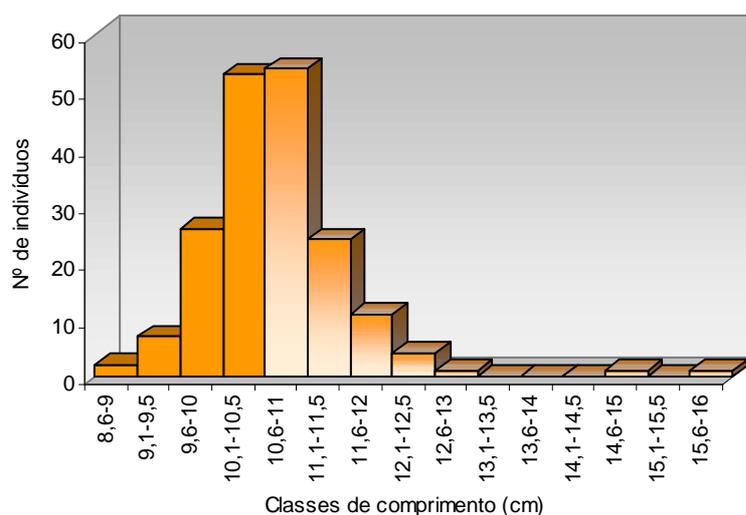


Figura 15 – Distribuição das frequências de comprimento total da sardinha (*Sardina pilchardus*), capturada como espécie acessória com a rede sombreira (barras a sombreado - indivíduos com dimensões inferiores ao tamanho mínimo legal de desembarque).

As anémonas (*Anemonia sulcata*), os gastrópodes (*Hinia reticulata*, *Nassarius reticulatus* e *Nucella lapillus*), as estrelas-do-mar (*Asteria Rubens*, *Marthasterias glacialis*) e os ouriços-do-mar (*Paracentrotus lividus*), espécies características de fundos rochosos, estiveram presentes quando as redes eram colocadas em locais mais perto da costa.

Diversas espécies como a lula (*Aloleuthis subulata*), o caranguejo (*Cancer pagurus*), o congro (*Conger conger*), o robalo (*Dicentrarchus labrax*), a tainha (*Mugil sp.*), o linguado (*Solea vulgaris*), o carapau (*Trachurus trachurus*), o ruivo (*Trigla lyra*), a carocha (*Galathea strigosa*), o polvo (*Octopus vulgaris*), o santiago (*Scylarus arctus*) e a navalha (*Pharus legumen*) foram esporádicas e normalmente representadas por um ou dois indivíduos.

Algumas capturas acessórias, como a ameijola (*Mactra corallina*), a ranhosa (*Parablennius incognitus*), o peixe-aranha (*Trachinus vipera*), o peixe-rei (*Atherina boyeri*), os casa-alugada (*Anapagurus laevis* e *Pagurus prideauxi*), os chopos (*Sepiola sp.*) e a marinhas (*Entelurus aequaroeus* e *Syngnathus acus*) foram encontradas apenas quando se acompanhou a pesca, uma vez que sendo espécies sem valor comercial, eram devolvidas ao mar no momento da recolha da rede.

A espadilha (*Sprattus sprattus sprattus*), espécie sem valor comercial, foi abundante, contudo pouco frequente, tendo sido registada apenas numa amostragem.

Os resultados obtidos parecem indicar a captura de faneca, abaixo do tamanho mínimo legal desembarcável, o principal impacto negativo da sombreira, não apresentando esta arte grande impacto noutras espécies, dado a maioria das capturas acessórias serem ocasionais e representadas por um número reduzido de indivíduos.

Estes resultados estão de acordo com os referidos em trabalhos anteriores (Afonso e Almeida, 1988; Souto, 1998; Viegas, 1998) que referem a sombreira como uma arte bastante selectiva, dado que não emalha, não arrasta, nem propriamente ensaca, e com a opinião dos próprios pescadores para os quais esta arte só ocasionalmente captura outras espécies, com excepção do pilado (*Polybius henslowi*) e das estrelas-do-mar.

CAPÍTULO III

BIOLOGIA POPULACIONAL DE *Palaemon serratus*

3. BIOLOGIA POPULACIONAL DE *Palaemon serratus*

3.1. Introdução

3.1.1. Posição sistemática

Palaemon serratus, o camarão-branco-legítimo, camarão-da-costa ou camarão-de-espinho, a cujo estudo nos dedicamos, é um crustáceo decápode, que se situa taxonomicamente da forma que consta da tabela IV, de acordo com Riedl (1986).

Tabela IV – Classificação sistemática da *Palaemon serratus* (adaptado de Riedl, 1986).

REINO	ANIMALIA
FILO	ARTHROPODA
CLASSE	CRUSTACEA
SUB-CLASSE	MALACOSTRACA
ORDEM	DECAPODA
SUB-ORDEM	NATANTIA
SUPERFAMÍLIA	CARIDEA
FAMÍLIA	Palaemonidae
SUBFAMÍLIA	Palaemoninae
GÉNERO	<i>Palaemon</i>
ESPÉCIE	<i>Palaemon serratus</i>

3.1.2. Morfologia

3.1.2.1. Características gerais dos crustáceos decápodes

Os crustáceos decápodes pertencentes à sub-ordem natantia apresentam simetria bilateral e o corpo, protegido por um esqueleto externo quitinoso mais ou menos calcificado, é comprimido lateralmente, sendo constituído por 2 regiões: o cefalotórax e o abdómen. No cefalotórax, têm 5 pares de patas locomotoras finas - os pereiópodes - utilizadas na alimentação e locomoção, além de outros apêndices como maxilípedes, mandíbulas, anténulas e antenas. O abdómen dos crustáceos decápodes é constituído por 6 segmentos, as pléonites, com 5 pares de apêndices – pleiópodes, que são patas bi-ramadas, utilizadas para a natação. Na sub-ordem Natantia, o telson (peça terminal do

abdómen) apresenta um par de apêndices, os urópodes, largos e em forma de folha que são utilizados para o movimento rápido de fuga; o telson e os urópodes formam assim uma cauda tipo leque (Smaldon, 1979).

3.1.2.2. Características específicas de *Palaemon serratus*

O camarão-da-costa, *P. serratus*, apresenta as seguintes características: corpo alongado que pode atingir cerca de 11 cm de comprimento total; cor acinzentada a rosa-pálido com estrias mais escuras; rostró estreito comprido e ligeiramente recurvado com 6-8 dentes na margem superior e 4-5 dentes na margem inferior, terminando em 2 dentes; 2 espinhos no bordo anterior da carapaça; telson com dois pares de espinhos, entre os quais se encontra um par de sedas plumosas. (Smaldon, 1979; Sanches, 1992) (figura 16).



Figura 16 - Camarão-da-costa (*Palaemon serratus*)

Esta espécie apresenta, como a maioria dos crustáceos, dimorfismo sexual. Os machos apresentam uma protuberância entre as bases do 5º par de pereiópodes e, nas fêmeas, o espaço entre as bases do 5º par de pereiópodes é superior ao dos machos (Campillo, 1984) (figura 17).

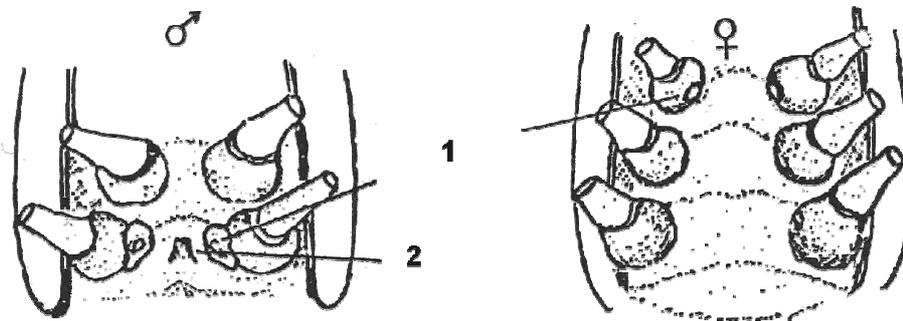


Figura 17 - Vista ventral do cefalotórax de *P. serratus* (adaptado de Campillo, 1984) (1 - orifícios genitais; 2 - protuberância).

Como acontece com todos os decápodes carídeos, o 1º pléopode é diferente para os dois sexos. No macho, o endópode deste pléopode é importante na copulação e o 2º pléopode suporta um apêndice - apêndice masculino que é utilizado na copulação e transporta esperma; na fêmea o endópode do 1º pléopode é normalmente mais largo, apresentando uma forma de folha mais pronunciada que o macho e o apêndice do segundo pléopode está ausente.

3.1.3. Distribuição geográfica e habitat de *P. serratus*

O camarão-da-costa distribui-se desde a costa europeia do Atlântico Norte temperado ao Mediterrâneo (da Grécia até ao estreito de Gibraltar), no Mar Negro, na costa de Marrocos e da Mauritânia (Campillo, 1979, 1984; Smaldon, 1979). Em Portugal está presente ao longo de toda a costa continental e nos Açores, sendo mais abundante e de maiores dimensões no Norte do país (Sanches, 1992).

É uma espécie costeira, bentónica, que se encontra desde a zona intertidal inferior (em poças) à zona infralitoral até cerca de 50 m de profundidade (Sanches, 1992), podendo penetrar na parte inferior dos estuários (Atrill *et al.*,

1999; Gonçalves e Ribero, 1996). Habita fundos arenosos e rochosos cobertos de fanerogâmicas marinhas (*Posidonia* sp. e *Zoostera marina*) e algas (*Gracilaria verrucosa*, *Ulva* sp. e *Laminaria* sp.) (Sanches, 1992; Hayward *et al.*, 1995).

A distribuição batimétrica de *P. serratus* parece estar relacionada com a idade e fase do ciclo de vida. Na Ria de Vigo, esta espécie encontra-se dos 0 aos 36m de profundidade, sendo o tamanho médio dos indivíduos capturados superior a profundidades a partir dos 20m, apesar de serem menos abundantes, devido às rochas serem mais escassas (Huerta, 1984). O mesmo foi referido para a costa francesa, em que os indivíduos de maiores dimensões se encontravam a profundidades superiores a 20 m (Campillo, 1979, 1984). Por outro lado, as pós-larvas e juvenis preferem zonas menos profundas, mais calmas e resguardadas, com temperaturas mais elevadas, podendo mesmo habitar as poças da zona intertidal. No estuário do Mondego, foram registadas larvas desta espécie nos meses de Primavera-Verão (Gonçalves e Ribeiro, 1996).

Outros factores como a temperatura, o oxigénio dissolvido, a salinidade e a disponibilidade de alimento poderão exercer influência na distribuição desta espécie (Huerta, 1984). Como já foi referido anteriormente a temperatura e a disponibilidade de alimento parecem condicionar a distribuição diferencial dos adultos e juvenis, bem como as fêmeas portadoras de ovos desta espécie (Campillo, 1984; Huerta, 1984). Em relação à salinidade, estudos em laboratório revelaram que o crescimento desta espécie não é afectado por salinidades elevadas (40 ‰) (Rodriguez, 1981); o mesmo se pode verificar no meio natural, onde os juvenis habitam muitas vezes poças na zona intertidal, onde estão sujeitos a salinidades elevadas. Por outro lado, larvas desta espécie foram registadas nas zonas médias e inferiores dos estuários (Atrill *et al.*, 1999; Gonçalves e Ribero, 1996), onde as salinidades são inferiores. Assim, a salinidade não parece ser um factor condicionante da distribuição desta espécie, uma vez que esta tolera grandes variações deste parâmetro.

3.1.4. Ecologia

O camarão *P. serratus* faz parte dos Carídeos, que são considerados a mais importante componente da macroepifauna (Heck e Orth, 1980; Gore *et al.*, 1981; Baden e Pihl, 1984; Bauer, 1985a) desempenhando um importante papel nas cadeias tróficas (Guerao, 1995; Guerao e Ribera, 1996, 2000).

A dieta alimentar desta espécie foi descrita por Hunt (1925), Forster (1951, 1959) e Huerta (1984) para as populações do Atlântico e por Guerao e Ribera (1996) para as populações do Mediterrâneo. Verificou-se que *P. serratus* é uma espécie essencialmente omnívora, com tendência a ser carnívora, variando a composição da dieta com o tamanho e fase do ciclo de vida dos indivíduos. As larvas alimentam-se de zooplâncton (Forster, 1959) e os juvenis de anfípodes, cnidários e misidáceos (Guerao e Ribera, 1996). Os adultos alimentam-se de animais vivos, como pequenos crustáceos (isópodes e decápodes), moluscos (gastrópodes e bivalves), poliquetas, pequenos peixes, de matéria orgânica em decomposição e de algas, podendo mesmo praticar canibalismo (Hunt, 1925; Forster, 1951, 1959; Huerta, 1984; Guerao e Ribera, 1996).

Esta espécie apresenta, como a maioria dos crustáceos, máxima actividade durante a noite (Allen, 1966; Jansson e Kallenger, 1968; Westin e Aneer, 1987), encontrando-se assim mais protegida dos seus predadores, nomeadamente dos peixes que utilizam a visão para a detecção das suas presas (Guerao e Ribera, 1996).

Estudos sobre os hábitos alimentares de algumas espécies de possíveis predadores revelaram que o camarão não constitui a dieta básica de nenhuma espécie, sendo apenas uma presa ocasional. Os trabalhos efectuados revelaram que entre os predadores ocasionais se encontram caranguejos (*Macropodia longirostris*), peixes como o robalo (*Dicentrarchus labrax*) e a juliana (*Pollachius pollachius*), cefalópodes como os chocos (*Sepia officinalis* e *S. elegans*) e o polvo (*Octopus vulgaris*) (Hunt, 1925; Forster, 1951; Guerra, 1978, 1981; Huerta,

1984). Algumas aves como as gaivotas (*Larus argentatus*) e as andorinhas-do-mar (*Sterna hirundo*) alimentam-se também de pequenos camarões durante o Verão (Guerra, 1981).

No que se refere a parasitas da espécie em estudo, os isópodes *Bopyrina* são os mais comuns, ocorrendo na cavidade branquial do hospedeiro e causando a sua distorção. O parasita *Bopyrus squillarum* foi encontrado em *P. serratus* podendo afectar as gónadas, como acontece em *P. adspersus* (Bourdon, 1968).

3.1.5. Ciclo de vida

O ciclo de vida deste camarão, como dos outros crustáceos decápodes, compreende o período embrionário, larvar e juvenil até atingir a idade adulta. O início da cópula parece ser controlado por estímulos químicos de fêmeas que efectuaram a muda recentemente e têm o ovário maduro. A cópula ocorre quando o macho maduro se aproxima da fêmea e se coloca debaixo dela, perpendicularmente, abdómen contra abdómen. A fêmea permanece passiva e facilita a cópula mediante a elevação do abdómen e dobrando os pléopodes para trás, colocando desta forma o macho o espermatóforo no esternito da fêmea (Huerta, 1984).

O número de ovos parece estar relacionado com o comprimento da fêmea, podendo variar entre 550 a 6100 ovos (Huerta, 1984). Os ovos, depois de libertados e fecundados, fixam-se aos apêndices abdominais da fêmea, através de uma substância adesiva, aí permanecendo até ao momento de eclosão. A natureza e origem desta substância não estão ainda esclarecidas. Nos peneídeos, os ovos são libertados na água num estágio de desenvolvimento mais precoce, vão para o fundo onde eclodem dando origem ao *nauplius*. Neste grupo, a formação de uma camada homogénea de geleia a rodear os ovos parece ter origem nos bastonetes (estruturas que se formam quando da

maturação do ovócito), quando estes entram em contacto com a água do mar (Lynn e Clark, 1987 *in* Krol *et al.*, 1992; Carvalho, 1997; Carvalho *et al.*, 1999).

Como em todos os Palaemonídeos, as fêmeas transportam os ovos durante cerca de 4 meses (Sardã, 1978), podendo o período de incubação ter uma duração variável, que está normalmente relacionada com a temperatura da água (Arrobas, 1983; Figueiredo, 1972; Campillo, 1984). Na costa francesa, o período de incubação dos ovos tem uma duração de cerca de 4 meses no Inverno e 2 no fim da Primavera, existindo dois períodos de eclosão dos ovos: a Primavera e o Verão (Campillo, 1984). Já na região da Galiza, o período de incubação têm uma duração de cerca de 2 meses, ocorrendo a primeira eclosão no final de Fevereiro (Huerta, 1984).

O período embrionário ocorre assim sob protecção das fêmeas, e compreende oito estádios diferentes, eclodindo os ovos num estado já avançado de desenvolvimento (Figueiredo, 1972).

Em Portugal os dados sobre a época e duração dos períodos de reprodução desta espécie são escassos. Segundo Arrobas (1974) a época de reprodução é de Novembro a Março na costa Sul, prolongando-se até Maio na zona Norte.

Em relação ao período de incubação dos ovos, este começa em Outubro e dura cerca de 2 meses, tendo lugar a eclosão entre Março - Abril (Baldaque da Silva, 1891). No estuário do Mondego foi registado um pico de emissão larvar no mês de Junho (Gonçalves e Ribeiro, 1996).

Cada fêmea pode realizar de uma a três desovas, aumentando o seu número com a idade do animal (Campillo, 1984), contudo uma terceira postura parece só ser efectuada por poucos indivíduos (Huerta, 1984).

O desenvolvimento embrionário e larvar desta espécie foi descrito por Sollaud em 1912 e 1923. Campillo e Luquet (1975), Carli (1978) e Fincham (1983) estudaram também em laboratório o desenvolvimento larvar desta espécie.

Ao contrário do que acontece com a maioria dos crustáceos, o desenvolvimento larvar externo (fora do ovo) é constituído apenas por dois estádios: zoéa (2 fases) e *mysis* (4 fases), desenvolvendo-se o estado de *nauplius* dentro do ovo (Arrobas, 1974). Quando eclodem, as larvas eclodem já no estádio de zoéa, com cerca de 3,8 mm de comprimento, atingindo o estádio de pós-larvas passado 15 dias e com 20 dias e um comprimento total de 50 mm e 0,5 g de peso são já juvenis (Sardã, 1978). As larvas são robustas, dotadas de amplos movimentos e são predadoras muito vorazes (Sollaud, 1912, 1923). A metamorfose, ou seja a passagem de larva para pós-larva, foi registada na Ria de Vigo de Março a Setembro, enquanto em França e Inglaterra só se inicia em Junho, o que parece indicar a influência da temperatura nesta fase do ciclo de vida. Esta passagem implica, além de alterações morfológicas, alterações comportamentais; a pós-larva deixa de nadar sobre o cefalotorác com os apêndices torácicos, permanecendo no fundo, ou nada sobre o abdómen por meio de pléopodes, assemelhando-se já a um pequeno camarão (Carvalho, 1988).

3.1.6. Reprodução

3.1.6.1. Aparelho reprodutor

O camarão *P. serratus* é uma espécie heterossexual. O sistema reprodutor masculino é constituído por um par de testículos, situados na região torácica, e pelos ductos genitais, estando os orifícios genitais - gonadoporos - situados no quinto par de pereiópodes. Cada ducto genital consiste num tubo colector, no vaso deferente, com diferentes regiões funcionais e num ducto ejaculatório que termina numa vesícula seminal ou numa ampola terminal (Krol *et al.*, 1992).

O sistema reprodutor feminino é constituído pelo ovário, que se situa dorsalmente na região do cefalotórax e que se estende desde o estômago até à margem anterior do 1º segmento abdominal, e pelo oviducto que abre na coxa (1º segmento do pereiópode) do 3º pereiópode. Os oviductos são estruturas

tubulares que se estendem lateralmente e conectam o ovário com os gonadoporos.

Os ovários de *P. serratus*, assim como os dos outros decápodes, encontram-se envolvidos por uma cápsula ou parede de tecido conjuntivo com vasos sanguíneos. As ovogônias e as células foliculares têm origem no epitélio germinal que se situa dentro desta parede.

Nas fêmeas jovens ou imaturas desta espécie, o ovário é pequeno, transparente e de forma oval e lobulada. Durante o seu desenvolvimento, com a acumulação de vitelo nos óvulos, o ovário vai crescendo e adquirindo uma cor verde, modificando também a sua forma. Nos últimos estádios de maturação, o ovário ocupa praticamente todo o cefalotórax e parte do 1º segmento abdominal, envolvendo completamente o estômago (Huerta, 1984).

Após a copulação, o esperma depositado pelo macho é guardado pela fêmea até à libertação dos ovócitos – ovulação. Quando da libertação dos ovócitos, estes são fecundados ao passar pelo esperma armazenado. A fecundação pode assim ocorrer muito depois de o esperma ter sido colocado, podendo o esperma de uma copulação fertilizar ovócitos de mais do que uma desova, como acontece com a fêmea do caranguejo azul *Callinectes sapidus*, que adquire esperma apenas uma vez na vida, mas desova várias vezes usando o esperma guardado (Hard, 1942 in Krol *et al.*, 1992).

3.1.6.2. Ovogénese e vitelogénese

A reprodução em crustáceos decápodes envolve dois fenómenos principais: a ovogénese, caracterizada pela divisão mitótica e meiótica das células germinais (ovogónias) e a vitelogénese que consiste na produção e acumulação de reservas vitelinas no ovócito.

Durante toda a vida reprodutiva das fêmeas, na zona germinativa do ovário, as ovogônias multiplicam-se por mitoses sucessivas; estas ovogônias encontram-se separadas por células mesodérmicas que as impedem de entrar em gametogénese (Charniaux-Cotton, 1980; Meusy e Payen, 1988). A ovogénese tem início, apenas quando estas ovogônias saem da zona germinativa. A vitelogénese pode ser dividida em duas fases: vitelogénese primária e vitelogénese secundária, de acordo com a origem das reservas vitelinas, intra-ovocítica ou extra-ovocítica, respectivamente.

A vitelogénese primária ou endógena, também designada por alguns autores de pré-vitelogénese, tem início no momento em que as células foliculares começam a envolver os ovócitos, e é caracterizada pelo crescimento do ovócito através da produção endógena de glicoproteínas (vitelo endógeno) e pelo desenvolvimento de microvilosidades que atravessam a camada vitelina, permitindo o contacto com as células foliculares, que nesta fase envolvem os ovócitos em várias camadas (Van Herp e Payen, 1991; Meusy e Payen, 1988). Quando o ovócito atinge uma determinada dimensão, característica de cada espécie, pode manter-se durante muito tempo nesta fase nas fêmeas jovens ou até à época de reprodução nas fêmeas adultas.

Com a chegada da época de reprodução, os ovócitos que sofreram vitelogénese primária entram em vitelogénese secundária (Van Herp e Payen, 1991). A ovogénese e a vitelogénese primária são assim fenómenos contínuos na vida do animal, enquanto a vitelogénese secundária é um fenómeno cíclico que apenas ocorre durante a época de reprodução (Payen, 1981).

A vitelogénese secundária ou exógena é caracterizada pela acumulação de grandes quantidades de vitelo, devido à entrada por pinocitose de um precursor do vitelo, a vitelogenina. Este precursor transporta com ele outras reservas orgânicas como carboidratos, lípidos e proteínas, transportadas do hepatopâncreas pela hemolinfa. Nesta fase o ovócito fica rodeado por apenas

uma camada de células foliculares. Nesta espécie, a síntese proteica tem início quando da formação do córion, sugerindo que as células foliculares desempenhem um importante papel no seu desenvolvimento (Papathanassiou e King, 1984).

Apesar da grande produção exógena, característica desta fase, a produção endógena do ovócito não cessa; o ovócito continua a produzir glicoproteínas que, quando associadas a pigmentos carotenoides, dão a cor viva característica dos ovários vitelogénicos. Outra das características desta fase é a formação e acumulação de numerosos glóbulos lipídicos. No final da vitelogénese, o citoplasma do ovócito apresenta-se repleto de vitelo e de gotículas lipídicas (Papathanassiou e King, 1984).

O vitelo é constituído por água, proteínas e lípidos, sendo uma reserva essencial de nutrientes para o desenvolvimento embrionário, formação de tecidos e reserva energética. A principal fracção proteica do vitelo está quase sempre associada a pigmentos carotenoides, que possivelmente desempenham um papel protector no embrião contra a radiação solar (Adiyodi e Subramoniam, 1983 in Krol *et al.*, 1992).

Maturação do ovócito e ovulação

A maturação do ovócito ocorre na fase final da vitelogénese. Os aspectos citológicos da maturação em *P. serratus* e sua relação com o ciclo da muda foram descritos por Cledon (1986). O processo de maturação consiste na reiniciação meiótica dos ovócitos que se encontravam bloqueados em profase I da primeira meiose. As células foliculares retraem-se, as microvilosidades ovocitárias e as vesículas de pinocitose desaparecem, e o involucro nuclear acaba também por se desintegrar.

No camarão *P. serratus*, a maturação do ovócito realiza-se em sincronia com a pré-muda, ocorrendo a ovulação, retração do epitélio folicular e a separação da camada folicular dos ovócitos após a muda. Ao contrário do que acontece nos peneídos, em que as células foliculares degeneram após a ovulação (Anderson

et al., 1984), em *P. serratus* a retração do epitélio folicular leva à formação de cristas de tecido mesodérmico folicular entre os ovócitos ovulados, tecido esse que será utilizado numa seguinte foliculogénese (Meusy e Payen, 1988).

3.1.6.3. Controlo hormonal da reprodução

Apesar do controlo hormonal da reprodução não ser um aspecto abordado neste estudo, é apresentado um pequeno resumo dos seus aspectos principais, nomeadamente no que se refere ao controlo da ovogénese e vitelogénese.

Os primeiros trabalhos que puseram em evidência a existência de uma regulação neuro-hormonal foram realizados por Panouse (1943, *in* Huerta, 1984); este autor investigou o papel inibidor dos pedúnculos oculares no crescimento do ovário de *P. serratus*, indicando a glândula do seio, situada nos pedúnculos oculares como a responsável pela produção da hormona de inibição do desenvolvimento do ovário, hoje designada por hormona inibidora da vitelogénese.

O controlo hormonal da ovogénese e vitelogénese em crustáceos foi revisto por diversos autores como Adiyodi e Adiyodi (1970), Meusy e Payen (1988), Van Herp e Payen (1991), Quackenbush (1991), Laufer e Landau (1991), e Hasegawa e Hirose (1993), Carvalho (1997) e mais recentemente por Huberman (2000).

O mecanismo de diferenciação das gónadas parece ser diferente consoante o sexo do indivíduo. Nos machos, a diferenciação da gónada é regulada hormonalmente, sendo o início da espermatogénese regulado por neuro-hormonas (situadas no pedúnculo ocular) através da glândula androgénica (AG) (Hasegawa e Hirose, 1993). Pelo contrário, nas fêmeas o processo de diferenciação da gónada é um processo de auto-diferenciação (Meusy e Payen,

1988; Van Herp e Payen, 1991; Hasegawa e Hirose, 1993) e a iniciação da ovogénese não parece ser controlada hormonalmente (Meusy e Payen, 1988).

A fase de crescimento do ovócito até à puberdade parece contudo ser controlado por factores neuro-hormonais (Van Herp e Payen, 1991). Durante esta fase a hormona da muda (MH) parece ter um papel importante na multiplicação das ovogónias (Adiyodi e Adiyodi, 1970), apesar de, segundo Meusy e Payen (1988), os níveis envolvidos desta hormona serem reduzidos.

O controlo da vitelogénese, parece ser regulado por um conjunto de hormonas que actuam de uma forma isolada ou em interacção. O complexo neuro-hemal da glândula do seio, localizada no pedúnculo ocular, constitui o local de libertação e armazenagem de uma ampla variedade de hormonas, nomeadamente da hormona inibidora da muda (MIH), e da hormona inibidora da gónada/vitelogénese (GHI/VIH). O fotoperíodo constitui, normalmente, o estímulo externo que desencadeia a redução da hormona inibidora da gónada (GIH), permitindo a expressão da hormona estimuladora do ovário (VSH), responsável pelo início da vitelogénese (Ogle, 1992).

A hormona inibidora da vitelogénese (VIH) pode controlar a síntese da vitelogenina, ligando-se aos receptores existentes na membrana do ovócito, impedindo assim a entrada da vitelogenina (Meusy e Payen, 1988).

Nos testículos o efeito inibidor da hormona inibidora da gónada (GIH) é mediado através da glândula androgénica (Adiyodi e Adiyodi, 1970).

Para além dos factores inibidores já descritos, vários autores referem a presença de factores estimuladores da vitelogénese (VSH). Assim, a hormona estimuladora da vitelogénese (VSH), produzida no gânglio torácico e no cérebro, vai contrariar o efeito da hormona inibidora da vitelogénese, estimulando a incorporação de vitelo e a síntese de proteínas no ovário (Van Herp e Payen,

1991). Nos machos esta hormona pode estimular a actividade da glândula androgénica (AG) (Adiyodi e Adiyodi, 1970).

Para a estimulação da síntese da vitelogenina, poderá ainda contribuir uma hormona ovárica (hormona ovárica estimuladora da vitelogenina – VSOH), secretada pelas células foliculares secundárias (Charniaux-Cotton, 1978; Hasegawa e Hirose, 1993).

Os ecdisteróides, hormonas produzidas nos órgãos Y, parecem desempenhar um importante papel, não só no endurecimento da carapaça, regeneração e maturação da gónada (Adiyodi e Adiyodi, 1970), bem como na estimulação da síntese proteica, produção e entrada da vitelogenina no ovário (Fingerman, 1987; Van Herp e Payen, 1991; Hasegawa e Hirose, 1993). Contudo, ainda não existem evidências da acção directa destas hormonas na síntese da vitelogenina ou na vitelogénese (Huberman, 2000). O papel dos ecdisteroides na reprodução dos crustáceos foi abordado por Lannot e Clédon (1989) que observaram que a maturação do ovócito estava relacionada com um aumento do nível de ecdisteroides. Estes investigadores verificaram que estas hormonas eram o estímulo para a reiniciação meiótica (profase I) na maturação do ovócito.

3.1.7. Crescimento

O estudo do crescimento é um dos aspectos fundamentais da biologia de uma espécie. O seu estudo pode ser efectuado através do desenvolvimento de um grupo de indivíduos em condições de cultivo, ou mediante amostragens representativas da população, durante um período de tempo suficientemente longo.

Nos crustáceos, o estudo do crescimento impõe uma série de dificuldades; o facto de não possuírem estruturas ósseas e as estruturas rígidas não terem anéis de crescimento, como as escamas e otólitos dos peixes, dificulta a

determinação da idade. Por outro lado, o seu crescimento é um processo descontínuo, devido à existência de um exoesqueleto calcificado. O crescimento dependerá assim do número de mudas do animal num determinado período de tempo e do seu incremento no tamanho em cada muda. A diferente distribuição espacial consoante o tamanho e sexo é outro dos factores que dificultam muitas vezes a obtenção de uma amostra representativa da população.

O crescimento, sendo descontínuo, implica que o aumento de tamanho ocorra durante o período em que o animal substitui o seu revestimento. Este processo cíclico, denominado *ecdísis* ou muda, envolve vários estádios (pós muda, inter-muda, pré-muda e muda) e é regulado hormonalmente, diminuindo a frequência de mudas com a idade (Chang, 1991; Chang, *et al.*, 1993; King, 1995). Na fase de pré-muda, verifica-se um aumento do tamanho das células da epiderme, que se separam da velha carapaça (apólise) e secretam uma nova epicutícula. Na muda ou *ecdísis* dá-se a libertação da carapaça antiga (exuviação) que é acompanhada pela entrada de água no organismo. Durante a pós-muda ocorre um reforço molecular do exoesqueleto, através do rearranjo da matriz orgânica, deposição de sais inorgânicos (CaCO_3) e formação de uma endocutícula. Estando completa a formação do novo esqueleto e efectuado o crescimento tecidular, ocorre a inter-muda, que é caracterizada pela deposição de reservas principalmente a nível do hepatopâncreas (Highnam e Hill, 1977; Lee e Wickins, 1992).

O ciclo de muda é complexo e domina a vida do animal, dependendo o seu comportamento, habitat e fisiologia, da fase do ciclo em que se encontra. Na realidade existe um sincronismo entre a muda do exoesqueleto e a reprodução. Nas fêmeas a desova realiza-se durante a intermuda ou na pré-muda, pois de outra forma com a remoção do velho esqueleto (exuviação) a fêmea perderia todos os ovos (Highnam e Hill, 1977; Smaldon, 1979; Chang, 1991; Chang, *et al.*, 1993).

Quando a determinação directa da idade não é possível, uma das formas de a determinar é pelo método de Peterson (1892 *in* Sparre e Venema, 1991). Este método consiste na análise das frequências de comprimento provenientes de amostras das populações, acompanhando a progressão das modas ao longo do tempo (Santos, 1995). Em espécies com capacidade migratória e cujo ciclo de vida tem uma parte pelágica e batipelágica, como acontece na maioria dos crustáceos, existem algumas dificuldades, uma vez que podem surgir lacunas na representação dos comprimentos dos indivíduos mais jovens, gerados pelos defeitos de amostragem. Cultivos paralelos em laboratório, proporcionam uma informação directa e contínua do crescimento do animal em condições controladas. Como não se pode determinar directamente a idade, esta tem que ser deduzida a partir da época de postura ou do tamanho de recrutamento à arte. É contudo um método subjectivo, pois as épocas de postura são normalmente muito amplas. Depois de estabelecido uma chave comprimento-idade, pode-se então determinar a expressão matemática do crescimento da espécie. Os modelos de Gompertz (1825) e Von Bertallafy (1938) foram aplicados e comparados por Parrack (1979, *in* Huerta, 1984) ao crescimento de peneídeos. Os seus resultados demonstraram que o modelo mais apropriado era o de Von Bertallafy.

O padrão de crescimento de *P. serratus* foi descrito por Forster (1951) em laboratório, seguindo-se os trabalhos de Campillo (1984), na região de Roscoff (França) e de Huerta (1984) na Galiza em meio natural. Em Portugal não se conhecem trabalhos que abordem o crescimento desta espécie.

O presente capítulo incidirá sobre aspectos relevantes, como a biometria, o crescimento, e a reprodução de *P. serratus* na nossa costa, de maneira a contribuir para um melhor conhecimento da biologia desta espécie, fundamental para uma gestão adequada do recurso.

3.2. Material e métodos

As amostragens realizaram-se em barcos da pesca artesanal das praias de Angeiras (Matosinhos) e Aguda (Espinho), desde Novembro de 1999 a Maio de 2001. Durante a época legal de pesca (Setembro a Abril, inclusive) foram realizadas amostragens mensais, provenientes da pesca com a sombreira. Nos restantes meses, correspondentes à época de defeso, foram efectuadas pescas experimentais com um pescador e a mesma arte.

3.2.1. Biometria

Para o estudo da biometria foram analisadas amostras mensais recolhidas nos dois locais de estudo. Cada amostra consistiu em 500 g de camarão retirado de uma embarcação escolhida ao acaso. Foram registados os seguintes parâmetros: comprimento total (da extremidade do rostro até à extremidade do telson) (LT), comprimento do cefalotórax (da extremidade do rostro até à extremidade do cefalotórax) (Lct1), comprimento pós-orbitário do cefalotórax (da cavidade orbitária ao bordo posterior do cefalotórax) (Lct2) (figura 18) e peso (W).

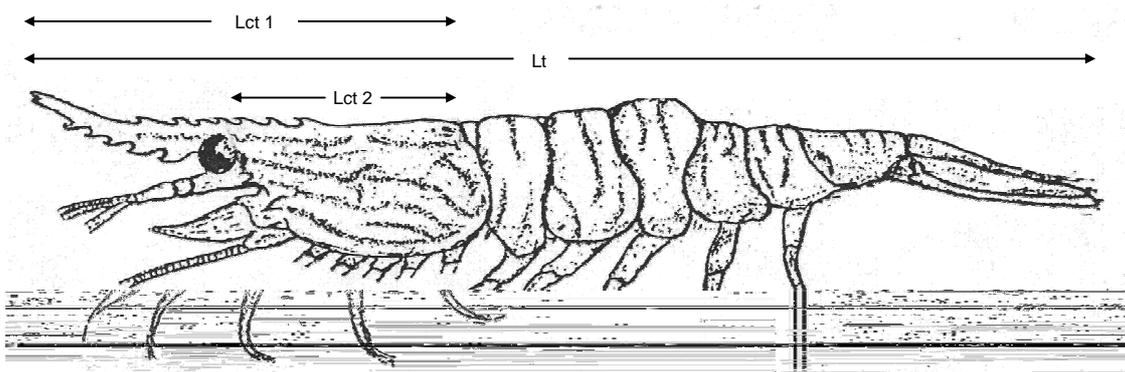


Figura 18 – Medições efectuadas em *P. serratus* (adaptado de Campillo (1984)).

A determinação do comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2), demonstrou-se de grande importância, uma vez que, em muitos casos as outras medidas não eram possíveis de determinar, já que o rostro se encontrava incompleto.

Para a determinação do comprimento total foi utilizado um ictiómetro dividido em milímetros. As restantes medições efectuaram-se com uma craveira digital (Mitutoyo), com aproximação à centésima de milímetro. Os pesos obtiveram-se com uma balança digital MK-500C (Máx =500 g e d = 0,01 g).

A presença ou ausência do apêndice masculino foi o critério utilizado para a determinação do sexo e nas fêmeas foi registada a presença de ovos.

Para estabelecer as relações entre os diferentes comprimentos, foram determinadas as equações das rectas de regressão, para cada um dos sexos, pelo método dos mínimos quadrados. Para cada equação foi indicado o efectivo (N) e o coeficiente de determinação (R^2).

A relação entre o comprimento e o peso foi determinada por uma curva da forma $\text{peso} = a \cdot \text{comprimento}^b$. Os dados referentes às fêmeas e aos machos foram analisados separadamente para pôr em evidência as diferenças de crescimento entre os dois sexos.

O tratamento estatístico dos dados foi realizado no programa STATISTICA. Para avaliar as diferenças na proporção de sexos foi aplicado o teste estatístico χ^2 . Para comparar o tamanho e peso médio, de fêmeas e machos, aplicou-se o teste de análise de variância – ANOVA. Para avaliar a existência de diferenças entre os sexos nas relações peso-comprimento, foram efectuadas comparações dessas relações na forma linearizada, usando o teste t para comparar declives (Zar, 1996).

3.2.2. Aspectos reproductivos/ciclo reproductivo

Para o estudo dos aspectos reproductivos de *P. serratus*, foi realizada uma sub-amostragem de 50 fêmeas por mês, retiradas ao acaso da amostra de 500g obtida nos portos de pesca.

Além dos parâmetros já referidos anteriormente, procedeu-se à análise, em fresco, do aspecto macroscópico da gónada, à transparência (através da carapaça do cefalotórax) e após dissecação (cor e espaço ocupado pela gónada no cefalotórax). Foi também determinado o peso da gónada e do hepatopâncreas. O peso dos referidos órgãos foi obtido com uma balança electrónica de precisão KERN 770/GS/GJ (Máx = 220 g, d = 0,1mg).

Com o objectivo de relacionar o peso do ovário com o peso do animal, foi determinado o índice gonado-somático (IGS) expresso pela seguinte equação:

$$IGS = \frac{\text{Peso do ovário}}{\text{Peso do animal}} \times 100$$

O índice hepato-somático (IHS), que estabelece a relação do peso do hepatopâncreas e o peso do animal, foi determinado pela seguinte equação:

$$IHS = \frac{\text{Peso do hepatopâncreas}}{\text{Peso do animal}} \times 100$$

Através da observação macroscópica da gónada, à transparência e após dissecação, foi determinado o estado de maturação de cada indivíduo de acordo com uma escala de maturação baseada em características macroscópicas, adaptada de Forster (1951) e Campillo (1979). Esta escala de maturação

considera 5 estádios de maturação, em função da cor e do volume ocupado pelos ovários na cavidade do cefalotórax (tabela V).

Tabela V – Escala de maturação sexual das fêmeas de *P. serratus* (adaptado de Forster, 1951 e Campillo, 1979)

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	VOLUME OCUPADO NO CEFALOTORÁX	COLORAÇÃO DO OVÁRIO
I (Imaturo)	1/8	Transparente a esbranquiçada cromatoforos vermelhos
II (Em desenvolvimento)	1/4	Verde pálido
III (Início da maturação)	1/2	Verde-escuro
IV (Maturo)	3/4	Verde-escuro
V (Pré - desova)	Todo a parte dorsal do cefalotoráx	Verde-escuro

Posteriormente, com a finalidade de relacionar esta escala de desenvolvimento do ovário com a vitelogénese, foram realizados cortes histológicos dos ovários nos vários estádios macroscópicos considerados. A técnica utilizada, assim como todo o procedimento para a realização dos cortes e resultados obtidos são expostos no capítulo III.

Época de reprodução

O estudo da época de reprodução foi efectuado por diferentes métodos. Assim, o estudo da proporção de fêmeas com ovos e em vitelogénese avançada, ao longo do ano, foi o método utilizado para obter informações sobre início, fim e duração do período de reprodução; foi também analisada a variação anual do índice gonado-somático (IGS) e hepato-somático (IHS) para ajudar a definir o período de reprodução da espécie.

Comprimento de primeira maturação

O comprimento de primeira maturação foi definido como o tamanho em que 50% da população das fêmeas são portadoras de ovos ou têm a gónada em vitelogenese avançada (estádios 4 e 5). Para cada classe de comprimento foi contabilizada a percentagem de fêmeas com ovos, bem como as que se encontravam nos estádios 4 e 5, com o objectivo de construir ogivas de maturação que representam a proporção de fêmeas maduras em função do comprimento.

Quando os valores observados se ajustam a uma curva sigmoide simétrica, o comprimento de primeira maturação (LC_{50}) corresponde a 50% de fêmeas maduras; quando tal não se verifica, o LC_{50} foi determinado pelo método de Gulland modificado (Astudillo e Sanchez, 1989) que se baseia no cálculo das áreas dos polígonos delimitados pela curva observada. Neste método, o ponto de intercepção de R_i (linha correspondente à variação da área abaixo da curva à esquerda de um determinado valor de comprimento) com E_i (linha correspondente à variação da área acima da curva, à direita desse mesmo comprimento) permite determinar, aproximadamente, qual a classe de comprimento para o qual se igualam essas áreas - C_{50} . O valor exacto de LC_{50} pode ser obtido por interpolação, a partir do valor observado de C_{50} .

Uma possível relação entre a dimensão das fêmeas e a respectiva época de reprodução/postura foi estudada mediante a evolução do tamanho de primeira maturação (L_{t50}) ao longo dos meses correspondentes à época de reprodução.

3.2.3. Crescimento

O crescimento foi estudado pela análise das distribuições das frequências de comprimento para cada sexo e para cada mês, pelo método de Peterson (Sparre e Venema, 1991). Devido à dificuldade de distinguir adequadamente as modas/classes de idade directamente nos histogramas, foi utilizado o método de Battacharya, utilizando o software ELEFAN (Iclarm, 1990).

O crescimento foi calculado a partir da progressão das modas da *coorte* que se apresentou mais evidente, em meses consecutivos, obtendo a curva que melhor se ajustou ao crescimento da espécie. O modelo de crescimento escolhido foi o de Von Bertalanffy, dado que segundo Parrack (1979, *in* Huerta, 1984) é o modelo mais apropriado para descrever o crescimento de crustáceos. As equações de crescimento de Von Bertalanffy, foram determinadas separadamente para cada sexo, uma vez que, como a maioria dos crustáceos, esta espécie apresenta dimorfismo sexual, em relação ao crescimento e proporções corporais.

Os parâmetros da equação de crescimento de Von Bertalanffy, da forma

$$Lt = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

foram estimados pelo método de Chapman (*in* Sparre e Venema, 1991), em que L_{∞} é o comprimento assintótico (crescimento máximo teórico atingido pela espécie), K o coeficiente de crescimento e t_0 a idade correspondente ao comprimento nulo. Os parâmetros assim estimados são posteriormente comparados com a bibliografia existente.

3.3. Resultados e discussão

3.3.1. Descrição geral das populações amostradas

Praia da Aguda

Na Praia da Aguda, desde Novembro de 1999 a Maio de 2001, foram amostrados 1462 indivíduos. A amostragem revelou-se problemática durante alguns meses, pois os barcos não efectuaram saídas devido ao estado do mar. O tamanho dos indivíduos capturados variou entre os 35 e 105 mm de comprimento total ($Lt_{\text{médio}} = 73,39 \text{ mm} \pm 9,40$) (Anexo II, tabela 1).

A proporção de sexos foi favorável aos machos ($X^2 = 354,46$; $p < 0,05$) (Anexo II, tabela 2), representando estes 75 % ($n = 1090$) do total amostrado (figura 19).

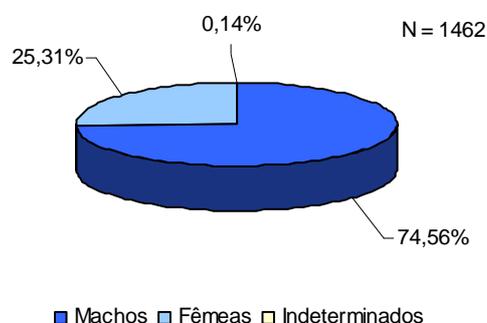


Figura 19 – Proporção de sexos de *P. serratus* amostrados na Praia da Aguda.

O peso dos indivíduos variou entre 0,39 e 8,76 g, sendo o peso médio de 2,56 g (s.d = 1,24) (Anexo II, tabela 1). Nas fêmeas o peso variou entre 0,59 e 8,76 g ($P_{\text{médio}} = 4,04 \text{ g} \pm 1,54$) e nos machos entre 0,39 e 4,23 g ($P_{\text{médio}} = 2,05 \text{ g} \pm 0,52$) (Anexo II, tabela 3 e 4).

Praia de Angeiras

Na Praia de Angeiras, desde Novembro de 1999 a Maio de 2001, foram analisados um total de 2571 indivíduos. O tamanho dos indivíduos capturados variou entre 43 e 112 mm de comprimento total ($Lt_{\text{médio}} = 74,26 \text{ mm} \pm 11,16$) (Anexo II, tabela 5).

A proporção de sexos foi também favorável aos machos ($X^2 = 111,22$; $p < 0,05$) (Anexo II, tabela 2), representando estes 60% ($n = 1549$) do total amostrado (figura 20).

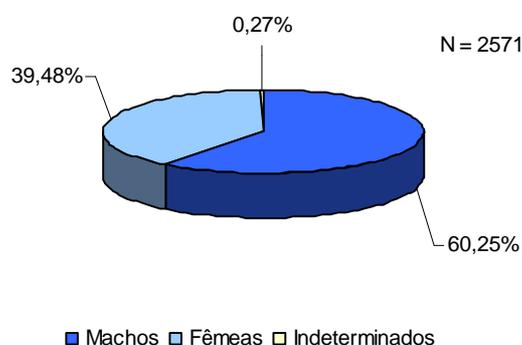


Figura 20 – Proporção de sexos de *P. serratus* amostrados na Praia de Angeiras.

O peso dos indivíduos variou entre 0,6 e 12,11 g, sendo o peso médio de 2,73 g (s.d = 1,58) (Anexo, tabela 5). Nas fêmeas o peso variou entre 0,7 e 12,11 g ($P_{\text{médio}} = 3,93 \pm 1,79$) e nos machos entre 0,6 e 5,2 g ($P_{\text{médio}} = 1,95 \text{ g} \pm 0,47$) (Anexo, tabela 6 e 7).

Comparação entre Angeiras e Aguda

No que se refere à proporção de sexos, verificou-se existirem diferenças significativas entre os dois locais de amostragem ($X^2 = 83,620$; $p < 0,05$) (Anexo II, tabela 2). No entanto, a distribuição das frequências de comprimentos (Anexo II, tabela 8) desta espécie para os dois locais estudados (figura 21), usando como medida o comprimento pós-orbitário do cefalotórax, revelou não existirem diferenças significativas entre os dois locais estudados ($F=2,84$; $p= 0,092$) (Anexo II, tabela 9).

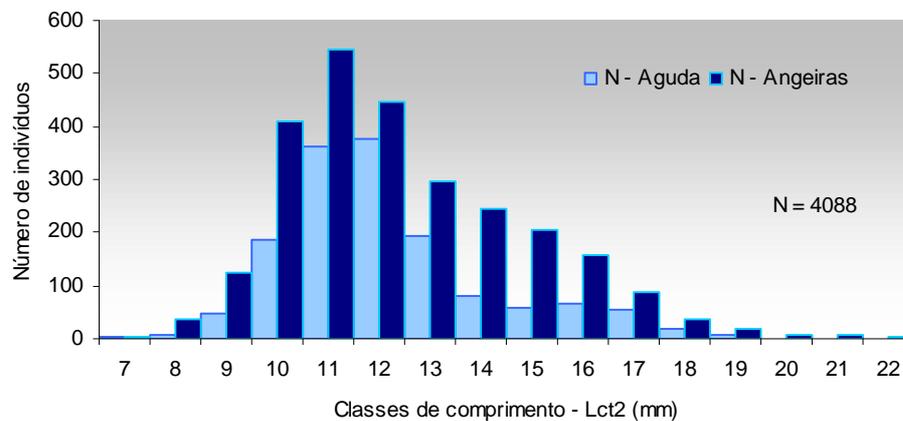


Figura 21 – Distribuição das frequências de comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2 - mm) de *P. serratus* nos dois locais amostrados (Angeiras e Aguda).

O facto de haver diferenças significativas ao nível da proporção de sexos, mas em ambos os locais favorável aos machos, não foi suficiente para que se revelassem diferenças significativas ao nível das frequências de comprimento (machos+fêmeas) nos dois locais de amostragem. Por outro lado, durante alguns meses, a amostragem só foi possível em Angeiras. Por estes motivos, a parte subsequente deste trabalho considera a amostragem global, não efectuando a separação pela origem das amostras, com a finalidade de obter uma amostragem mais representativa da população, e por consequência, resultados mais consistentes.

Assim, considerando o total de indivíduos amostrados, o comprimento total dos indivíduos variou entre 38 e 112 mm ($Lt_{\text{médio}} = 74,41 \text{ mm} \pm 10,56$) (Anexo II, tabela 10).

A distribuição das frequências de comprimento por sexo (figura 22), põe em evidência o dimorfismo sexual em relação ao comprimento (Anexo II, tabela 11).

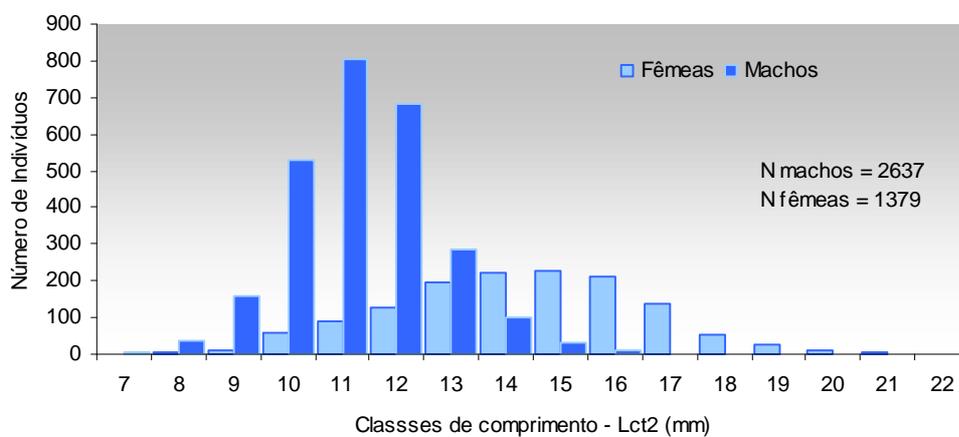


Figura 22 - Distribuição das frequências de comprimento (Lct2) para os dois sexos.

O comprimento (Lct2) variou entre 7 e 17 mm para os machos e entre 7 e 22 mm para as fêmeas. As diferenças encontradas entre os dois sexos, em relação ao comprimento são significativas ($Lct2_{\text{médio}} \text{♂} = 11,77 \text{ mm} \pm 1,31$; $Lct2_{\text{médio}} \text{♀} = 14,82 \text{ mm} \pm 2,26$; $F = 2890,295$; $p = 0,000$) (Anexo II, tabela 12).

O mesmo foi observado por outros autores (Campillo, 1979, 1984; Huerta, 1984; Fahy e Gleeson, 1996; Guerao e Ribera, 2000) que referem que as fêmeas de *P. serratus*, atingem maiores dimensões que os machos. Para outras espécies do género *Palaemon* foram obtidos resultados similares (Guerao e Ribera, 1995). Nos camarões do género *Palaemon*, as fêmeas parecem tirar vantagem de um corpo de dimensões superiores, já que este permitirá uma maior fecundidade; pelo contrário, nos machos um corpo mais pequeno permite reduzir o risco de predação e os custos energéticos da locomoção (Berlund, 1981).

No que se refere à proporção de sexos, dos 4033 indivíduos analisados, 65% eram machos (n = 2639), 34% (n = 1385) eram fêmeas e em 0,22% (n = 9) não foi possível determinar o sexo (figura 23), sendo, por isso, considerados de sexo indeterminado.

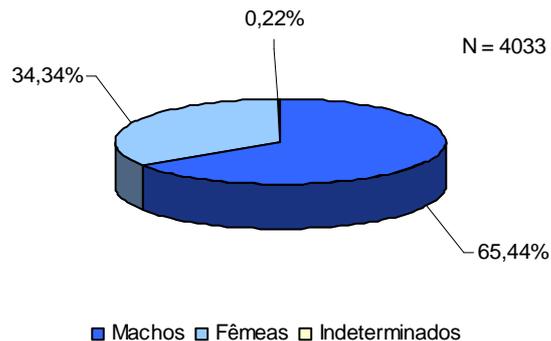


Figura 23 – Proporção de sexos de *P. serratus* no total de indivíduos amostrados.

Considerando a totalidade dos indivíduos analisados a proporção de sexos foi significativamente favorável aos machos ($X^2 = 391,31$; $p < 0,05$) (Anexo II, tabela 2).

Para avaliar a evolução mensal da proporção de sexos, esta foi calculada ao longo do período de amostragem (Anexo II, tabela 2). A proporção de sexos foi, durante quase todos os meses amostrados, favorável aos machos (figura 24).

Os meses de Janeiro e Outubro de 2000 e Janeiro e Março de 2001 foram a exceção, em que as fêmeas representaram mais de 50% da captura. Os meses de Julho, Setembro de 2000 e Abril de 2001 foram os meses em que a proporção dos sexos esteve mais equilibrada, não se verificando a existência de diferenças significativas entre as fêmeas e os machos.

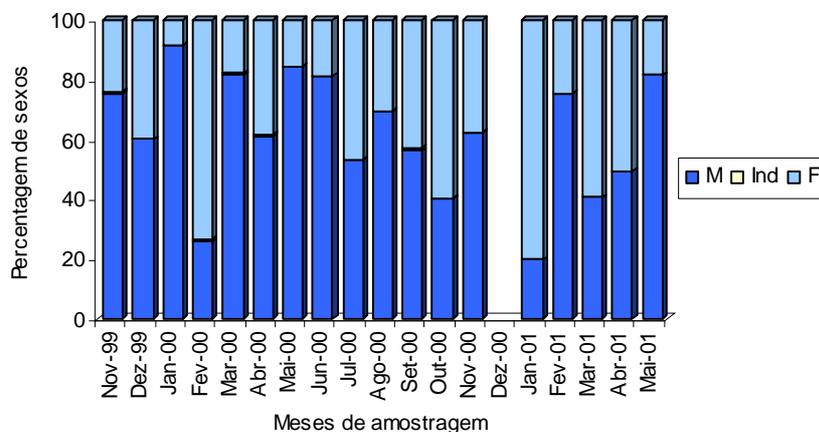


Figura 24 – Variação da proporção de sexos de *P. serratus* ao longo dos meses de amostragem.

Estes resultados contrastam com os obtidos para esta espécie para as costas Atlânticas Espanholas (Huerta, 1984) e do Mediterrâneo (Guerao e Ribera, 2000) assim como em França (Bretanha) (Campillo, 1979, 1984), onde maior número de fêmeas foi capturado. Tal deve-se, muito provavelmente, ao diferente método de captura. Contudo outros factores poderão condicionar o sex-ratio de uma amostra. A amostragem, ao ser efectuada em diferentes andares do sublitoral, pode igualmente influenciar esta proporção, uma vez que a distribuição batimétrica dos indivíduos parece variar consoante o sexo (Baden e Pihl, 1984). No trabalho agora em análise, as amostragens foram realizadas a profundidades superiores a 20 metros, enquanto Guerao e Ribera (2000), efectuaram as capturas a meio metro de profundidade. Os resultados de Campillo (1979, 1984) apesar de indicarem a predominância global de fêmeas, demonstram ainda que estas se situam a maior profundidade e os machos e juvenis a menor profundidade, o que poderá explicar as diferenças encontradas pelos vários autores.

Na costa da Irlanda, Fahy e Gleeson (1996) verificaram que estes animais ocorrem em agregados, apresentando uma distribuição espacial diferente

consoante o sexo, as fêmeas em locais com rochas e os machos em fundos mais arenosos, o que poderá também condicionar o sex-ratio das amostras. Uma diferente taxa de mortalidade total em machos e fêmeas, favorável às fêmeas, foi referida por Berlung (1981). Contudo, experiências realizadas em laboratório por Huerta (1984), revelaram uma percentagem de eclosão de machos superior à registada pelas fêmeas, apoiando os resultados agora obtidos neste trabalho.

3.3.2 Relações biométricas

As relações entre os diversos comprimentos e a relação comprimento-peso, bem como as respectivas equações, são a seguir apresentadas para o total de indivíduos e separadamente para cada sexo.

Relação comprimento total - comprimento do cefalotórax

Total

Considerando a totalidade dos indivíduos da amostra, verificou-se que a relação entre o comprimento total (Lt) e o comprimento do cefalotórax (Lct1) é bem representada por uma recta (figura 25), apresentando um coeficiente de determinação bastante elevado.

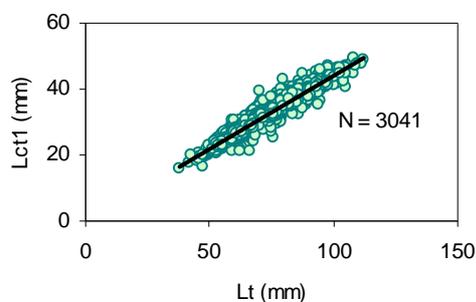


Figura 25 – Relação entre o Lt e o Lct1 de *P. serratus*.

Assim, a relação entre o comprimento total (Lt) e o comprimento do cefalotórax (Lct1), para machos e fêmeas em conjunto é representada pela seguinte equação:

$$Lct1 = 0,4489Lt - 0,6672; R^2 = 0,932; n = 3041$$

Machos e fêmeas

As regressões lineares entre o comprimento total (Lt) e o comprimento do cefalotórax (Lct1) para cada sexo (figura 26), apresentaram também um coeficiente de determinação elevado.

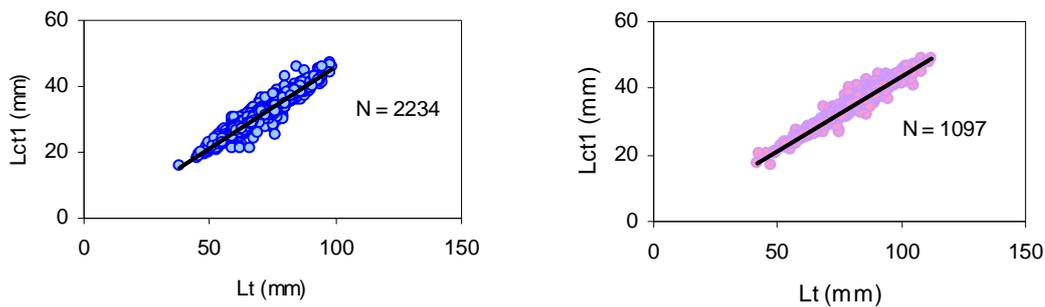


Figura 26 – Relação entre o Lt e o Lct1 de *P. serratus* para machos e fêmeas, à esquerda e à direita, respectivamente.

Nos machos amostrados o comprimento do cefalotórax variou entre 15,74 e 46,79 mm ($Lct1_{\text{médio}} = 31,38 \text{ mm} \pm 4,19$) (Anexo II, tabela 13).

A relação entre o comprimento total (LT) e o comprimento do cefalotórax (Lct1), considerando apenas os machos, é representada pela seguinte equação:

$$Lct1 = 0,4869 Lt - 3,0898; R^2 = 0,919; n = 2234$$

Nas fêmeas amostradas, o comprimento do cefalotórax variou entre 16,67 e 49,2 mm ($Lct1_{\text{médio}} = 34,92 \text{ mm} \pm 5,32$) (Anexo II, tabela 14).

A relação entre o comprimento total (Lt) e o comprimento do cefalotórax (Lct1) para as fêmeas é representada pela seguinte equação:

$$Lct1 = 0,4498Lt - 1,2897; R^2 = 0,952; n = 1097$$

Por comparação das equações obtidas, verificou-se que existem diferenças significativas ($t = 8,545$; $V = 3327$; $p < 0,001$) (Anexo I, tabela 15) nos declives das duas rectas, pelo que se pode dizer que o declive da relação entre o comprimento total e o comprimento do cefalotórax para as fêmeas é significativamente inferior ao encontrado para os machos, reflectindo uma evolução diferente das proporções corporais para os dois sexos. Ou seja, para um mesmo comprimento total, os machos apresentam um comprimento do cefalotórax superior ao registado pelas fêmeas.

Relação comprimento pós-orbitário do cefalotórax - comprimento total

Total

Considerando o total de indivíduos amostrados, verificou-se que existe uma relação linear entre o comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) e o comprimento total (Lt) (figura 27)

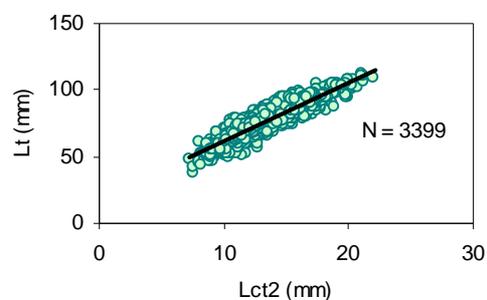


Figura 27 – Relação entre o Lct2 e o Lt de *P. serratus*.

A relação entre o comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) e o comprimento total (Lt) é representada pela seguinte equação:

$$Lt = 4,4176Lct2 + 17,788; R^2 = 0,8549; n = 3399$$

Esta relação vai permitir extrapolar o valor do comprimento total, a partir do comprimento pós-orbitário do cefalotórax, quando o rostro se encontra partido e a determinação directa do comprimento total não é possível.

Machos e fêmeas

A relação entre o comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) e o comprimento total (Lt), para machos e fêmeas, põe em evidência a maior dimensão das fêmeas em relação aos machos (figura 28).

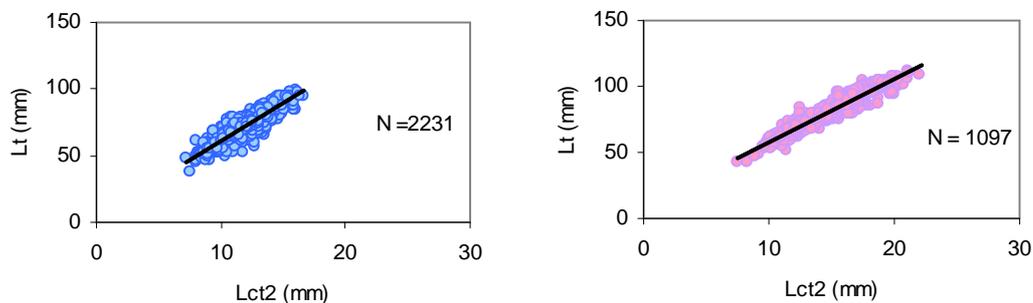


Figura 28 – Relação entre o Lct2 e o Lt de *P. serratus* para machos e fêmeas, à esquerda e à direita, respectivamente.

Nos machos amostrados o comprimento total (Lt) variou entre 38 e 99 mm ($Lt_{\text{médio}} = 71,10 \text{ mm} \pm 8,24$) (Anexo II, tabela 13). Nas fêmeas amostradas o comprimento total (Lt) variou entre 42 e 112 mm ($Lct2_{\text{médio}} = 76,00 \text{ mm} \pm 11,56$) (Anexo II, tabela 14).

A relação entre o comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) e o comprimento total (Lt) para os machos é representada pela seguinte equação:

$$Lt = 5,6995Lct2 + 3,9364; R^2 = 0,8224; n = 2231$$

A relação entre o comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) e o comprimento total (Lt) para as fêmeas é representada pela seguinte equação:

$$Lt = 4,8821Lct2 + 8,6483; R^2 = 0,9293; n = 1097$$

Pela comparação estatística das rectas obtidas verificou-se que existem diferenças significativas ($t = 11,698$; $V = 3324$; $p < 0,001$) (Anexo I, tabela 16) nos declives das duas rectas, pelo que se pode dizer que o declive da relação entre o comprimento total e o comprimento pós-orbitário do cefalotórax para as fêmeas é significativamente inferior ao encontrado para os machos. Assim, apesar de as fêmeas atingirem maiores dimensões que os machos, para um mesmo valor de Lct2, o comprimento total é superior nos machos do que nas fêmeas, o que pode ser explicado pelo facto de nos machos o rostro ser mais comprido.

Com o objectivo de comparar os resultados agora obtidos em Portugal com os de outros locais, são apresentados na tabela VI os valores de comprimento total registados para esta espécie por outros autores.

Tabela VI - Variação do comprimento total (mm) registado para machos e fêmeas de *P. serratus*, em diferentes locais de estudo, por diversos autores e comparação com os nossos resultados.

LOCAL	AUTOR	LT ♂ (mm)	LT ♀ (mm)
Portugal	presente trabalho	35 - 99	42 - 112
Espanha, costa atlântica	Huerta (1984)	6 - 78	6 - 108
Espanha, costa mediterrânea	Guerao e Ribera (2000)	25 - 61	27 - 85
França, Roscoff	Nouvel (1934)	71+	106+
França-Bretanha	Campillo (1984)	91,4*	102,16*

- - valor de Lct1 transformado em Lt, de acordo com a equação por nós determinada; + - comprimento máximo.

Pela análise dos valores apresentados, verificamos que os indivíduos capturados na nossa costa apresentaram dimensões superiores às registadas em Espanha (Atlântico e Mediterrâneo) e em França (Bretanha), sendo estas diferenças mais evidentes quando comparadas com o Mediterrâneo. Os indivíduos utilizados neste trabalho são provenientes de capturas realizadas com a rede sombreira efectuada entre os 20 e os 40 m de profundidade; já no Mediterrâneo (Guerao e Ribera, 2000), os arrastos foram efectuados a profundidades de 0,5 a 1,5 m, com pequenas redes de arrasto, o que poderá explicar as dimensões reduzidas dos indivíduos encontrados. A existência de uma repartição batimétrica diferente, em função do tamanho dos indivíduos, foi já referida para a costa atlântica espanhola (Huerta, 1984) e para a costa francesa (Campillo, 1984) sendo normalmente as zonas menos profundas procuradas pelos juvenis, encontrando-se os indivíduos adultos a maiores profundidades.

É de salientar o facto de o tamanho mínimo de *P. serratus* registado na nossa costa durante estas amostragens ser bastante superior ao registado na Ria de Vigo (Huerta, 1984) e no Mediterrâneo (Guerao e Ribera, 2000). Contudo, estes autores utilizaram redes de arrasto e/ou armadilhas, artes de pesca normalmente menos selectivas. Neste trabalho a selectividade da arte de pesca utilizada (sombreira) poderá ter condicionado a captura de indivíduos de menores dimensões.

Relação comprimento pós-orbitário do cefalotórax – comprimento do cefalotórax

A relação entre comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) e o comprimento do cefalotórax (Lct1) para machos e fêmeas é bem representada por uma recta (figura 29).

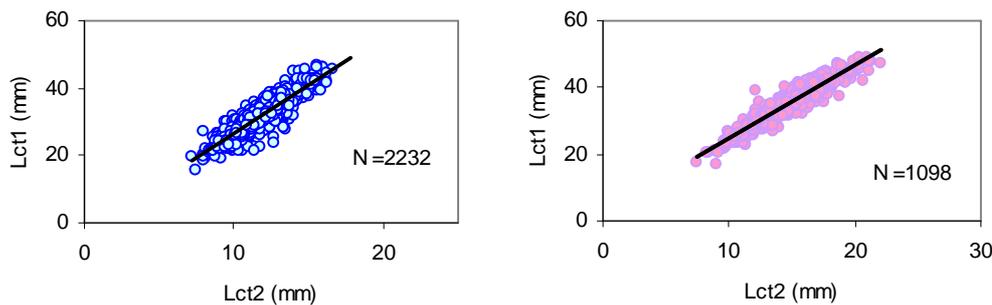


Figura 29 – Relação entre o Lct2 e o Lct1 de *P. serratus* para machos e fêmeas, à esquerda e à direita, respectivamente.

A relação entre o comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) e o comprimento do cefalotórax (Lct1) para machos e fêmeas, respectivamente, é representado pelas seguintes equações:

$$\text{♂ } Lct1 = 2,8702Lct2 - 2,2865; R^2 = 0,809; n = 2232$$

$$\text{♀ } Lct1 = 2,2254Lct2 + 2,1645; R^2 = 0,9084; n=1098$$

O declive da recta obtida para os machos é superior ao registado nas fêmeas, e a partir de um comprimento de 6,90 mm (Lct2) para o mesmo comprimento, os machos atingem um comprimento do cefalotórax superior que as fêmeas.

Pela análise estatística efectuada, verificou-se que estas diferenças são significativas ($t = 17,543$; $V = 3326$; $p < 0,001$) (Anexo I, tabela 17), pelo que se pode dizer que o declive da relação entre o comprimento do cefalotórax e o

comprimento pós-orbitário do cefalotórax para as fêmeas é significativamente inferior ao encontrado para os machos.

Os resultados obtidos indicam que nos machos, o rostro cresce mais rapidamente, em relação ao resto do corpo que nas fêmeas. Assim, o comprimento do rostro parece ser um carácter sexual secundário nos adultos desta espécie. O mesmo já tinha sido observado na Ria de Vigo (Huerta, 1984) e em França (Campillo, 1984) contrariando Nouvel (1934) que refere não existirem diferenças na velocidade de crescimento do rostro entre os dois sexos para a zona de Roscoff (França).

Relação comprimento-peso

A relação comprimento-peso, bem como as respectivas equações para o total de indivíduos e para os dois sexos encontram-se a seguir representadas.

Total

Considerando o total de indivíduos amostrados, verificamos que a relação comprimento-peso é bem representada por uma curva na forma de potência (figura 30).

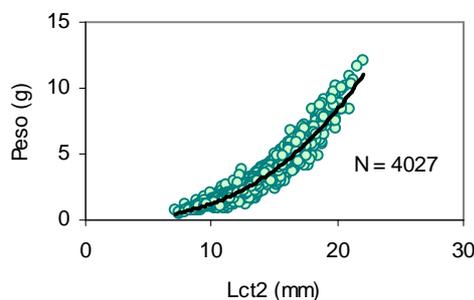


Figura 30 – Relação entre o comprimento (Lct2) e o peso (W) de *P. serratus*.

A relação entre o comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) e o peso (W), é representada pela seguinte equação:

$$W = 0,0022Lct2^{2,7604}; R^2 = 0,9502; n = 4027$$

Machos e fêmeas

A relação comprimento-peso para machos e fêmeas põe em evidência, mais uma vez, a maior dimensão das fêmeas em relação aos machos (figura 31).

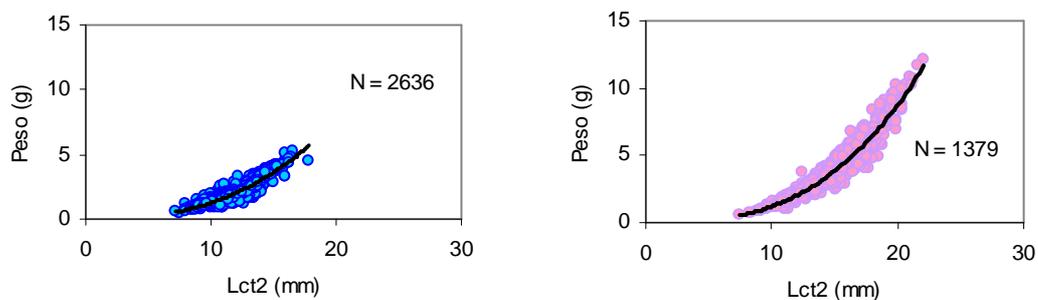


Figura 31 - Relação entre o comprimento (Lct2) e o Peso (W) de *P. serratus* para machos e fêmeas, à esquerda e à direita, respectivamente.

A relação comprimento-peso para os machos e fêmeas, respectivamente, é dada pelas seguintes equações:

$$\text{♂ } W = 0,0033Lct2^{2,5882}; R^2 = 0,8906; n = 2636$$

$$\text{♀ } W = 0,0017Lct2^{2,8531}; R^2 = 0,9455; n = 1379$$

Nos machos o peso variou entre 0,39 e 5,2 g (Anexo II, tabela 13), enquanto nas fêmeas o peso variou entre 0,59 g e 12,11 g (Anexo II, tabela 14).

As fêmeas apresentaram dimensões significativamente superiores aos machos (Peso médio ♀ = 3,96g ± 1,72 e Peso médio ♂ = 1,99g ± 0,62) (F= 2697,99; p =

0,000) (Anexo II, tabela 18). Mais uma vez é visível o dimorfismo sexual existente, agora em relação ao peso dos indivíduos. O mesmo se verificou na costa francesa, em que foi registado um peso máximo de 7g para os machos e 15g para as fêmeas (Campillo, 1984).

Pela análise da relação comprimento-peso para os dois sexos, verificou-se que existem diferenças na forma como estes dois parâmetros se relacionam. De forma a facilitar a comparação entre estas relações, efectuou-se a sua linearização com a logaritmização dos dados de base, obtendo as respectivas equações para ambos os sexos:

$$\text{♂} \quad \text{Ln}W = 2,588\text{Ln}Lct2 - 5,7138$$

$$\text{♀} \quad \text{Ln}W = 2,853\text{Ln}Lct2 - 6,3771$$

O declive da recta obtida para os machos é menor que o das fêmeas, e a partir de um comprimento de 12,22 mm (Lct2) para o mesmo comprimento, as fêmeas atingem pesos superiores aos machos. Pela análise estatística efectuada, verificou-se que estas diferenças são significativas ($t = 10,459$; $V = 4008$; $p < 0,001$) (Anexo II, tabela 19), pelo que se pode dizer que o declive da relação entre o comprimento pós-orbitário do cefalotórax e o peso para as fêmeas é significativamente superior do encontrado para os machos.

O dimorfismo sexual na relação comprimento-peso foi já referido por outros autores para espécies do género *Palaemon* (Rodríguez, 1981; Guerao e Ribera, 1995; Anger e Moreira, 1998), bem como para outros carídeos e peneídeos (Anger e Moreira, 1998).

Os resultados obtidos para esta espécie no Mediterrâneo (Guerao e Ribera, 2000) foram semelhantes, apesar do declive para as fêmeas ter sido um pouco superior ($b=3,1111$). Comparando com os declives obtidos para a costa atlântica

francesa ($b_{\text{♀}} = 2,8226$; $b_{\text{♂}} = 2,4786$) (Campilho, 1984) e para as Rias de Vigo ($b_{\text{♀}} = 2,921$; $b_{\text{♂}} = 2,580$) (Huerta, 1984) verificamos que estes não diferem muito dos obtidos neste trabalho ($b_{\text{♀}} = 2,85$; $b_{\text{♂}} = 2,58$).

3.3.3. Aspectos reprodutivos

3.3.3.1. Época de reprodução

Percentagem de fêmeas com ovos

Do total de 1385 fêmeas amostradas ao longo do período estudado, apenas 42% transportavam ovos ($n = 586$). Contudo, considerando apenas o período de Janeiro a Maio (período de reprodução da espécie, ver pág. 72), de um total de 776 fêmeas observadas, 539 transportavam ovos (69%) (figura 32).

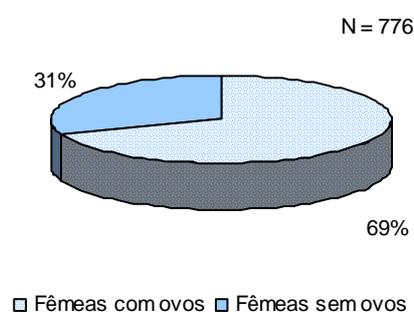


Figura 32 – Percentagem de fêmeas com ovos no período de Janeiro a Maio

A elevada percentagem de fêmeas com ovos registada neste trabalho poderá indicar a existência de boas condições para a reprodução desta espécie neste local. Outros factores, como a distribuição batimétrica dos indivíduos, poderão condicionar a captura de fêmeas com ovos. Como já foi referido anteriormente, as fêmeas com ovos e os indivíduos de maiores dimensões parecem efectuar migrações para águas mais profundas (Campillo, 1979, 1984; Huerta, 1984), já que são mais sensíveis às variações de salinidade, enquanto os juvenis toleram águas mais salobras (Pannikar, 1941). Assim, a profundidade em que são realizadas as amostragens deverá condicionar o sex-ratio da amostra obtida. Na costa francesa foi registada uma percentagem elevada de fêmeas com ovos, a profundidades compreendidas entre 25 e 40 m (Campillo, 1984). Pelo contrário, no Mediterrâneo, foi registado um número muito reduzido de fêmeas com ovos,

em arrastos realizados a profundidades entre 0,5 e 1,5 metros, indicando que a zona de estudo não constitui uma área de postura e incubação para esta espécie (Guerao e Ribera, 2000).

A distribuição das frequências de comprimento (figura 33), revelou que o comprimento médio das fêmeas com ovos (Lct2 médio = 15,74 mm ± 1,87) é superior ao das fêmeas que não transportavam ovos (Lct2 médio = 14,15 mm ± 2,29).

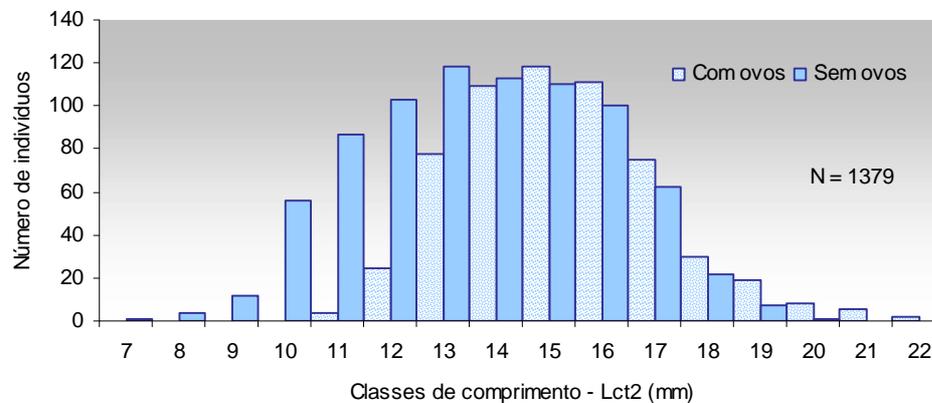


Figura 33 – Distribuição das frequências de comprimento das fêmeas de *P. serratus* com ovos e sem ovos

Pela análise estatística efectuada, verificou-se que as diferenças encontradas foram significativas ($F=198,01$; $p=0,000$) (Anexo II, tabela 20).

Verificou-se ainda que a fêmea mais pequena que transportava ovos media 66 mm de comprimento total (LT). Para as Rias de Vigo, Huerta (1984) registou uma fêmea de dimensões inferiores (54 mm) transportando ovos.

Evolução da percentagem de fêmeas com ovos ao longo do ano

A percentagem de fêmeas com ovos foi determinada mensalmente durante o período de amostragem (Anexo II, tabela 21).

A evolução sazonal da proporção de fêmeas ovadas em relação ao total de fêmeas, permitiu definir os limites da época da reprodução, bem como a sua duração. Registou-se a presença de fêmeas com ovos de Novembro a Agosto (figura 34).

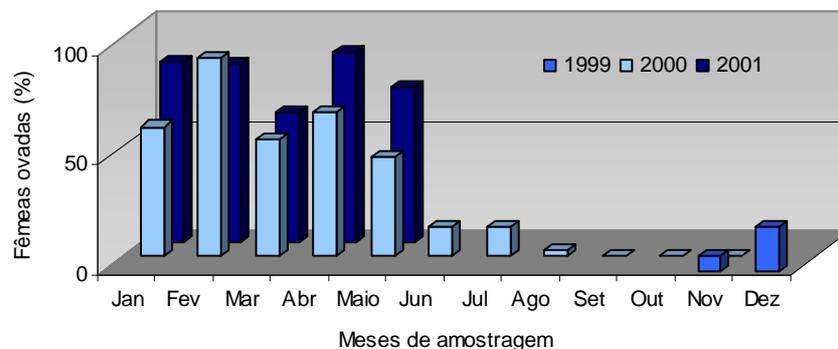


Figura 34 – Evolução mensal das fêmeas de *P. serratus* com ovos, ao longo do período de amostragem.

Este período corresponde ao observado por Huerta (1984) na ria de Vigo e dá-nos uma primeira aproximação do período de reprodução desta espécie na nossa costa. No entanto, é importante salientar que nos meses de Junho, Julho, Novembro e Dezembro a percentagem de fêmeas ovadas é igual ou inferior a 10 %, pelo que o período de reprodução deverá estar centrado de Janeiro a Maio. Como já foi referido anteriormente, cerca de 70% das fêmeas observadas entre Janeiro e Maio, transportavam ovos.

Na costa francesa, Campillo (1984) regista as primeiras fêmeas com ovos apenas em Fevereiro, atingindo o máximo em Maio, o que indica que a reprodução desta espécie neste local será mais tardia. Na Irlanda registaram-se

fêmeas com ovos de Outubro a Maio, apresentando os meses de Janeiro, Março e Abril as percentagens mais elevadas (Fahy e Gleeson, 1996).

Verificou-se ainda, dentro do aparente período de reprodução (Janeiro - Maio), a existência de dois picos, um em Fevereiro e outro em Abril, o que poderá indicar a existência de duas épocas de postura.

Estádios de maturação sexual

De acordo com a escala macroscópica adoptada, do total de ovários observados (N = 977), 411 estavam no estágio 1, 144 no estado 2, 110 no estágio 3, 92 no estágio 4 e 220 no estágio 5 (figura 35).

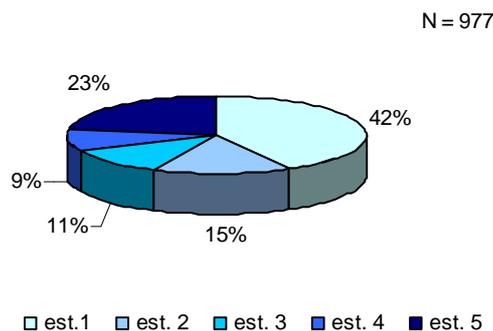


Figura 35 – Estádios de maturação sexual (aspecto macroscópico) das fêmeas de *P. serratus*.

É importante referir que mais de 50% dos ovários das fêmeas amostradas se encontravam em desenvolvimento, o que poderá indicar que a área onde os indivíduos foram capturados é utilizada para a reprodução, como já tinha sido referido anteriormente. A selectividade da rede utilizada poderá também ter limitado a captura de indivíduos de menores dimensões, o que se terá reflectido num menor número de indivíduos com a gónada imatura.

A evolução dos estádios de maturação sexual, segundo o aspecto macroscópico da gónada ao longo do ano (Anexo II, tabela 22), revelou a existência de dois períodos distintos: os meses de Verão/Outono e os meses de Inverno/Primavera (figura 36).

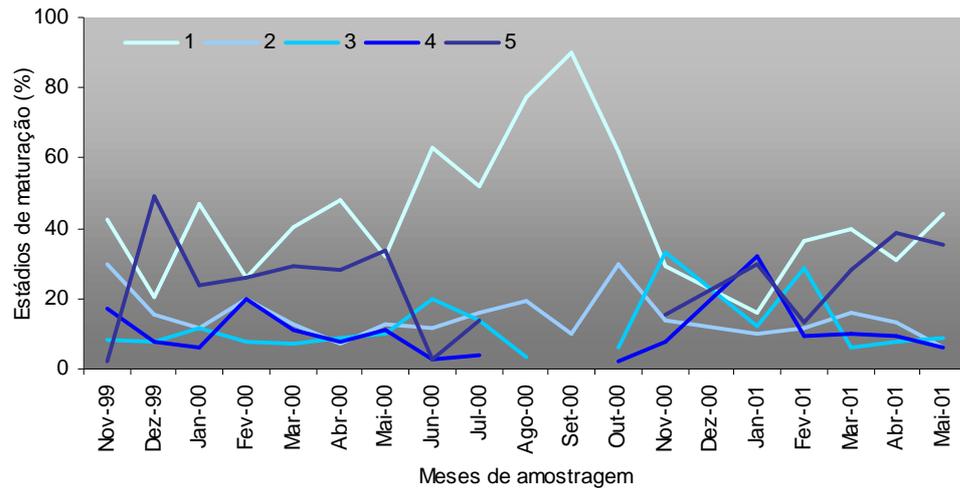


Figura 36 – Estádios de maturação (macroscópico) ao longo dos meses de amostragem.

Nos meses de Verão/Outono a maioria das fêmeas encontram-se no estágio 1, ou seja com a gónada em repouso; nos meses de Inverno/Primavera encontram-se fêmeas em todos os estádios de maturação, sendo de salientar dois picos de fêmeas em pré-desova (estádio 5) em Dezembro-Janeiro e Abril-Maio, facto que se verificou em dois anos consecutivos. Estes resultados vêm reforçar, o que foi anteriormente referido, que o período de reprodução desta espécie deverá estar compreendido entre os meses de Dezembro e Maio. A existência de dois picos de indivíduos em pré-desova poderá indicar a existência de dois períodos de postura, um no Inverno e outro na Primavera.

Os resultados obtidos na Ria de Vigo (Huerta, 1984) são semelhantes aos registados na nossa costa. Na costa Galega, as primeiras fêmeas com o ovário em estágio 4, aparecem em Outubro, aumentando a sua percentagem nos meses seguintes, tal como o verificado agora para a costa Norte de Portugal. As

primeiras fêmeas, com a gónada em estágio 5, foram registadas em Novembro em ambos os locais, continuando presentes nos meses de Dezembro e Janeiro, indicando que uma primeira postura terá início em Novembro prolongando-se até Janeiro. Verificou-se ainda que nos meses de Março, Abril e Maio, se registou um elevado número de fêmeas com a gónada nos estádios 4 e 5, indicando uma postura primaveril na costa portuguesa, também referida para a costa galega. A partir de Maio, o número de fêmeas com ovários em estágio 4 e 5 vai diminuindo e nos meses de Agosto e Setembro, a maioria dos ovários encontram-se em repouso (estádio 1).

Na costa francesa o desenvolvimento dos ovários têm início em Dezembro, momento em que se observam as primeiras fêmeas com gónadas em estágio 2 e apenas em Fevereiro cerca de 40% dos ovários atingem o estágio 5 (Campillo, 1984).

As diferenças encontradas nas áreas estudadas podem dever-se a factores ambientais, como a temperatura da água, o fotoperíodo e o alimento disponível, que são os principais factores que influenciam o ciclo reproductivo dos crustáceos (Sastry, 1983). A existência de uma tendência para a extensão das épocas reprodutoras com a diminuição da latitude, em espécies de crustáceos de águas costeiras, referida por Sastry (1983) parece verificar-se, uma vez que a época reprodutora agora determinada é mais extensa que na costa francesa (Campillo, 1984) e na costa irlandesa (Fahy e Gleeson, 1996).

Varição do índice gonado-somático ao longo do ano.

Os valores médios mensais do índice gonado-somático (Anexo II, tabela 23), permitiram distinguir dois períodos distintos, um correspondente aos meses de Inverno/Primavera (Novembro-Maio) com valores de índice gonado-somático elevados e os meses de Verão com valores inferiores a 1,5 (figura 37).

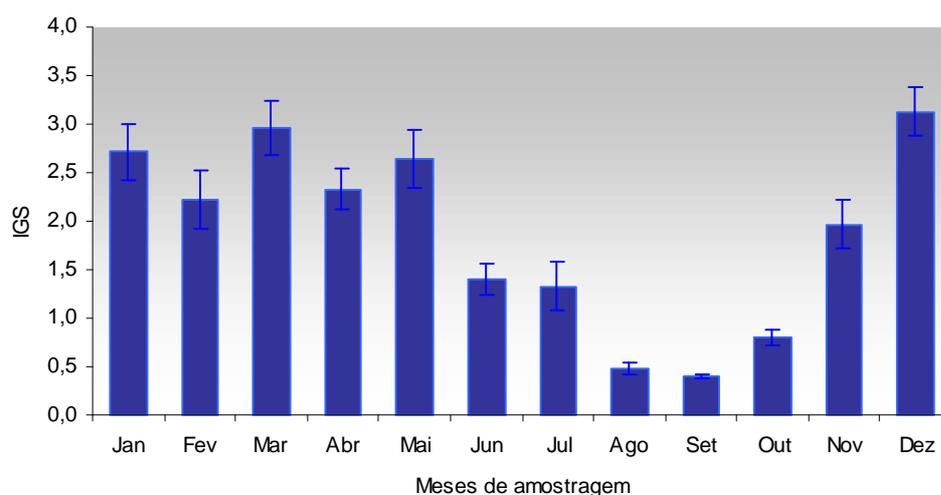


Figura 37 – Variação anual do índice gonado-somático médio e respectivo desvio padrão em fêmeas de *P. serratus*.

Pela análise de variância Anova, verificou-se existirem diferenças significativas ($F= 17,15$; $p= 0,000$) entre os valores do índice gonado-somático apresentados. Pela análise dos resultados do teste de Tuckey (Anexo II, tabela 24), verificamos que os valores de índice gonado-somático observados nos meses de Agosto, Setembro e Outubro foram significativamente inferiores aos registados no resto do ano, não se tendo verificado diferenças significativas entre eles. Os reduzidos valores registados nos meses mais quentes apontam para que, neste período, as gónadas se encontrem em repouso como já tinha sido referido anteriormente. O aumento acentuado do índice gonado-somático do mês de Setembro até ao mês de Dezembro, onde atinge o seu valor máximo, poderá ser indicativo de uma postura em Janeiro-Fevereiro. No mês de Março, foi também registado um novo máximo do índice gonado-somático. Contudo, pela análise estatística

verificou-se que este valor não difere significativamente dos valores observados para os outros meses de Inverno/Primavera. Assim, a existência de uma segunda época de postura, com bases nestes resultados, não é evidente.

Contudo, estes resultados vêm reforçar as informações anteriores que apontam para que o período de reprodução desta espécie seja Invernal/Primaveril (Janeiro-Maio) e bastante alargado.

As variações do índice gonado-somático reflectem normalmente diferentes estádios de maturação da gónada. Assim, o cálculo do índice gonado-somático médio para cada estágio de maturação (Anexo II, tabela 25) revelou, como seria de esperar, que à medida que avançamos na escala de maturação macroscópica, o índice gonado-somático aumenta (figura 38).

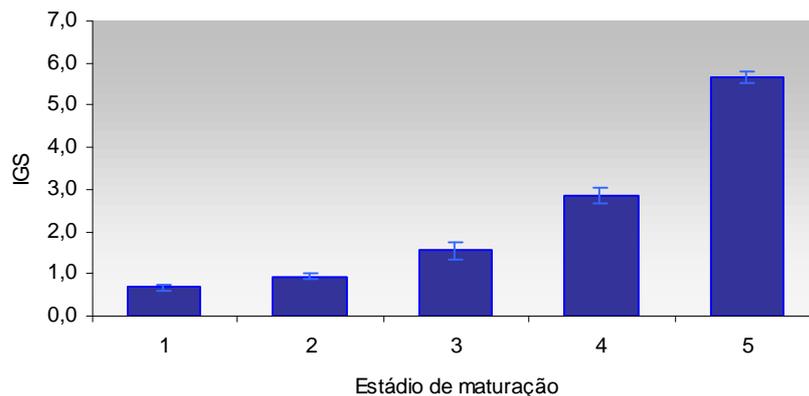


Figura 38 – Variação do índice gonado-somático (IGS) médio com o estado de maturação avaliado macroscopicamente e respectivo desvio padrão.

Pela análise estatística destes resultados, verificamos que existem diferenças significativas ($F=652,57$; $p= 0,000$) do índice gonado-somático, entre todos os estádios de maturação considerados (Anexo II, tabela 26).

Varição do índice hepato-somático com o estágio de maturação

Com o objectivo de avaliar as variações das reservas do hepatopâncreas com o estado de maturação da gónada, foi determinado o índice hepato-somático médio para cada estágio considerado (Anexo II, tabela 27)

Pela análise dos dados obtidos registou-se um aumento do índice hepato-somático médio do estágio 1 para o 2, não se verificando grandes variações nos dois estádios seguintes (3 e 4). No estágio 5 o valor médio do índice hepato-somático registou uma queda acentuada (figura 39).

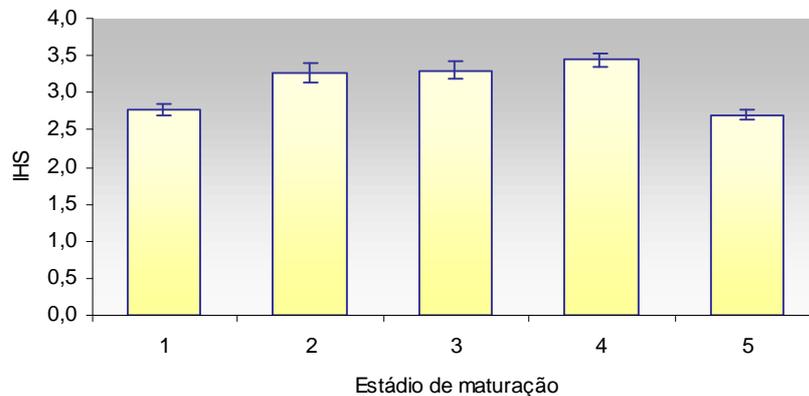


Figura 39 – Variação do índice hepato-somático (IHS) médio com o estado de maturação avaliado macroscopicamente e respectivo desvio padrão.

Pela análise estatística efectuada (Anexo II, tabela 28), o valor do índice hepato-somático não é significativamente diferente entre os estádios 1 e 5 nem entre os estádios 2, 3 e 4, sendo significativamente diferente entre estes dois grupos de estádios (1,5 e 2,3,4).

Relação estágio de maturação/índice gonado-somático/índice hepato-somático

O estudo da relação entre os estádios de maturação (macroscópico), o índice gonado-somático e o índice hepato-somático revelou, como já tinha sido referido anteriormente, um aumento contínuo do índice gonado-somático à medida que avançamos na escala de maturação. Verificou-se igualmente que o índice hepato-somático não registou grandes oscilações nomeadamente nos estádios 2, 3 e 4 (figura 40). No entanto, ao grande aumento do valor do índice gonado-somático do estágio 4 para o 5 corresponde à maior descida no valor do índice hepato-somático, depois de um aumento contínuo do estágio 1 ao 4.

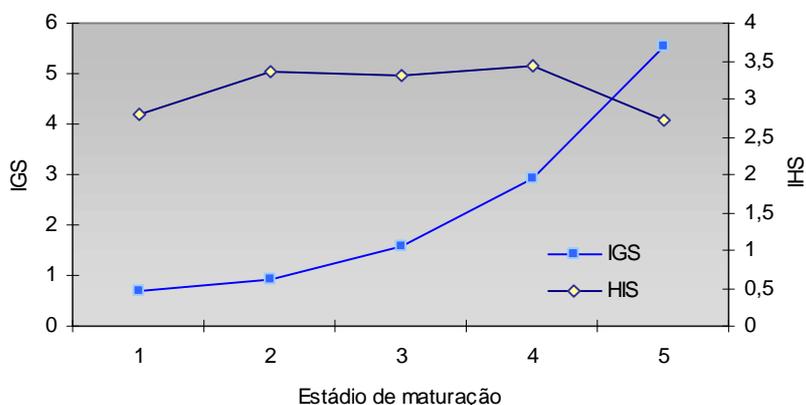


Figura 40 – Relação entre os estádios de maturação (avaliado macroscopicamente), o índice gonado-somático (IGS) e o índice hepato-somático (IHS).

O facto de, durante a vitelogénese primária, correspondente aos estádios 1 e 2, a origem de substâncias de reserva do ovócito ser interna (Sarrasquete *et al.*, 1986; Van Herp e Payen, 1991; Meusy e Payen, 1988), poderá explicar que não se tenham verificado grandes oscilações no índice hepato-somático. Já durante a vitelogénese secundária (estádios 4 e 5) a origem das substâncias de reserva é principalmente extraovocítica, sendo o hepatopâncreas uma das principais fontes de substâncias de reserva (Sarrasquete *et al.*, 1986; Van Herp e Payen, 1991; Meusy e Payen, 1988), o que poderá explicar a queda brusca do índice hepato-somático do estágio 4 para o estágio 5. Estudos em *Cragon crangon*, revelaram que durante a pré-vitelogénese o hepatopâncreas duplica de volume,

diminuindo o seu tamanho durante a vitelogénese; no final da vitelogénese e após a desova o estado do hepatopâncreas é semelhante ao encontrado durante as primeiras fases da ovogénese (Haefner e Spaargaren, 1993), tal como se verificou em *Palaemon serratus*. Os resultados obtidos parecem assim confirmar o importante papel do hepatopâncreas no processo de maturação do ovário, nomeadamente durante a vitelogénese secundária.

3.3.3.2. Tamanho de 1ª maturação

Estádios de maturação/classe de comprimento

A frequência dos vários estádios de maturação, por classes de comprimento, considerando a totalidade de fêmeas amostradas, (Anexo II, tabela 29), revelou que só a partir de um comprimento de 11 mm (Lct2) (Lt = 58 mm) aparecem fêmeas com gónadas em maturação (estádios 3, 4 e 5) (figura 41).

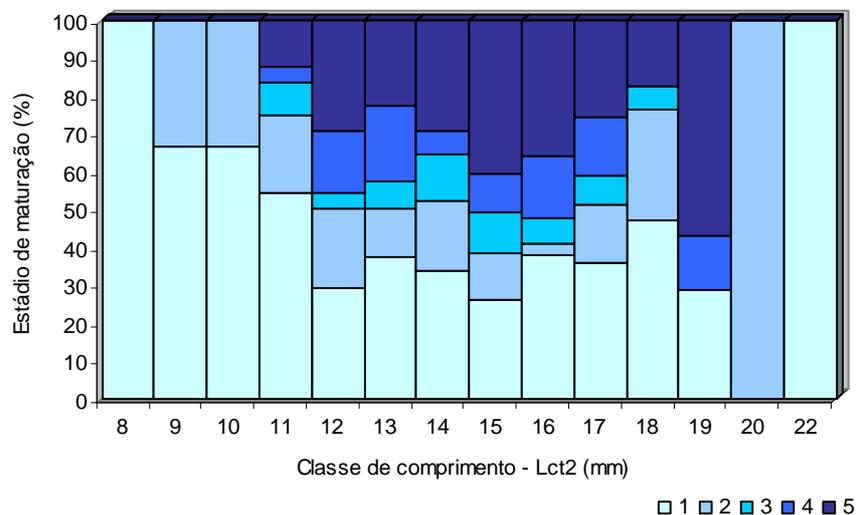


Figura 41 – Frequência dos estádios de maturação, por classe de comprimento, de *P. serratus*, considerando a totalidade das fêmeas amostradas.

Verificou-se ainda que, para a classe de comprimento de 15 mm (Lt = 76 mm), mais de 50% das fêmeas observadas tinham a gónada em maturação. Este

valor dá-nos uma primeira indicação do intervalo de valores (11-15 mm), em que estará compreendido o tamanho de primeira maturação (Lct2).

Proporção de fêmeas com ovos por classe de comprimento

Para os meses de reprodução considerados (Janeiro a Maio), foi determinada a proporção de fêmeas com ovos, por classe de comprimento (Anexo II, tabela 30) (figura 42).

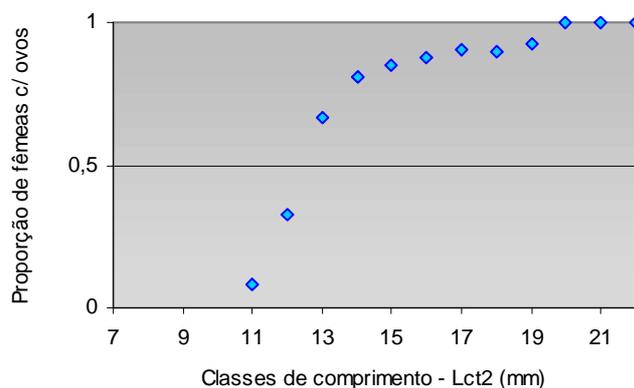


Figura 42 - Valores observados de proporção de fêmeas de *P. serratus* com ovos durante a época de reprodução (Jan-Maio).

Como se verificou que os pontos obtidos não se aproximam de uma sigmoide simétrica, foi aplicado o método de Gulland modificado para determinar o LC₅₀ com mais rigor (figura 43).

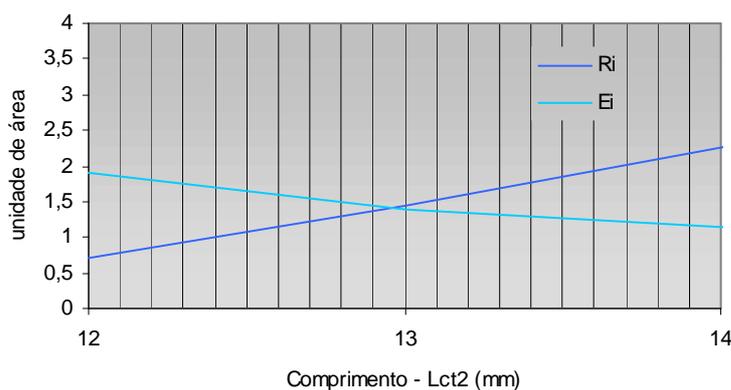


Figura 43 – Determinação do comprimento de primeira maturação de *P. serratus* pelo método de Gulland modificado (Astudillo e Sanchez, 1989) com a totalidade das fêmeas amostradas durante a época de reprodução; E- área acima da curva, à direita de cada comprimento; R- área abaixo da curva, à esquerda de cada comprimento.

A classe de comprimento para a qual se igualam as áreas (LC_{50}), é a dos 12 mm (Lct_2). Por interpolação foi determinado o tamanho de primeira maturação de 12,96 mm (Lct_2), que corresponde a 71,92 mm de comprimento total, valor dentro do intervalo referido acima. Este valor será relacionado com o método seguinte, de modo a permitir comparar com os valores disponíveis na bibliografia.

Proporção de fêmeas maduras por classe de comprimento

Com o objectivo de obter um valor de tamanho de primeira maturação mais preciso, foi determinada a proporção de fêmeas com ovos, adicionadas às fêmeas sem ovos mas nos estádios 4 e 5 (pré-desova) durante os meses de reprodução considerados. Os valores determinados (Anexo II, tabela 31) e a curva sigmoide ajustada permitiram definir o tamanho de primeira maturação de 12,6 mm (Lct_2) o que corresponde a 65,20 mm de comprimento total (figura 44).

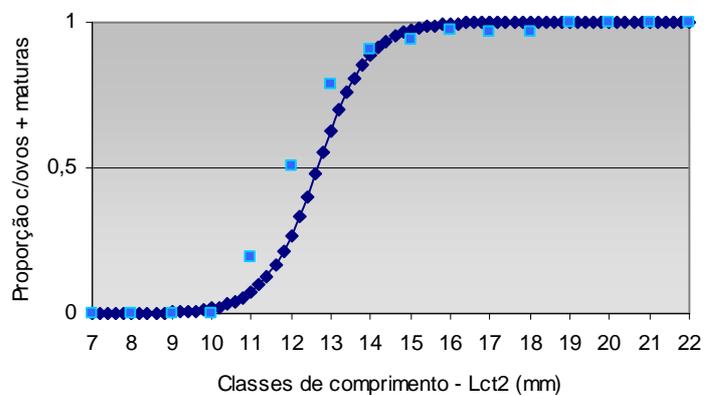


Figura 44 – Proporção observada de fêmeas com ovos e sem ovos no estágio 4 e 5 e curva sigmoide ajustada.

No entanto, a curva sigmoide obtida não se apresentou muito adequada, uma vez que os pontos por nós obtidos não se ajustaram perfeitamente a uma curva sigmoide. Assim, com o objectivo de obter um valor mais exacto, procedeu-se

também à determinação do comprimento de primeira maturação pelo método de Gulland modificado (figura 45).

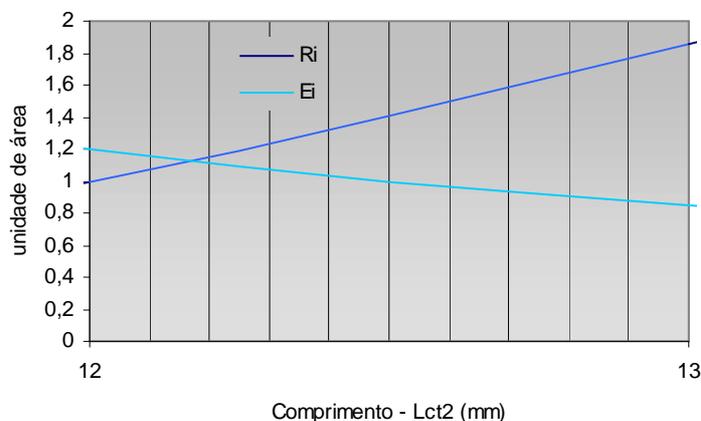


Figura 45 – Determinação do comprimento de primeira maturação de *P. serratus* pelo método de Gulland modificado (Astudillo e Sanchez, 1989) com a totalidade das fêmeas amostradas durante a época de reprodução, nos estádios 4 e 5, adicionadas às fêmeas com ovos; E- área acima da curva, à direita de cada comprimento; R- área abaixo da curva, à esquerda de cada comprimento.

O valor da classe de comprimento para a qual se igualam as áreas (LC_{50}), foi de 12 mm (Lct2). Por interpolação, foi determinado o tamanho de primeira maturação de 12,17 mm (Lct2), que corresponde a 68,04 mm de comprimento total. O tamanho de primeira maturação obtido por este método foi ligeiramente inferior ao determinado anteriormente, considerando apenas as fêmeas com ovos, o que se compreende, pois este método engloba algumas das fêmeas menores em maturação adiantada mas ainda sem ovos, devendo, por estes motivos, ser considerado este valor o que mais se aproxima do valor real para a população em estudo.

Em trabalho anterior (Félicio *et al.*, 2000), com dados preliminares, foi indicado como valor para o tamanho de primeira maturação, 80 mm de comprimento total. A determinação do tamanho de primeira maturação implica, contudo, um grande esforço de amostragem, de maneira a obter uma amostra representativa da população. Este facto, aliado à ambiguidade da determinação macroscópica dos estádios de maturação, poderá explicar o valor elevado deste parâmetro

apresentado naquele trabalho. O tamanho de primeira maturação agora determinado, baseado numa amostragem mais representativa e em pressupostos mais elaborados, apresenta-se mais correcto.

Quando comparamos os presentes resultados com os obtidos por Huerta (1984) para as Rias de Vigo, verificamos que os valores são muito semelhantes. Considerando a totalidade das fêmeas com os ovócitos em final de vitelogénese, Huerta (1984) determinou o tamanho de primeira maturação de 69 mm de comprimento total, valor diferente do agora apresentado apenas em 0,96 mm de comprimento total. Os restantes autores consultados não abordam este parâmetro, pelo que não é possível efectuar comparações com populações de outros locais.

É ainda importante salientar que o comprimento de primeira captura determinado no capítulo I deste trabalho (61,96 mm) é inferior ao tamanho de primeira maturação agora determinado (68 mm), o que significa que com a rede sombreira 50% dos indivíduos são capturados antes de atingirem o tamanho de primeira maturação.

Variação do tamanho de 1ª maturação ao longo do tempo

A possível relação entre o tamanho das fêmeas com ovos e os diferentes momentos da época de reprodução foi também investigada. Foi determinada a proporção de fêmeas com ovos em cada classe de comprimento para cada mês, durante a época de reprodução (Anexo II, tabela 32) o que permitiu determinar os valores do comprimento correspondente a 50% de fêmeas com ovos para cada mês (tabela VII).

Tabela VII – Valores do comprimento pós-orbitário do cefalotórax (Lct2) correspondente a 50% de fêmeas com ovos para cada mês e respectivo comprimento total (LT).

MESES	LCT2 (mm)	LT (mm)
Dezembro	16,99	84,9
Janeiro	13,75	70,4
Fevereiro	8,06	44,8
Março	13,03	67,1
Abril	12	62,5
Mai	13,32	68,4

Pela análise dos resultados obtidos é evidente a existência de uma variação do tamanho de primeira maturação (L_{t50}) ao longo do período de reprodução (figura 46).

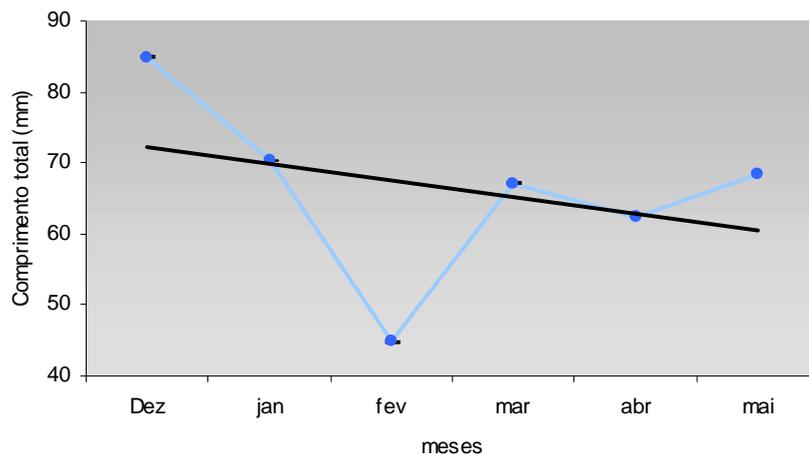


Figura 46 – Variação do tamanho de 50% de maturação (L_{t50}) para as fêmeas de *P. serratus* nos meses de reprodução.

No mês de Dezembro foi registado o valor mais elevado de tamanho de 50% de maturação ($L_{t50} = 82,70$ mm), o que indica que são as fêmeas de maiores dimensões as primeiras a desovar. A partir deste mês até Fevereiro, verificou-se uma diminuição brusca do valor de L_{t50} , resultante do aparecimento das fêmeas de menores dimensões com ovos. As oscilações do L_{t50} verificadas a partir deste mês, poderão ser o resultado de dois grupos de fêmeas em reprodução,

as fêmeas mais jovens em primeira pré-desova e as de maiores dimensões que já estão prestes a realizar uma segunda desova.

Pela análise da linha de tendência que relaciona o L_{t50} com o tempo, verificamos que ao longo do período de reprodução o tamanho de primeira maturação regista um decréscimo, o que confirma esta interpretação.

O mesmo já tinha sido observado para esta espécie na Ria de Vigo (Huerta, 1984) e na Irlanda (Fahy e Gleeson, 1996), indicando a possível existência de grupos separados de fêmeas em reprodução. Estes investigadores verificaram que nas fêmeas de maiores dimensões, uma percentagem elevada apresenta ovos durante todo o ano, enquanto que nas fêmeas de menores dimensões a percentagem com ovos é mais elevada nos meses de Maio e Julho.

Os resultados obtidos vêm reforçar a hipótese da existência de dois períodos de desova para esta espécie, referido acima quando da discussão da evolução dos resultados do índice gonado-somático.

3.3.4. Crescimento

Pela análise dos histogramas das frequências de comprimento de *P. serratus*, para cada sexo e mês correspondente (cap I, figura 9, pág 29 e 30), não foi possível distinguir facilmente as diferentes modas correspondentes aos diferentes grupos de idade presentes na amostra. No caso das fêmeas foram observadas 1 ou 2, no máximo 3 classes modais, enquanto nos machos raramente se observou mais do que uma classe modal.

Assim, o método de Bathacharya foi utilizado para identificar as diferentes modas apenas nas fêmeas de *P. serratus*. Os valores encontrados das classes modais obtidas variaram entre 11 mm e 19,48 mm (Lct2) (Anexo II, tabela 33). Algumas classes de menor tamanho são identificadas nos meses de Junho e Setembro de 2000, o que poderá indicar o comprimento e os momentos em que os juvenis se tornam acessíveis à arte de pesca.

A curva de crescimento para as fêmeas, foi obtida pela progressão das modas, nos meses consecutivos (figura 47).

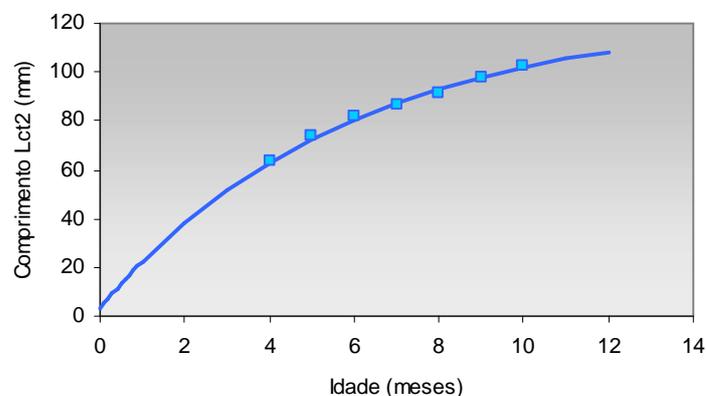


Figura 47 – Crescimento das fêmeas de *P. serratus* e valores modais obtidos.

Considerando que o comprimento dos indivíduos à eclosão é de 3,3 mm (Carli, 1978; Fingham, 1983), decorre por análise da curva de crescimento que a idade correspondente aos indivíduos da primeira classe de comprimento por nós detectada aparenta ser de 4 meses. Assim, ao organizar uma chave

comprimento-idade para as fêmeas desta espécie, obtemos os valores registados na tabela VIII:

Tabela VIII – Chave idade-comprimento para as fêmeas

IDADE (meses)	LT (mm)
4	63,67
5	74,30
6	81,50
7	86,99
8	91,01
9	97,55
10	102,58

Os parâmetros da equação de crescimento de Von Bertalanffy foram determinados pelo método de Chapman (*in* Sparre e Venema, 1991), a partir da sequência das modas da *coorte* de Março, uma vez que esta é mais claramente definida. Assim, a equação de crescimento para as fêmeas é a seguir apresentada:

$$\text{♀ } Lt = 124,223 (1 - e^{-0,1689 (t-3,3224)})$$

em que Lt é o comprimento total, em milímetros, na idade t, em meses.

Comparando o valor máximo do comprimento total registado para as fêmeas nas nossas amostragens, 112 mm, verificamos que este é inferior ao valor de L_{∞} determinado (124,22 mm). Em relação ao parâmetro t_0 , que deverá corresponder à idade do indivíduo quando este tem tamanho nulo (t_0), o valor obtido foi muito elevado. Tal poderá ter acontecido porque os indivíduos de classes de tamanho inferiores não foram capturados pela rede de pesca utilizada, não permitindo um melhor ajuste. Deste modo, o valor de t_0 assim determinado deverá ser ajustado. Com o objectivo de obter um valor de t_0 mais correcto, foi utilizado o valor do comprimento de eclosão das larvas (3,3 mm) referido na bibliografia (Carli, 1978;

Fingham, 1983), para calcular a idade correspondente, usando a equação acima determinada, resultando um valor de $t_0 = 0,17$.

A equação de crescimento resultante é a seguinte:

$$\text{♀ } Lt = 124,223 (1 - e^{-0,1689 (t+0,17)})$$

Com o objectivo de avaliar o crescimento da espécie, na área agora estudada, os parâmetros obtidos foram comparados com os disponíveis na literatura publicada (tabela IX).

Tabela IIX – Parâmetros de crescimento (L_∞ = crescimento assintótico, k = constante de crescimento/ano, t_0 = idade correspondente ao tamanho nulo) para *P. serratus* por diferentes autores.(*).(*) valores na origem expressos em L_{ct1} e transformados em L_t de acordo com a equação por nós determinada.

LOCAL	SEXO	L_∞	K	T_0	REFERÊNCIAS
França	♀	*125,95	-0,545/ano	0,203	Campilho (1984)
França	♂	*97,600	-0,660/ano	0,371	Campilho (1984)
Rias de Vigo	♀	137,4	-0,48/ano	0,09	Huerta (1984)
Rias de Vigo	♂	97,84	-0,73/ano	0,05	Huerta (1984)
Norte de Portugal	♀	124,223	-0,169/mês	0,17	Presente trabalho

Em relação às fêmeas verificamos que o valor de L_∞ determinado neste trabalho está bastante próximo do obtido por Campillo (1984), sendo contudo um pouco inferior ao registado por Huerta (1984). Em relação à constante de crescimento (K), verificamos que o valor determinado neste trabalho é bastante superior ao observado pelos outros autores.

Estudos de crescimento desta espécie em antigas salinas em Cadiz revelaram uma taxa de crescimento também bastante elevada quando comparada com a

referida por Forster (1951) em Inglaterra e por Campillo e Luquet (1975) em laboratório (Rodriguez, 1981).

A partir dos valores do comprimento médio a cada idade, foram calculados os valores de taxa de crescimento (mm/mês) (Anexo II, tabela 34) (figura 48).

Os valores de taxa de crescimento encontrados oscilaram bastante ao longo do tempo, variando entre 0,6 e os 2,23 mm/mês, não se evidenciando um padrão de crescimento claro.

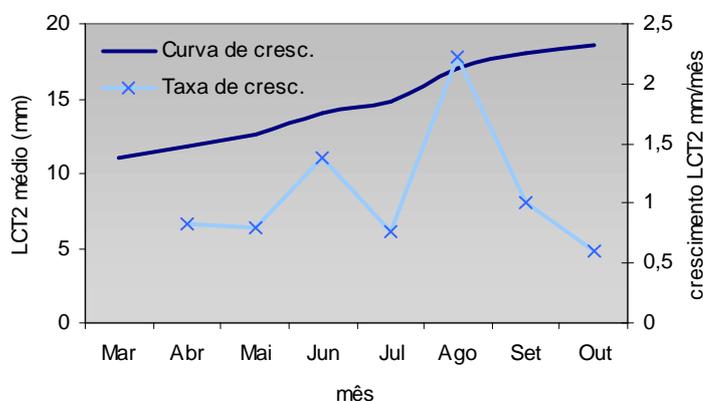


Figura 48 – Curva de crescimento da coorte de março de 2000, e variação da taxa de crescimento (mm/mês) em fêmeas de *P. serratus*.

Um padrão de crescimento por mudas, aliado a uma amostragem bastante grande, recolhendo, por esse motivo, indivíduos de diferentes sub-populações, implica a presença simultânea de indivíduos em várias fases de crescimento, de onde pode resultar uma sub-avaliação do comprimento médio em algumas amostras e uma sobre-avaliação desse valor em outras amostras. Assim, não será surpreendente que não se detecte um padrão de crescimento muito nítido. Note-se, no entanto, que é nos meses quentes de Junho e Agosto que se registam os valores máximos de taxa de crescimento.

A curva de crescimento obtida por Rodriguez (1981) para esta espécie, revelou que no Inverno, período em que as fêmeas transportam os ovos, o crescimento praticamente cessa.

CAPÍTULO IV

ESTRUTURA DE OVÓCITOS DE *Palaemon serratus*

4. ESTRUTURA DE OVÓCITOS DE *Palaemon serratus*

4.1. Introdução

A reprodução de crustáceos decápodes, nomeadamente os aspectos estruturais e ultraestruturais do desenvolvimento ovocitário, têm sido abordados por diversos autores. Contudo a maioria dos trabalhos realizados são sobre peneídeos (*Aristaeomorpha foliacea*, *Penaeus kerathurus*, *Penaeus japonicus*, *Penaeus monodon* e *Penaeus paulensis*) (Neiva *et al.*, 1971; Figueiredo, 1972; Worsmann, *et al.*, 1976; Rodríguez, 1981; Carvalho, 1997; Carvalho *et al.*, 1998a e b, 1999), uma vez que é neste grupo que se encontram as espécies de elevado valor comercial e consequentemente mais interessantes para a aquacultura, sendo os estudos nas espécies do grupo caridea mais escassos (Bonina, 1974; Papathanassiou e King, 1984; Sarrasquete *et al.*, 1986).

A reprodução em crustáceos decápodes pode ser dividida em várias fases que se repetem umas contínua e outras ciclicamente. A previtelogénese e a vitelogénese primária são fenómenos contínuos, enquanto a vitelogénese secundária é um fenómeno cíclico que ocorre apenas durante a época reprodutiva em fêmeas adultas (Payen, 1981).

A ovogénese tem início com a saída das ovogónias da zona germinativa, e com o início da meiose (profase 1); estas células, com núcleos de grandes dimensões e cromatina granular, aumentam de dimensão dando origem aos ovócitos previtelogénicos com núcleo central e com grandes nucléolos (Payen, 1981; Rankin e Davis, 1990). Durante a vitelogénese verifica-se uma intensa actividade metabólica do ovócito e consequente síntese e acumulação de grandes quantidades de vitelo nos ovócitos; estes aumentam de tamanho e tomam a sua posição definitiva dentro do ovário. A vitelogénese compreende duas fases distintas, a vitelogénese primária, em que as reservas vitelinas são sintetizadas pelo próprio ovócito (intra-ovocítica) e a vitelogénese secundária,

em que a maioria das reservas vitelinas têm origem externa (extra-ovocítica) (Payen 1981; Carvalho, 1997; Carvalho *et al.*, 1998b).

O local de síntese da vitelogenina (proteína precursora do vitelo que circula na hemolinfa das fêmeas vitelogénicas), bem como o mecanismo de síntese e acumulação do vitelo por parte dos ovócitos, são aspectos da vitelogénese ainda um pouco controversos. Enquanto para alguns autores a vitelina é produzida exclusivamente dentro do ovócito (origem intra-ovocítica) (Beams e Kessel, 1963; Ganion e Kessel, 1972), para outros a sua produção é externa (origem extra-ovocítica) (Wolin *et al.*, 1973). Actualmente a hipótese da dupla origem, extra e intra-ovocítica é a mais aceite, sendo a vitelina sintetizada em vários locais. Assim, nos ovócitos previtelogénicos e durante a vitelogénese primária, a maioria das proteínas do vitelo são sintetizadas no citoplasma pelos ribossomas - vitelogénese endógena. Durante a vitelogénese secundária é a vitelogenina que penetra no ovócito por pinocitose, a precursora do vitelo exógeno, transportando com ela outras reservas orgânicas como hidratos de carbono, lípidos e proteínas, provavelmente do hepatopâncreas à gónada - vitelogénese exógena (Sarrasquete *et al.*, 1986).

A formação e armazenamento de lípidos nos ovócitos é uma das características da vitelogénese secundária ou exógena em crustáceos (Payen, 1981). Contudo, a origem das inclusões lipídicas ainda não está esclarecida. Estudos realizados no lagostim de água doce sugerem que a denominada “fracção lipídica” do vitelo surge “de novo” sem qualquer relação morfológica com outros organelos citoplasmáticos (Beams e Kessel, 1963). O mesmo foi referido para *P. serratus* (Papathanassiou e King, 1984). A origem dos grandes agregados de gotículas lipídicas observadas em *Penaeus kerathurus* não foi também possível de determinar (Carvalho, 1997). Outros autores relacionam a entrada de lípidos com a entrada de um precursor do vitelo, a vitelogenina (Adiyodi, 1968a e b e 1969 a e b; Adiyodi e Adiyodi, 1970; Sarrasquete *et al.*, 1986).

O ovário de *P. serratus* observado em corte transversal, é constituído por tabiques de tecido conjuntivo, com origem na cápsula que recobre a denominada lâmina basal. Estas lâminas basais são constituídas por um epitélio germinativo e um epitélio folicular que delimitam os sacos ovíferos. Dentro destes sacos desenvolvem-se as células germinativas durante a ovogénese. As células foliculares, situadas abaixo da cápsula ovárica, acompanham as lâminas basais e rodeiam os ovócitos em certos estádios do desenvolvimento ovocitário (Sarrasquete *et al.*, 1986).

A localização da camada germinativa, que constitui a zona de proliferação do ovócito, pode variar de espécie para espécie consoante o estádio de desenvolvimento da gónada. Assim, esta zona germinativa localizada perifericamente pode ser deslocada muitas vezes para uma posição central no ovário de uma fêmea adulta, pelo crescimento e diferenciação dos ovócitos (Charniaux-Cotton, 1980). Nos braquiuros (caranguejos) as ovogónias e os ovócitos pré-vitelogénicos localizados na região central do ovário, à medida que se vão diferenciando vão sendo empurrados para a periferia do ovário (*Libinia marginata*: Hinsch e Cone, 1969; *Ranina ranina*: Minagawa *et al.*, 1993).

As células foliculares são as únicas células não germinativas na parede do ovário dos crustáceos, têm origem mesodérmica e surgem do epitélio germinal. Durante a vitelogénese e o crescimento dos ovócitos, estas células que se encontravam no epitélio germinativo, deslocam-se para a zona de crescimento, onde se juntam na periferia de cada ovócito – foliculogénese secundária (Fauvel e Grasse, 1981). A vitelogénese secundária tem início com a foliculogénese secundária (Charniaux-cotton, 1980). As células foliculares podem desempenhar um papel importante na produção do vitelo, durante a vitelogénese em decápodes, tendo-se verificado que em *P. serratus* a síntese de proteínas ocorre quando o córion se começa a formar, sugerindo que estas células podem desempenhar um importante papel no seu desenvolvimento (Papathanassiou e King, 1984). Durante a vitelogénese, as células foliculares tornam-se achatadas

e formam uma fina camada que rodeia cada ovócito. Quando os ovócitos estão maduros ocorre a separação do ovócito das células foliculares – ovulação (Yano, 1988; Chow *et al.*, 1993).

Em *P. serratus* bem como em *Macrobrachium rosenbergii*, em que a maturação ocorre em sincronia com a pré-muda, a ovulação, retracção do epitélio folicular e a separação da camada folicular dos ovócitos ocorrem após a muda. Ao contrário do que acontece nos peneídeos, em que as células foliculares degeneram após a ovulação (Anderson *et al.*, 1984), em *P. serratus* a retracção do epitélio folicular origina cristas de tecido mesodérmico folicular que após a desova se concentra na periferia do ovário para ser utilizado na foliculogénese seguinte (Meusy e Payen, 1988).

A presença de dois tipos diferentes de células foliculares a rodear um mesmo ovócito foi registada em *P. kerathurus*, constituindo a primeira descrição do género em crustáceos, não tendo sido contudo determinadas as funções de cada tipo de células na ovogénese (Carvalho, 1997).

Os ovócitos são ovulados no início da fase de maturação e após a ovulação a divisão meiótica progride até a metafase da primeira maturação (Yano, 1988). Depois da ovulação, as células foliculares retomam a sua forma esférica original e os ovócitos maduros que não foram libertados são reabsorvidos (Tan Fermin e Pudadera, 1989; Rankin e Davis, 1990).

Logo que se efectua a desova, o ovário entra num processo de reparação e rematuração. Este processo foi descrito por Yano (1984) para *Penaeus japonicus* em condições de cultivo e compreende três fases: 1 – absorção dos ovócitos que não foram desovados e reparação do ovário; 2 – aparecimento de ovários no estágio I de glóbulo lipídico, aumento do número e rápido crescimento das células foliculares; 3 – acumulação de grânulos de vitelo no citoplasma dos ovócitos.

Critérios de divisão do desenvolvimento do ovário

Sendo o desenvolvimento ovocitário um processo contínuo, torna muitas vezes difícil a sua divisão em fases, o que aliado aos diferentes critérios utilizados, se traduz em numerosas formas de efectuar esta divisão que varia de autor para autor. Meusy e Payen (1988) separam a ovogénese em pré-vitelogénese, vitelogénese, crescimento do ovócito e maturação. Adiyodi e Subramoniam (1983, *in* Krol *et al.*, 1992) dividem a ovogénese numa fase proliferativa, em que as ovogónias são produzidas por mitose na zona germinal e em diferentes fases diferenciativas, em que a ovógonia se desenvolve desde a fase previtelogénica até à maturação. Na fase diferenciativa, os ovócitos vão para a zona de crescimento onde entram imediatamente em meiose. À medida que vai progredindo a meiose, ocorrem mudanças no núcleo e citoplasma, os ovócitos aumentam de tamanho e reorganizam-se na sua posição final dentro do ovário.

Para a espécie em estudo foram realizados alguns trabalhos em que foram utilizadas escalas de maturação, baseadas em características macroscópicas como a cor (resultante da síntese de pigmentos carotenoides) e o tamanho do ovário visto através da carapaça (Forster, 1951; Campillo, 1979; Huerta, 1984). A utilização deste tipo de escalas, apesar da grande subjectividade que lhes está inerente, pode ser de muita utilidade para a aquacultura e pescas, uma vez que além de não implicar a morte do animal, permite uma determinação rápida do estágio de maturação das gónadas, pois não implica todo o processo histológico inerente às escalas baseadas em características microscópicas.

Para o decápode peneídeo *Aristaeomorpha foliacea*, espécie de grande importância económica na pesca profissional, relacionando os resultados das observações histológicas, do diâmetro médio dos ovócitos, do índice gonado-somático e da cor da gónada fresca (após disseção) com a cor do ovário através do esqueleto, Levi e Vacchi (1988) propuseram uma escala macroscópica do desenvolvimento do ovário de I a IV.

O estudo histológico e histoquímico da ovógenese em *P. serratus* foram realizados por Sarrasquete (1986). Durante o desenvolvimento ovocitário de *P. serratus*, os ovócitos sofrem grandes variações morfológicas, de dimensão e de afinidade tintorial. Alguns autores atribuem estas variações a mudanças de afinidade tintorial dos glóbulos de vitelo e a uma provável diferença na sua densidade (Albanese *et al.*, 1973, in Sarrasquete *et al.*, 1986). Sarrasquete *et al.* (1986) defendem contudo que estas diferenças são resultantes de variações nos grupos aniônicos e catiónicos das macromoléculas que constituem o vitelo, como os hidratos de carbono, as proteínas e os lípidos, que variam durante a vitelogénese dos crustáceos.

A ovógenese em *P. serratus*, segundo Sarrasquete *et al.* (1986) pode ser dividida em duas fases principais: a previtelogénese (P) e a vitelogénese (V). A previtelogénese (P) compreende duas fases, correspondentes a dois tipos de células: a ovógonia (P1) com o citoplasma algo basófilo e núcleo de grandes dimensões com um nucléolo e o ovócito basófilo (P2) de maiores dimensões com o citoplasma ainda mais basófilo (RNA). A vitelogénese (V) compreende a vitelogénese primária (V1) e a vitelogénese secundária (V2), e cada uma delas engloba ainda dois estádios consoante as características tintórias das células. Nos ovócitos de transição (V1-1), o citoplasma apresenta granulação acidófila perinuclear, enquanto no ovócito acidófilo I (V1-2) o citoplasma granular acidófilo apresenta já vacúolos perinucleares. Dentro dos ovócitos em vitelogénese secundária este autor distingue o ovócito acidófilo II (V2-1) com grânulos de vitelo apenas na periferia da célula e o ovócito acidófilo III (V2-2) repleto de grânulos de vitelo.

O objectivo do presente trabalho consiste no estudo da evolução do processo maturativo dos ovários de *P. serratus*, no seu aspecto histológico, através da descrição das diferentes fases da ovogénese.

4.2. Material e métodos

4.2.1. Técnicas histológicas

Foram executadas duas técnicas histológicas para microscopia óptica: blocos em parafina e blocos em resina. Esta última técnica foi aplicada nos ovários em estádios de maturação já avançada (estádios IV e V) já que os cortes obtidos dos blocos em parafina não foram satisfatórios.

Blocos em parafina

Os ovários foram extraídos de exemplares vivos e fixados em Bouin (solução saturada de ácido pícrico, formol e ácido acético), durante 48 horas.

Seguidamente procedeu-se à desidratação por uma série ascendente de álcoois (álcool 75° - 2 dias no frigorífico; álcool 90° - 90 minutos; álcool 95° - 90 minutos; álcool 100° - 24 horas várias renovações), álcool/xilol (1:1) (60 minutos) e xilol (2 x 60 minutos). Foi efectuado um banho em xilol / parafina de 60 minutos a que se seguiu um primeiro banho em parafina (ponto de fusão 56° - 58°) de 60 minutos e um segundo banho de 24 horas. A inclusão foi feita em moldes SHANDON.

Os cortes histológicos foram efectuados num micrómetro manual (Minot) com uma espessura de 5 a 7 micrómetros. As lâminas sofreram um banho prévio com Poly-L-Lysina (1/10) durante 5 minutos com posterior secagem na estufa a 60 °C durante uma hora. Este banho permitiu uma melhor adesão dos cortes às lâminas. Posteriormente, as lâminas foram colocadas na estufa a 37° durante cerca de 12 horas.

Para se proceder à coloração das lâminas, estas foram previamente desparafinadas através de um banho de xilol (cerca de 15 minutos na estufa a 37°) e rehidratadas com uma série descendente de álcoois (álcool absoluto – 2 minutos; álcool a 95° – 2 minutos; álcool a 90 – 2 minutos), água corrente (até a peça ficar branca) e por fim em água destilada (4 minutos).

A técnica de coloração utilizada para diferenciar as diferentes fases de maturação dos ovários e evidenciar os distintos componentes celulares, foi a hemalúmen-eosina, referida por Gutiérrez (1967) como particularmente favorável ao estudo dos estádios das gónadas de peixes, crustáceos e moluscos, dado que permite distinguir facilmente as células basófilas e eosinófilas.

As lâminas foram inseridas numa tina com hemalúmen (hematoxilina McGill) durante cerca de 5 minutos, sendo posteriormente lavadas em água corrente. Para retirar o excesso de corante são colocadas algumas gotas de HCl (1% em álcool) nas preparações, que depois são lavadas em água corrente e água destilada durante 5 minutos. Seguidamente as lâminas foram colocadas na tina com eosina (1%) durante 2 minutos, seguindo-se uma lavagem em água corrente e água destilada. A desidratação foi efectuada numa série ascendente de álcoois (álcool a 90%, 95% e dois banhos em álcool absoluto) e por fim em dois banhos em xilol.

A montagem das lâminas foi efectuada em DPX e a secagem processou-se à temperatura ambiente.

Blocos em resina

As amostras de ovários de *P. serratus* foram conservadas em formol a 10% neutralizado e tamponado, durante pelo menos 48 horas. Posteriormente, as amostras foram cortadas em pequenos pedaços tendo-se procedido à desidratação em três dias consecutivos (3 lavagens em álcool a 70% - 1º dia; 3 lavagens em álcool a 90% - 2º dia; 2 a 3 lavagens com álcool a 95%). A impregnação foi efectuada com a solução de infiltração (50% de etanol a 95% e 50% de resina activa) à qual se seguiu a inclusão em resina pura (tecnovit 7100 - Kulzer) durante cerca de 24 horas.

As peças foram colocadas em moldes com a resina misturada com o endurecedor. A secagem dos blocos resultantes durou 24 horas. Após a

secagem os blocos foram retirados, lixados e colados com supercola 3 a suportes de madeira.

Para a realização dos cortes com cerca de 3 micrómetros de espessura foi utilizado um micrometro Leica (JUNG RM 2035), com facas de tungsténio. Os cortes foram corados com uma solução de azul de toluidina a 1% com boráx, lavados e diferenciados com água.

A montagem das lâminas foi efectuada em ENTELLAN (Merck) e a secagem processou-se à temperatura ambiente.

4.2.2. Análise das lâminas

As lâminas foram observadas ao microscópio óptico para determinação do estágio de maturação.

Dada a existência de alguma diversidade nos critérios utilizados para a diferenciação dos diferentes estádios de maturação, neste trabalho foram estabelecidas e caracterizadas cinco fases, baseadas nas características morfológicas, dimensões e afinidade tintorial dos ovócitos, que foram comparadas com a bibliografia existente. Os diferentes estádios identificados microscopicamente foram ainda relacionados com a escala de maturação baseada em características macroscópicas utilizada.

Com o objectivo de obter uma distribuição da frequência do diâmetro dos ovócitos, e por outro lado determinar o diâmetro médio dos ovócitos para cada estágio de maturação, foram efectuadas medições em 5815 ovócitos. Estas medições foram efectuadas no microscópio óptico, com uma objectiva de 40X, com auxílio de um sistema informático de análise de imagem – Leica Qwin 500.

Através deste sistema de análise de imagem foram realizadas microfotografias de diferentes aspectos da gónada nos vários estádios de maturação considerados. Posteriormente estas fotografias foram tratadas no programa *Photo editor*, para melhorar o contraste e inserir a escala.

4.3. Resultados e discussão

Foram observados cortes histológicos de 130 ovários de fêmeas de *P. serratus*, correspondentes a cinco fases ou estádios de maturação (I – Previtelogénese, II – Vitelogénese primária inicial, III - Vitelogénese primária final, IV – Vitelogénese secundária inicial e V – Vitelogénese secundária final), que serão posteriormente descritos. Do total das gónadas observadas, algumas apresentaram ovócitos atresícos (ovócitos em degeneração) e ovócitos em diferentes estádios de maturação resultantes de um processo de rematuração, tendo-se considerado estas gónadas em pós-desova ou rematuração.

Sabendo que o desenvolvimento dos ovócitos não se faz de uma forma simultânea e estando presentes ovócitos em diferentes estádios de maturação na mesma gónada, a determinação do estádio de maturação da gónada baseou-se nas características morfológicas e tintoriais dos ovócitos dominantes.

De um total de 130 cortes histológicos observados, correspondentes a igual número de fêmeas, 4 encontravam-se no estágio I, 12 no estágio II, 30 no estágio III, 21 no estágio IV, 45 no estágio V e 18 em pós-desova/rematuração (figura 49).

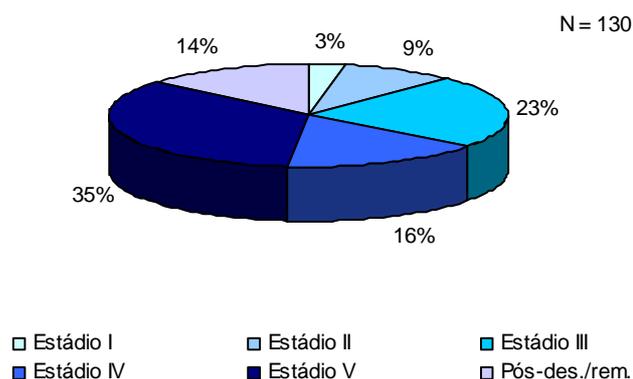


Figura 49 – Estádios de maturação microscópica (%) registados em *P. serratus*.

Pela observação microscópica destas 130 gónadas, verificou-se que o estágio de maturação atribuído, baseado nas características macroscópicas, apenas estava correcto em 30,3% dos ovários observados. Factores como a subjectividade inerente a estas escalas, bem como o facto do crescimento e maturação das gónadas ser um processo contínuo, dificulta muitas vezes a atribuição precisa de um estágio de maturação com base apenas em características macroscópicas. Contudo, de uma maneira geral, a escala utilizada demonstrou ser adequada para identificar as três etapas principais do desenvolvimento do ovário (previtelogénese, vitelogénese primária e vitelogénese secundária) (figura 50), uma vez que 83% das gónadas foram correctamente classificadas dentro destas três categorias

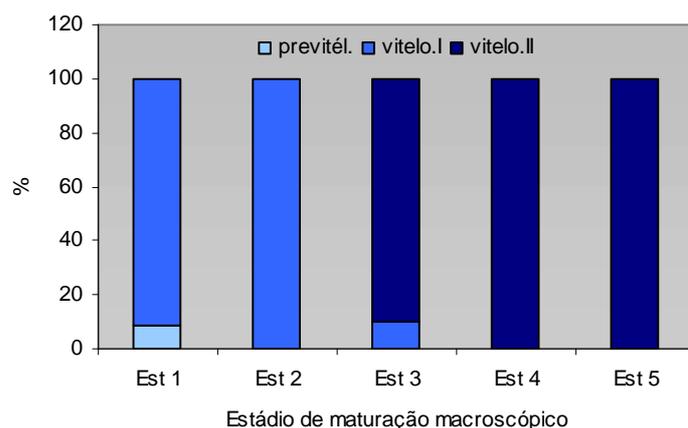


Figura 50 – Estádios de maturação baseados em características macroscópicas e respectivas fases do desenvolvimento do ovário determinadas microscopicamente.

A utilização de uma forma sistemática deste tipo de escalas em campanhas de pesca pode permitir uma melhor estimativa da época reprodutiva desta espécie.

A relação entre o estágio de maturação microscópico determinado e os respectivos índices gónado-somático e hepato-somático (Anexo III, tabela 1), foi estabelecida considerando as 112 gónadas, não tendo sido incluídas as 18 gónadas em pós desova/rematuração (figura 51).

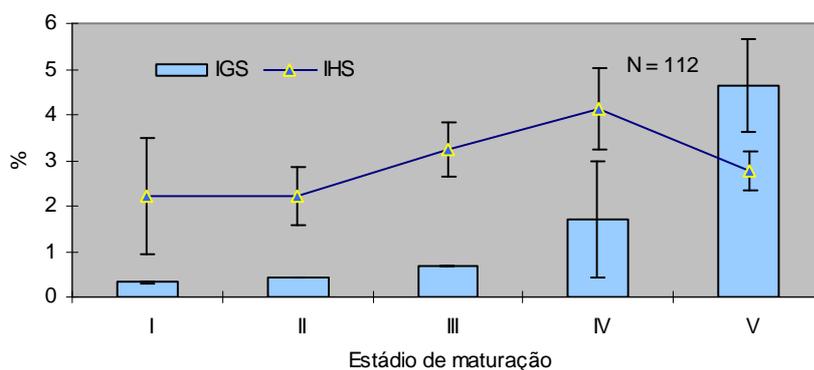


Figura 51 – Estádios de maturação (baseados em características microscópicas), respectivos valores médios do índice gónado-somático (IGS) e hepato-somático (IHS) e respectivos erros padrões para fêmeas de *P. serratus*.

Pela análise estatística efectuada verificou-se que em relação aos estádios de maturação, existem diferenças significativas quer em relação ao índice gonado-somático (IGS) ($F = 63,516$; $p = 0,000$) quer em relação ao índice hepato-somático (IHS) ($F = 9,549$; $p = 0,000$). Pela realização do Teste de Tuckey (Anexo III, tabela 2) verificou-se que, em relação ao índice gonado-somático, existem diferenças significativas entre o estágio IV e V e entre estes e os restantes estádios de maturação.

Assim, pela análise do valor médio do índice gonado-somático é evidente a separação dos ovários em previtelogénese e vitelogénese primária (estádios I a III) dos ovários em vitelogénese secundária (estádios IV a V). É ainda possível separar os ovários em vitelogénese secundária inicial daqueles que se encontram em vitelogénese final. O mesmo não acontece em relação aos ovários em previtelogénese e vitelogénese primária, que não são estatisticamente diferentes em relação ao índice gonado-somático, o que explica a dificuldade muitas vezes encontrada em distinguir macroscopicamente estes dois estádios. O facto de ser durante a vitelogénese secundária que ocorre um grande acúmulo de substâncias de reserva, vai reflectir-se num aumento significativo do índice gonado-somático.

Durante o desenvolvimento do ovário, alterações da coloração ocorrem em conjunto com alterações morfológicas e num aumento do volume da gónada que

se reflecte num aumento do índice gonado-somático. Em *Aristaeomorfa foliacea* um ovário maturo pode pesar cerca de 1% do peso total do animal (Levi e Vacchi, 1988). A utilização do índice gonado-somático pode assim constituir um método útil para a determinação da maturidade sexual, quando a utilização de uma escala macroscópica não é possível (Levi e Vacchi, 1988).

Em relação ao índice hepato-somático, foram encontradas diferenças significativas entre o estágio de vitelogénese primária inicial (II) e os estádios de vitelogénese primária final (III) e vitelogénese secundária inicial (IV); as diferenças entre o estágio de vitelogénese secundária inicial (IV) e vitelogénese secundária final (V) foram também significativas. Pelo contrário, as diferenças encontradas entre os estádios de previtelogénese e vitelogénese primária inicial (estádio I e II) e o estágio de vitelogénese secundária final (estádio V) não foram significativas (Anexo III, tabela 3).

Estes resultados estão de acordo com os obtidos no Capítulo II quando se relacionou o estágio de maturação macroscópico com o índice hepato-somático e vêm apoiar a hipótese do hepatopâncreas desempenhar um importante papel no desenvolvimento da gónada durante a vitelogénese secundária.

4.3.1 Diâmetro dos ovócitos

As medições efectuadas em cerca de 5815 ovócitos, revelaram que o diâmetro dos ovócitos variou entre 14,58 e 662,24 micrómetros, não sendo contudo possível distinguir os diferentes tipos de ovócito pela análise na distribuição das suas frequências. Apenas foi possível observar uma clara separação entre os ovócitos em vitelogénese final (estádio V) e os restantes (estádio I, estágio II, estágio III, estágio IV). Verificou-se ainda que à medida que aumenta o diâmetro do ovócito, a sua frequência diminui, havendo uma abundância dominante dos ovócitos em estádios menos desenvolvidos (figura 52).

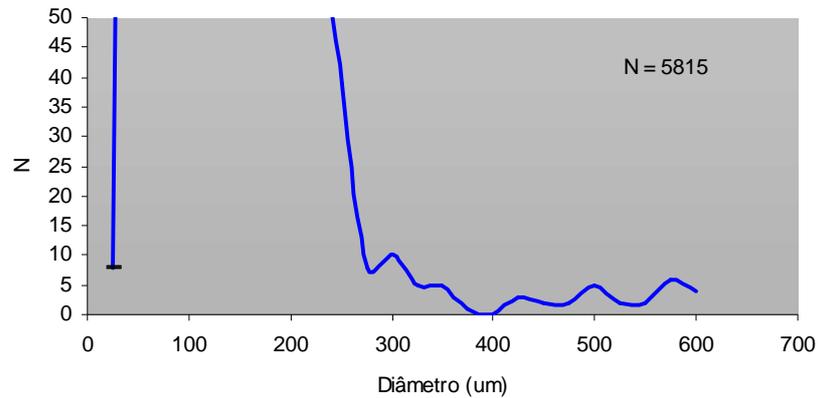


Figura 52 – Frequência do diâmetro dos ovócitos (μm) (pico aos 100 μm , com $n=1420$).

Com o objectivo de tentar obter uma melhor separação das cinco categorias de ovócitos consideradas, foi determinada a frequência do diâmetro de mais de 303 ovócitos de cada estágio de maturação (Anexo III, tabela 4) (figura 53).

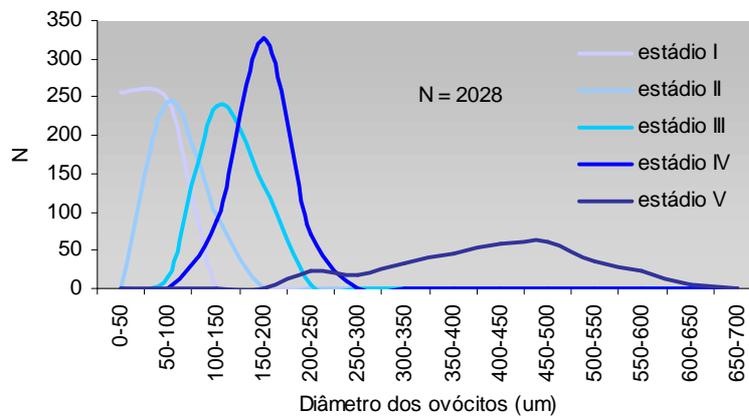


Figura 53 – Frequência do diâmetro dos ovócitos (μm) de cada estágio de maturação.

Pela análise dos resultados obtidos, das diferentes categorias dos ovócitos, verifica-se que existe uma certa sobreposição.

A existência de variabilidade na dimensão dos ovócitos, a dificuldade na classificação exacta do estágio de maturação do ovócito e o facto de o plano de

corde não ser sempre o mesmo, são factores que poderão condicionar uma separação mais nítida dos seus diâmetros.

A análise do diâmetro médio dos ovócitos, revelou a existência de diferenças significativas entre cada estágio de maturação e todos os outros (figura 54) ($F=3741$; $p=0,000$) (Anexo III, tabela 5).

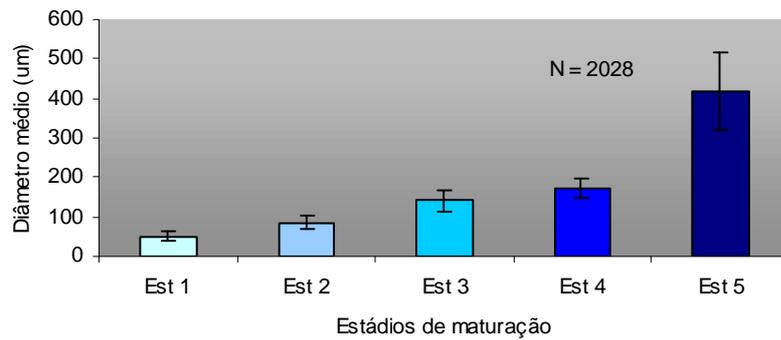


Figura 54 – Diâmetro médio dos ovócitos (µm) e respectivo desvio padrão para cada estágio de maturação.

4.3.2. Descrição dos diferentes estádios de maturação dos ovários

Estádio I – Previtelogénese

Os ovários em estágio I, ou seja, em previtelogénese, apresentaram-se transparentes ou brancos ocupando apenas um oitavo do cefalotórax, resultando num índice gonado-somático médio de 0,3.

Este estágio característico da época não reprodutiva ou dos indivíduos imaturos é caracterizado por uma grande produção de ovogónias na zona de proliferação e ovócitos previtelogénicos. O ovário apresenta-se constituído por diversos folículos ováricos separados por uma parede formada por tecido conjuntivo, células musculares e várias camadas de células foliculares (figura 55).

O diâmetro destes ovócitos variou entre 21,93 μm e 84,75 μm (média = 50,68 μm \pm 11,12). Contudo este estágio pode incluir dois tipos de células: as ovogónias e os ovócitos previtelogénicos. As ovogónias são células germinativas muito pequenas com afinidade tintorial débil, unidas à lâmina basal, com uma relação núcleo/citoplasma muito elevada. O núcleo apresenta um grande nucléolo muito basófilo e é envolvido por uma fina camada de citoplasma corado intensamente pelo hemalúmen (figura 55, 56 e 57). Estas células encontram-se envolvidas por tecido mesodérmico que as impede de entrar em meiose. Quando estas células saem da zona germinativa iniciam o crescimento e dão origem aos ovócitos previtelogénicos (Sarrasquete, 1986; Charniaux-Cotton, 1980). Os ovócitos previtelogénicos são células semelhantes às ovogónias, de forma redonda a poliédrica, de maiores dimensões, com o citoplasma mais basófilo e com a cromatina reorganizada (corado pelo hemalúmen) (figuras 55, 56 e 58). Estes ovócitos, devido às suas características tintoriais, podem também ser designadas de ovócitos basófilos (Sarrasquete *et al.*, 1986). A basofilia destas células foi também observada noutras espécies como *P. adspersus* (Bonina,

1974) e *Penaeus Kerathurus* (Gutiérrez *et al.*, 1985; Carvalho, 1997) e parece estar relacionada com a quantidade de RNA e com o número de ribossomas livres nestes ovócitos (Sarrasquete *et al.*, 1986).

Sarrasquete *et al.* (1984) divide a pré-vitelogénese em duas fases, separando as ovógonias dos ovócitos basófilos, registando um diâmetro médio de 18,8 μm e 62,41 μm , respectivamente. A previtelogénese foi denominada de fase de crescimento por Figueiredo (1972) ao descrever o ciclo maturativo do ovário de *P. kerathurus*, enquanto Carvalho (1997) o designa também de pré-vitelogénese.

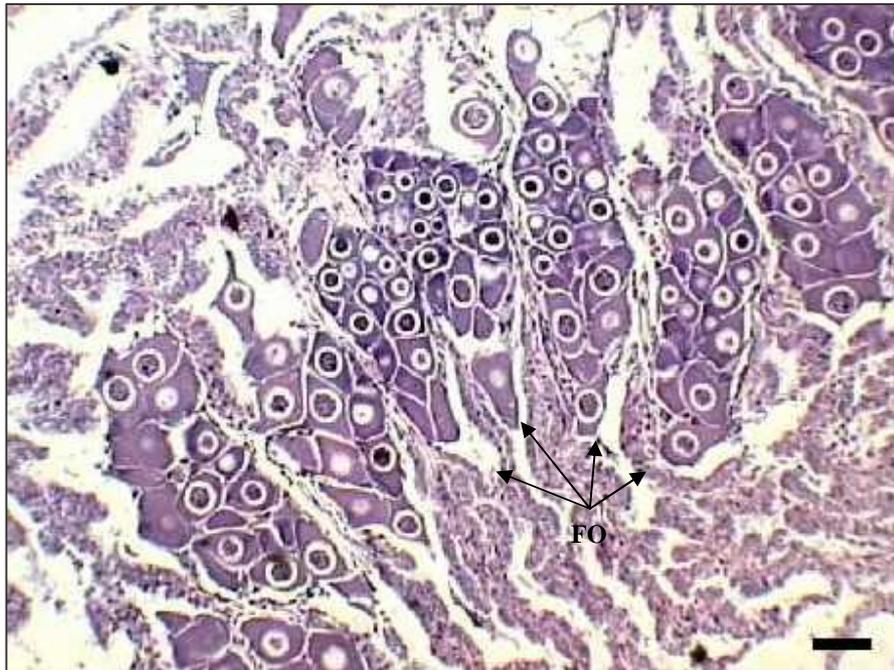


Figura 55 – Ovário de *P. serratus* em Previtelogénese (coloração hematoxilina-eosina; escala 100 μ m) (FO – folículos ovários).

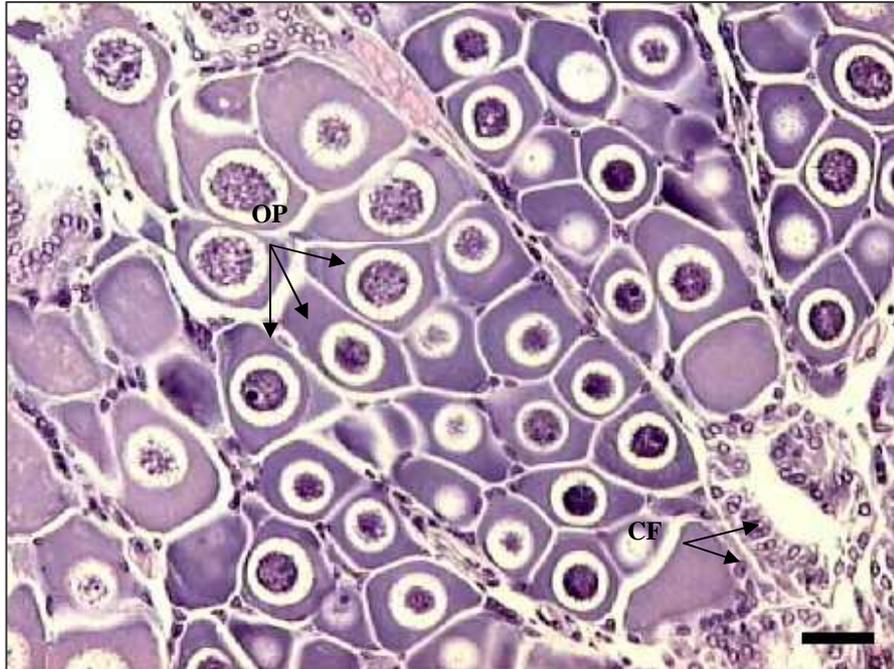


Figura 56 – Ovário de *P. serratus* em Previtelogénese (coloração de hematoxilina-eosina; escala 50 μ m) (OP – ovócitos previtelogénicos; CF – células foliculares).

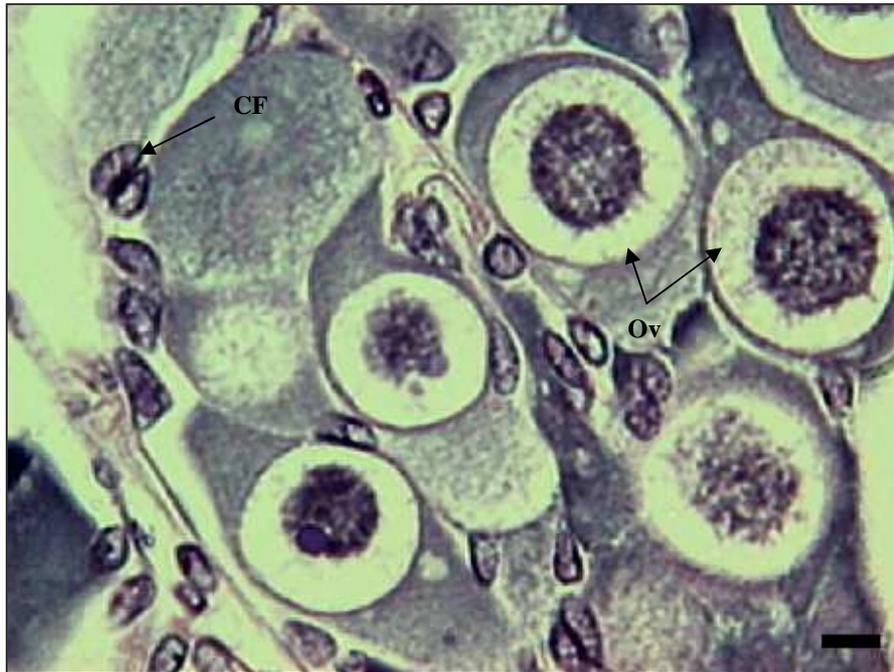


Figura 57 – Ovogônias de *P. serratus* (coloração hematoxilina-eosina; escala 10 μ m) (Ov – ovogônias; CF – células foliculares).

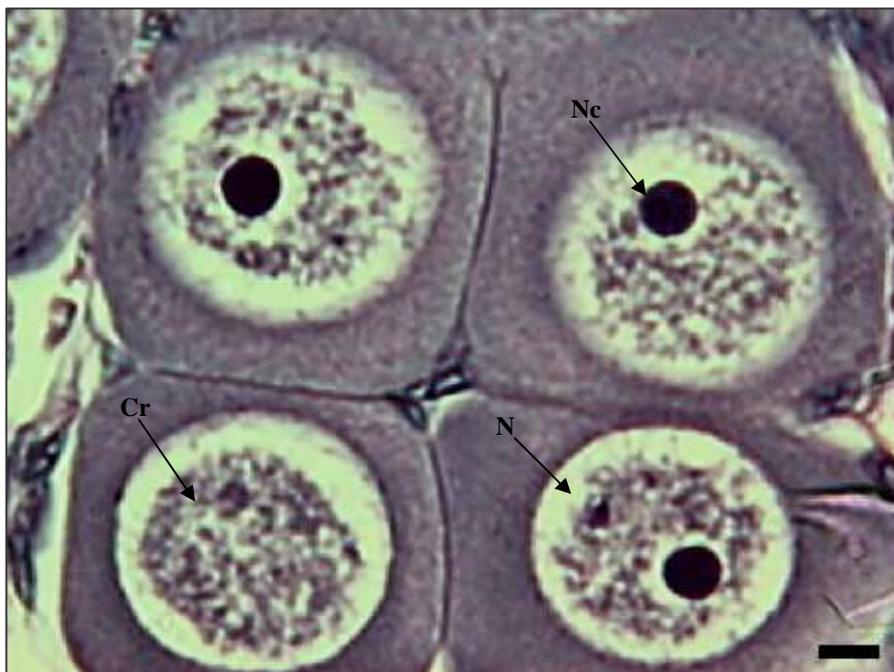


Figura 58 – Ovócitos previtelogénicos de *P. serratus* (coloração hematoxilina-eosina; escala 10 μ m) (N – núcleo; Nc – Nucléolo; Cr – cromatina)

Estádio II – Vitelogénese primária inicial.

Os ovários em vitelogénese primária inicial (estádio II) apresentaram, na generalidade, cor verde clara, ocupando um quarto do cefalotórax. Os animais nesta fase apresentaram um índice gonado-somático médio de 0,4.

Este estágio corresponde a um período de crescimento do ovário, em que se inicia a síntese interna de substâncias vitelinas. Contudo, a zona de proliferação da gónada permanece ainda em actividade durante esta fase.

Os ovócitos em vitelogénese primária inicial apresentaram dimensões superiores aos ovócitos pré-vitelogénicos, tendo o seu diâmetro variado entre 44,23 µm e 144,4 µm (média = 92,65 µm ± 16,63). Neste estágio, os ovócitos apresentam uma relação núcleo/citoplasma menos elevada. O citoplasma tem um aspecto mais granuloso e não tão basófilo como no estágio anterior, tendo início uma certa acidofilia (afinidade para os corantes ácidos) (figuras 59 e 60). Estas células são também designadas por alguns autores de ovócitos de transição uma vez que, nesta fase, os ovócitos à medida que vão sendo empurrados para a periferia do ovário, aumentam de tamanho, tornando-se progressivamente mais acidófilos (Sarrasquete *et al.*, 1986; Figueiredo, 1972).

O início da acidofilia do citoplasma, foi relacionado com a diminuição do RNA, uma vez que é nesta fase que se inicia a síntese de substâncias vitelinas pelo ovócito (Sarrasquete, 1986).

No estudo do ciclo maturativo de *Penaeus japonicus* e *P. kerathurus*, Carvalho (1997) designa este estágio de vitelogénese primária ou previtelogénese avançada, não dividindo a vitelogénese primária em duas fases (inicial e final). Assim este investigador regista já nesta fase o aparecimento de gotículas lipídicas no citoplasma destes ovócitos.

Nestas gónadas, nos ovócitos mais desenvolvidos, é possível já observar uma ou duas camadas de células foliculares a rodear o ovócito (figura 60).

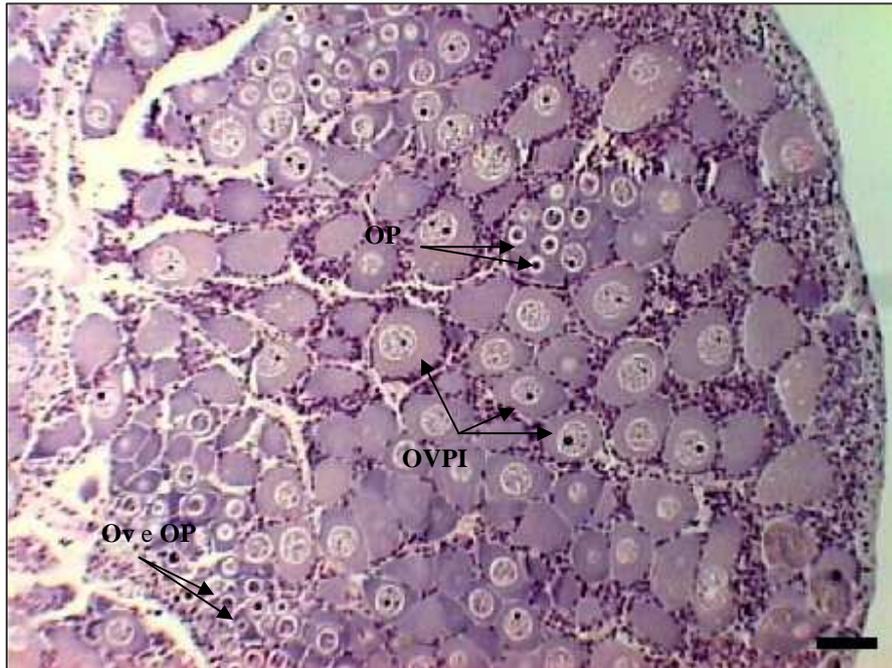


Figura 59 – Ovário de *P. serratus* em Vitelogénese primária inicial (coloração hematoxilina-eosina; escala 100µm) (Ov – ovogónias; OP – ovócitos previtelogénicos; OVPI - ovócitos em vitelogénese primária inicial).

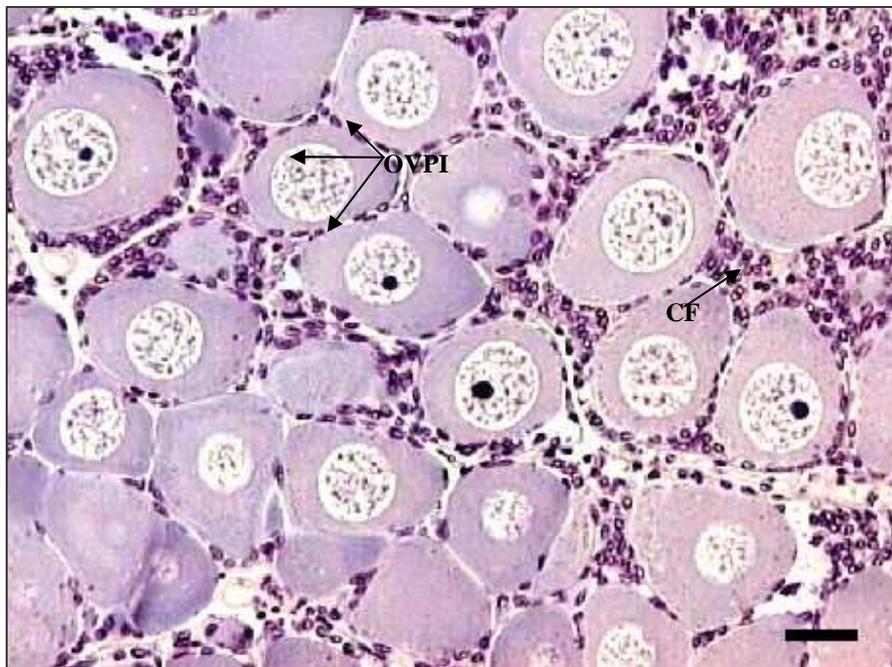


Figura 60 – Ovário de *P. serratus* em Vitelogénese primária inicial (coloração hematoxilina-eosina; escala 50µm) (CF – células foliculares; OVPI – ovócitos em vitelogénese primária inicial).

Estádio III – Vitelogénese primária final

Os ovários em vitelogénese primária final (estádio III), apresentaram macroscopicamente uma cor verde mais escura, ocupando metade do cefalotórax. O índice gonado-somático médio destes animais foi de 0,67.

No decorrer da vitelogénese primária verifica-se um aumento do diâmetro do ovócito, devido à acumulação de substâncias de reserva, principalmente de lípidos. Os ovócitos neste estágio são caracterizados pela presença de vacúolos na periferia do citoplasma, resultantes da dissolução das gotículas de gordura durante o processo de inclusão, e pelo citoplasma mais acidófilo (cora com a eosina). Nesta fase, cada ovócito apresenta-se rodeado por apenas uma camada de células foliculares (figuras 61 e 62).

É interessante referir o facto de Sarrasquete *et al.* (1984) terem observado os vacúolos, não na periferia da célula, como foi por nós observado, mas sim a rodear o núcleo. Estes autores designam estas células de ovócitos acidófilos primários.

A acumulação de lípidos nos ovócitos foi já registada em *P. serratus* (Papathanassiou e King, 1984), no lagostim de água doce (Beams e Kessel, 1963) e em *P. kerathurus* (Carvalho, 1997), sem ter sido observada qualquer ligação morfológica com organelos citoplasmáticos. Contudo, segundo Sarrasquete *et al.* (1987), a origem das inclusões lipídicas observadas nesta fase em *P. serratus* parece ser interna (Sarrasquete *et al.*, 1987). Nos cirrípedes *Balanus amphitrite* e *Balanus perforatus* foi observada a presença de glóbulos lipídicos rodeados de mitocôndrias, levantando a hipótese da implicação destes organelos na sua síntese (Lepore *et al.*, 1993).

O diâmetro dos ovócitos em estágio III variou entre 85,56 e 224,47 μm (média = 141,12 $\mu\text{m} \pm 26,92$), tendo Sarrasquete *et al.* (1984) registado um diâmetro médio para estas células bastante semelhante (144,89 $\mu\text{m} \pm 21,31$).

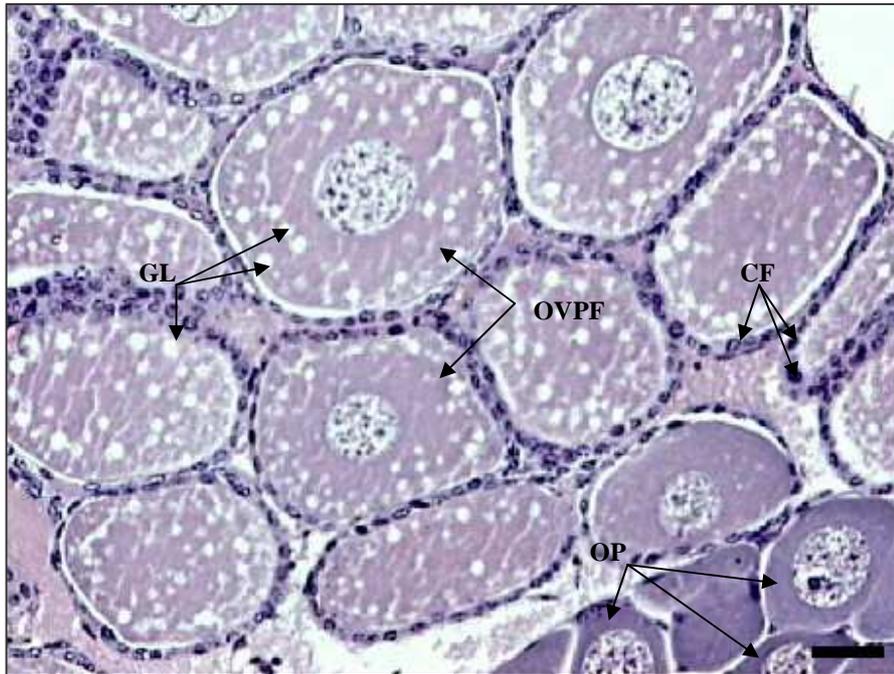


Figura 61 – Ovário de *P. serratus* em Vitelogênese primária final (coloração hematoxilina-eosina; escala 50 μ m) (OP – ovócitos previtelogénicos; OVPF – ovócitos em vitelogênese primária final; CF – células foliculares; GL – gotículas lipídicas).



Figura 62 – Ovário de *P. serratus* em Vitelogênese primária final (coloração hematoxilina-eosina; escala 10 μ m) (CF – células foliculares; GL – gotículas lipídicas; MN – membrana nuclear; Nc – nucléolo).

Estádio IV – Vitelogénese secundária inicial

Os ovários em estágio IV, ou seja, em vitelogénese secundária inicial, apresentaram macroscopicamente uma cor, que variou do verde-escuro ao castanho, ocupando cerca de três quartos do cefalotórax. O índice gonado-somático destes animais foi já superior a 1 (1,715).

Nas gónadas identificadas nesta fase, a maioria dos ovócitos encontravam-se em vitelogénese secundária, existindo contudo alguns ovócitos em estágio de maturação menos avançado. Nesta fase, a produção de ovógonias na zona de proliferação regride e inicia-se um período de grande actividade metabólica do ovócito.

Histologicamente, este estágio é caracterizado pelo aparecimento de grânulos de vitelo na periferia da célula. Estes grânulos apresentam-se corados intensamente de azul quando foi utilizado o azul de toluidina (figura 63) e muito acidófilos (coram pela eosina), nas lâminas coradas com a coloração de hematoxilina-eosina (figura 64, 65 e 66). Os vacúolos, resultantes da dissolução das gotículas lipídicas, já presentes no estágio anterior, aumentam de número e dimensões ocupando todo o citoplasma. Nesta fase os ovócitos encontram-se já envolvidos apenas por uma camada de células foliculares (figura 64, 65 e 66).

A formação e armazenamento de lípidos (triglicerídeos) tinham já sido referidos por Payen (1981) como característica da vitelogénese secundária ou exógena em crustáceos. Ao contrário do que acontece na fase anterior, estas inclusões lipídicas terão nesta fase origem exógena, penetrando na periferia do ovócito ao mesmo tempo que os grânulos de vitelo (Sarrasquete *et al.*, 1974). A existência de lípidos endógenos e exógenos foi também observada em *P. adspersus* (Bonina, 1974), *Orchestia gammarella* (Zerbib, 1976) e em *Clibanarius clibanarius* (Varadarajan e Subramoniam, 1980).

O diâmetro dos ovócitos em estágio IV variou entre 112,19 μm e 248,27 μm (média = 173,40 μm \pm 25,64).

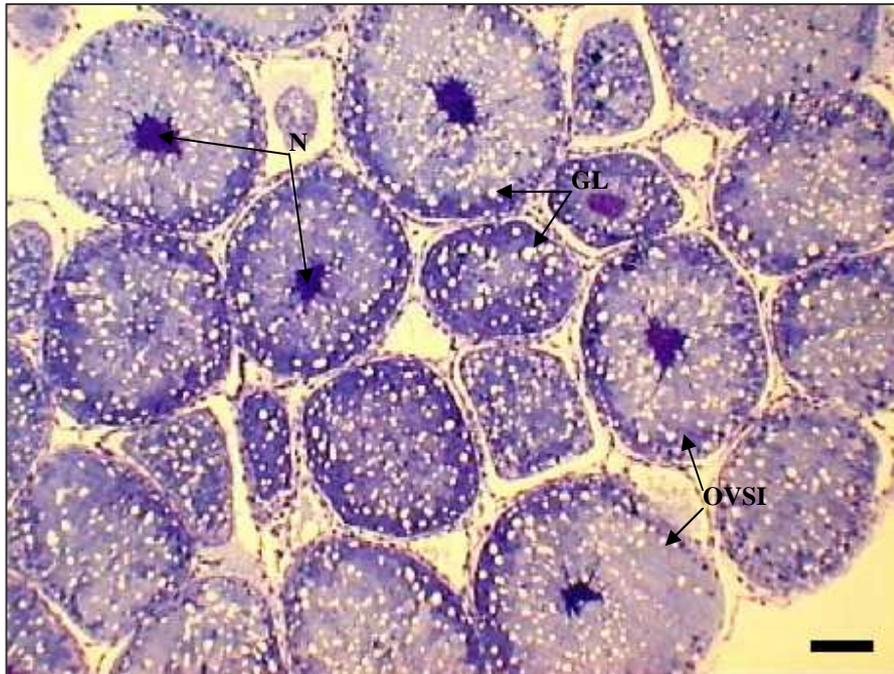


Figura 63 – Ovário de *P. serratus* em Vitelogênese secundária inicial (coloração azul de toluidina; escala 100 μ m) (OVPSI – ovócitos em vitelogênese secundária inicial; N – núcleo; GL – gotículas lipídicas).

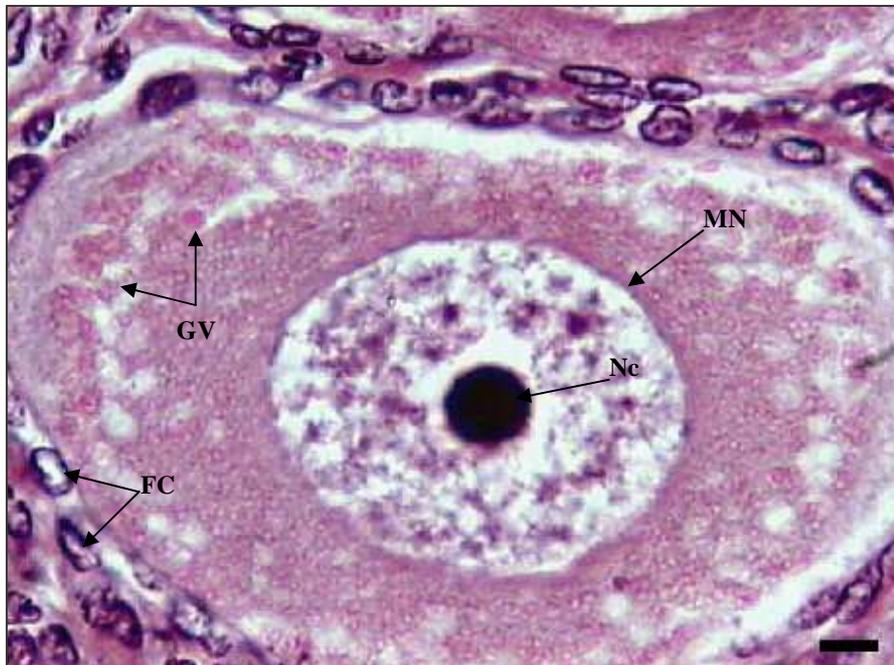


Figura 64 – Ovócito de *P. serratus* em Vitelogênese secundária inicial (coloração hematoxilina-eosina; escala 10 μ m) (MN – membrana nuclear; FC – células foliculares; GV – grânulos de vitelo; Nc - nucléolo).

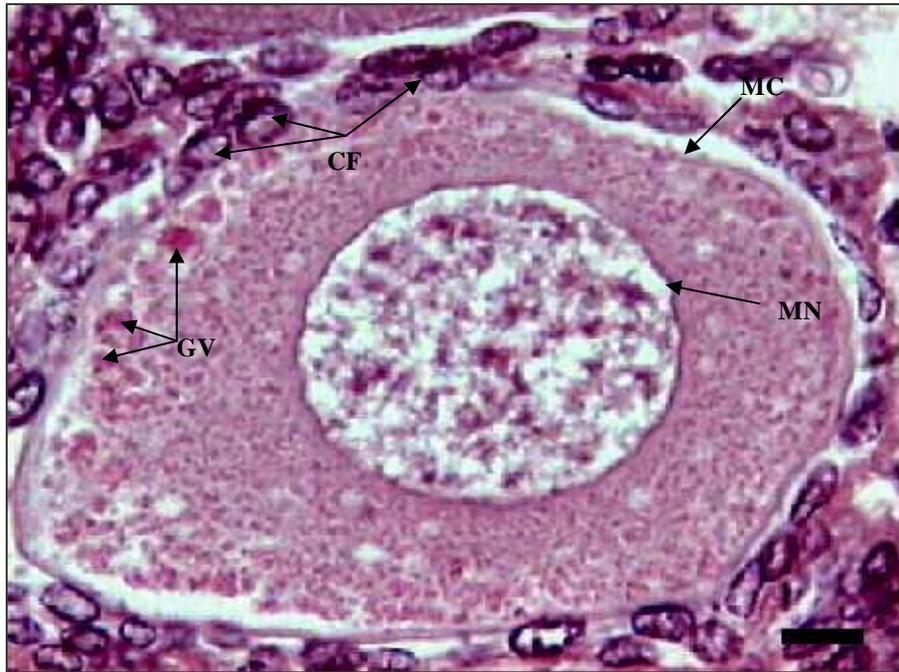


Figura 65 – Ovócito de *P. serratus* em Vitelogénese secundária inicial mais desenvolvido (coloração hematoxilina-eosina; escala 10 μ m) (MC – membrana citoplasmática; CF – células foliculares; GV – grânulos de vitelo; MN – membrana nuclear).



Figura 66 – Ovócito de *P. serratus* em Vitelogénese secundária inicial mais desenvolvido (coloração hematoxilina-eosina; escala 10 μ m) (CF – células foliculares; GV – grânulos de vitelo; N - núcleo)

Estádio V – Vitelogénese secundária final

Os ovários em vitelogénese secundária final (estádio V), apresentaram macroscopicamente uma cor semelhante ao estágio anterior, mas ocupando agora toda a região do cefalotórax e ainda parte do primeiro segmento abdominal. Nestes animais verificou-se um grande aumento do índice gonado-somático, que apresentou um valor médio superior a 4 (4,65).

Este estágio representa o fim da vitelogénese secundária e é caracterizado por uma grande acumulação de vitelo e um grande aumento do tamanho do ovócito. Os ovócitos apresentam contornos irregulares e são rodeados por uma camada de células foliculares extremamente fina. Estas células, que anteriormente eram arredondadas, apresentam-se nesta fase muito achatadas e basófilas, quando coradas com o azul de toluidina (figura 69); esta basofilia parece resultar da presença de mucopolissacarídeos ácidos que facilitam a incorporação de macromoléculas exógenas (Sarrasquete et al., 1974)

Os grânulos de vitelo, agora de maiores dimensões, encontram-se espalhados por todo o citoplasma, juntamente com os vacúolos, formando uma massa homogênea de cor vermelho vivo (coloração hematoxilina-eosina) (figuras 67 e 68) ou azul (coloração azul de toluidina) (figura 69, 70 e 71). O núcleo apresenta, nesta fase, contornos irregulares, resultantes da desorganização da membrana nuclear, não apresentando estruturas bem definidas (figuras 70 e 71).

No final desta fase assiste-se a uma hidratação do citoplasma, o epitélio folicular começa a desorganizar-se e os ovócitos estão maduros, prontos para a desova. O grande teor em água e gordura destes ovócitos torna difícil a obtenção de cortes histológicos satisfatórios (figura 67).

Carvalho (1997) caracteriza a fase de maturação em *P. kerathurus* com o início da formação de vesículas corticais, também designadas de bastonetes, na periferia dos ovócitos. A formação destas estruturas em forma de garrafa, é

característica da maturação dos peneídeos, não se tendo verificado a sua presença nos carídeos (Papathanassiou e King, 1984; Sarrasquete *et al.*, 1986).

O diâmetro destes ovócitos variou entre 168,88 μm e 662,24 μm (média = 418,42 $\mu\text{m} \pm 100,13$). A dificuldade de determinação do diâmetro destes ovócitos, devido à irregularidade dos contornos celulares, poderá explicar a grande variância registada no diâmetro médio destas células. Sarrasquete *et al.* (1984), regista um diâmetro médio para os ovócitos em vitelogénese final de 288,32 $\mu\text{m} \pm 31,63$), não incluindo contudo os ovócitos em que a hidratação já tinha sido iniciada. Para estes últimos este autor encontrou também algumas dificuldades em determinar o diâmetro com exactidão, referindo apenas que o diâmetro destas células foi superior a 350 μm .

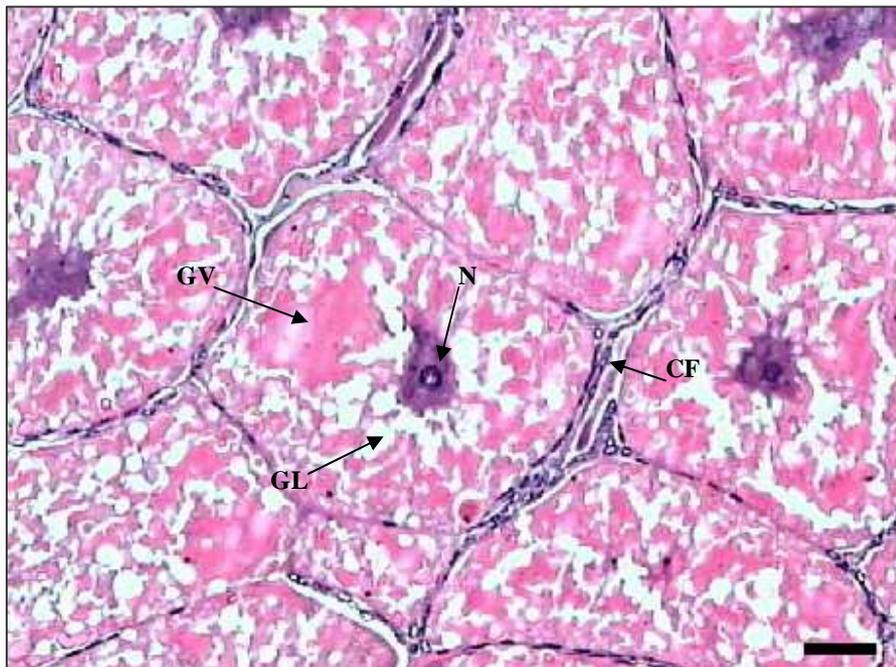


Figura 67 – Ovário de *P. serratus* Vitelogénese secundária final (coloração hematoxilina-eosina; escala 50 μm) (CF – células foliculares; GV – grânulos de vitelo; N – núcleo; GL – gotículas lipídicas).

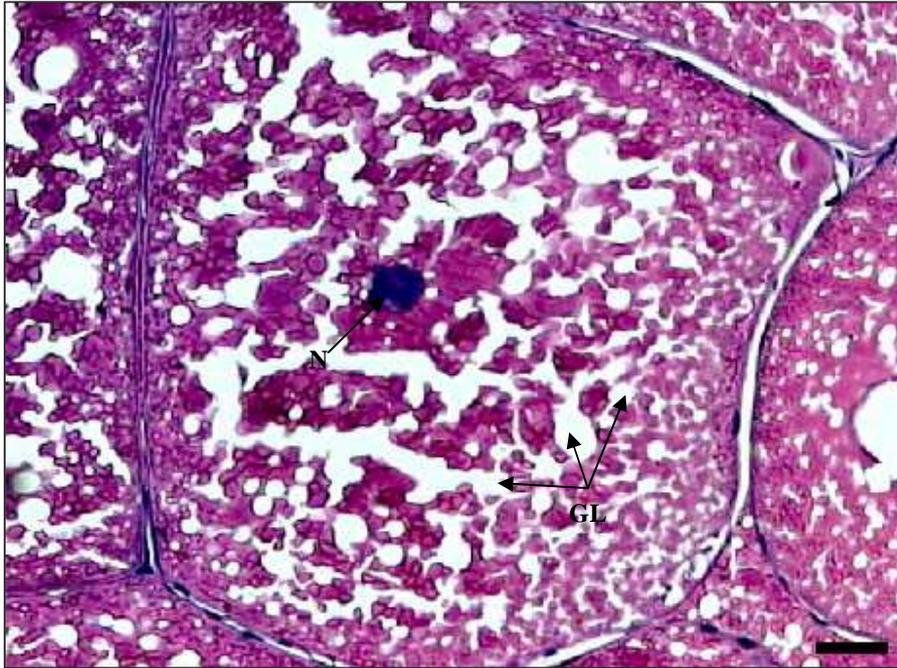


Figura 68 – Ovócito de *P. serratus* em Vitelogénese secundária final (coloração hematoxilina-eosina; escala 50 μ m) (N - núcleo; GL – gotículas lipídicas).

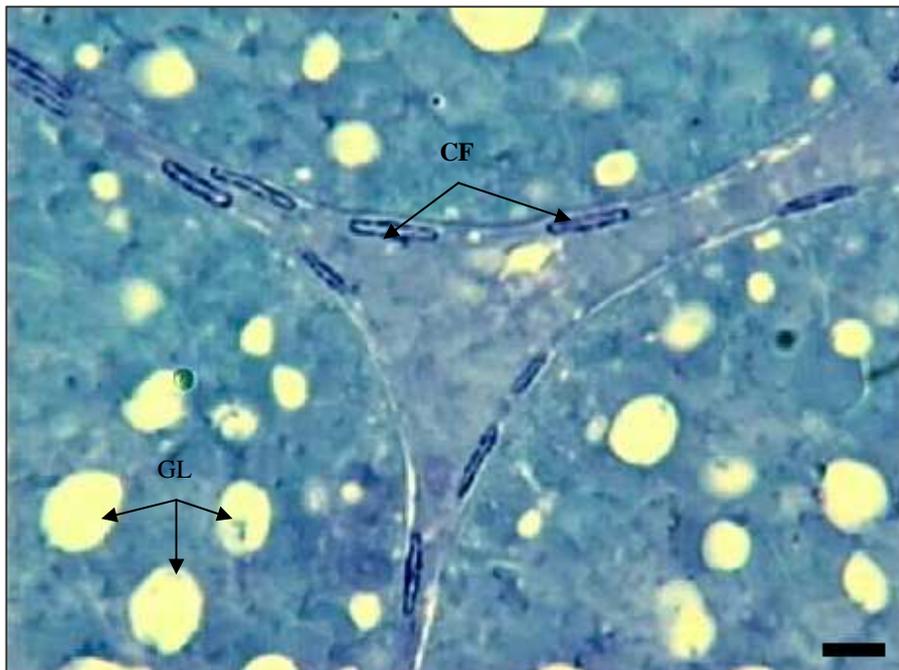


Figura 69 – Ovócitos de *P. serratus* em Vitelogénese secundária final (coloração azul de toluidina; escala 10 μ m) (GL – gotículas lipídicas; CF – células foliculares).

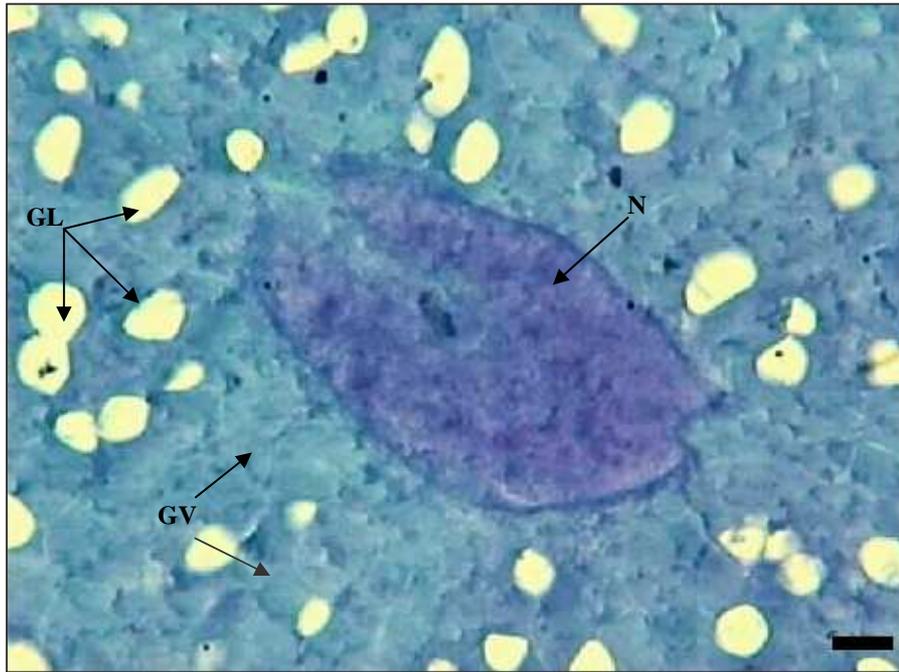


Figura 70 – Ovócito de *P. serratus* em Vitelogénese secundária final (coloração de azul de toluidina; escala 10µm) (GL – gotículas lipídicas; GV – grânulos de vitelo; N - núcleo).

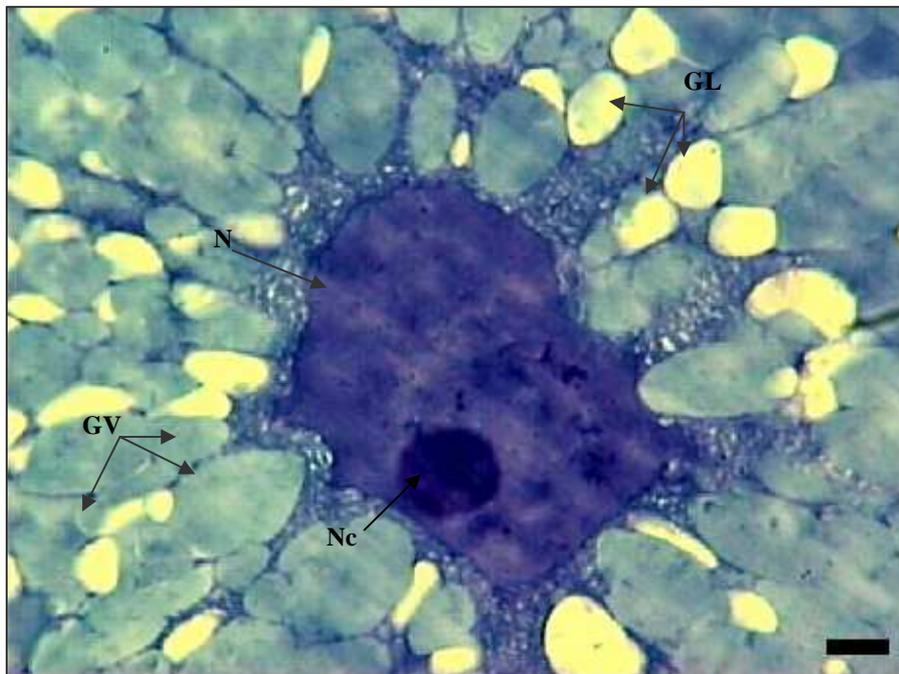


Figura 71 – Ovócitos de *P. serratus* em Vitelogénese secundária final (coloração azul de toluidina; escala 10µm) (GL – gotículas lipídicas; GV – grânulos de vitelo; N – núcleo; Nc - nucléolo).

Ovócitos em pós-desova e/ou rematuração

Em alguns cortes histológicos verificou-se que a fêmea já tinha efectuado uma desova, pois o ovário apresentava espaços vazios. Nestes locais, anteriormente ocupados por ovócitos, foram observadas “estruturas foliculares” (figura 72), também referidas por outros autores, que se formam por hipertrofia e multiplicação das células foliculares que penetram nos espaços livres deixados pelos ovócitos que foram libertados, durante a desova. Estas estruturas foram consideradas como um indício de postura (Sarrasquete *et al.*, 1984) e ao contrário do que acontece nos peneídeos, vão ser utilizadas na foliculogénese seguinte.

A identificação macroscópica destes ovários, não é fácil, uma vez que estes apresentam, muitas vezes, características de ovócitos em previtelogénese (transparentes, ou brancos) ou de vitelogénese secundária avançada (cor verde escura).

Nestes ovários foram ainda observados ovócitos, que por alguma razão, não foram libertados, encontrando-se num processo de degeneração para serem reabsorvidos - ovócitos atrésicos (figura 72).

Alguns destes ovários apresentavam já indícios de rematuração, ou seja, o ovário estava já a reorganizar-se, registando-se a presença de ovócitos em fase de crescimento (figura 73). Este processo rápido de rematuração, que sugere a possibilidade da realização de várias desovas na mesma época reprodutiva, foi detalhadamente descrito em *P. kerathurus* (Figueiredo, 1972) e *P. Japonicus* (Yano, 1984).

Esta fase de desova/rematuração não é muitas vezes incluída nos trabalhos sobre a ovogénese em crustáceos, dada ser a fase mais difícil de classificar, uma vez que animais identificados em fases de previtelogénese ou vitelogénese primária poderão não estar a efectuar a primeira maturação do ovário, mas sim a recuperar rapidamente, a rematurar.

Esta situação poderá conduzir à classificação de animais em estádios fisiológicos distintos na mesma fase do ciclo reproductivo.

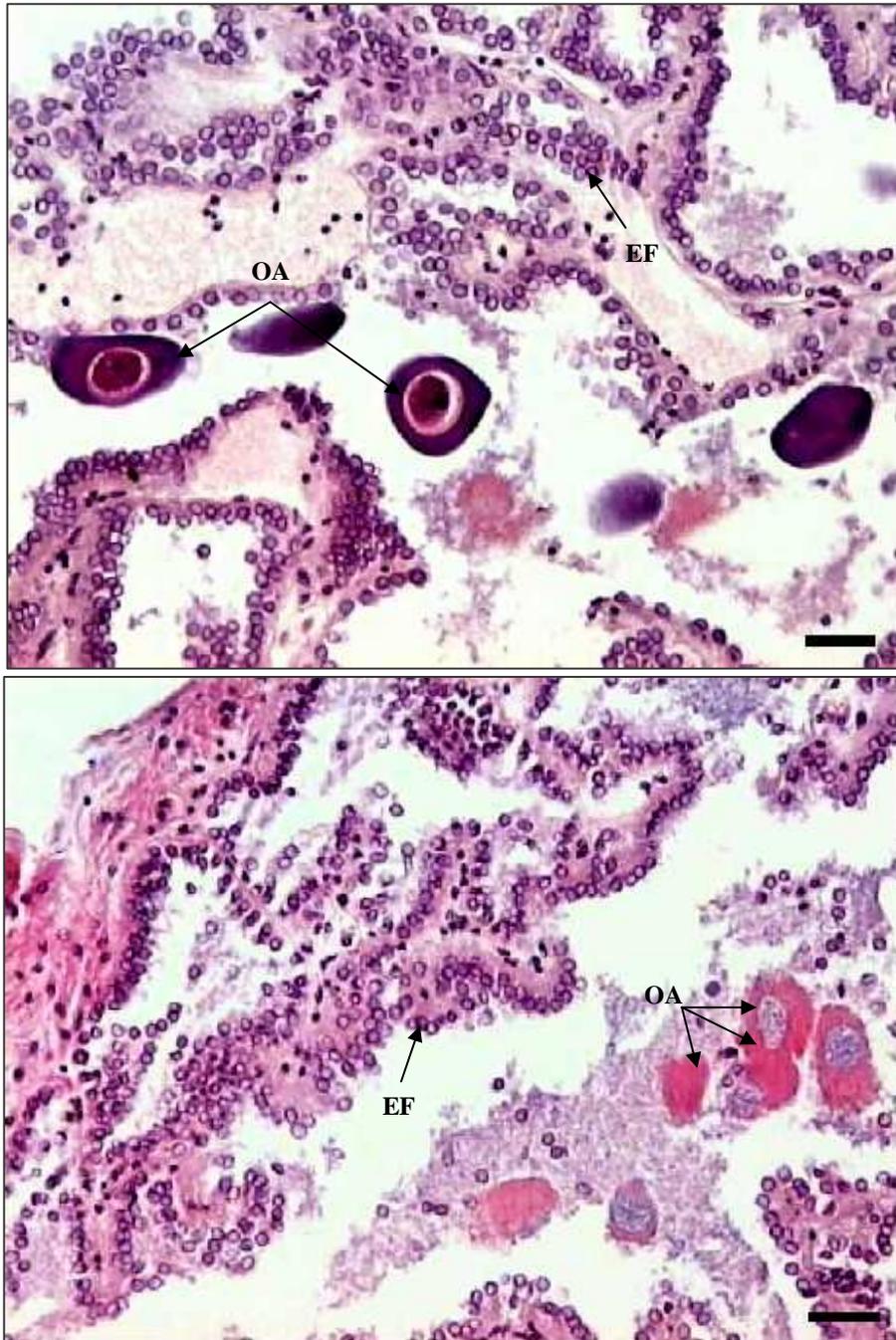


Figura 72 – Ovário de *P. serratus* em Pós-desova (coloração hematoxilina-eosina; escala 50µm) (OA – ovócito atrésico; EF – epitélio folicular).

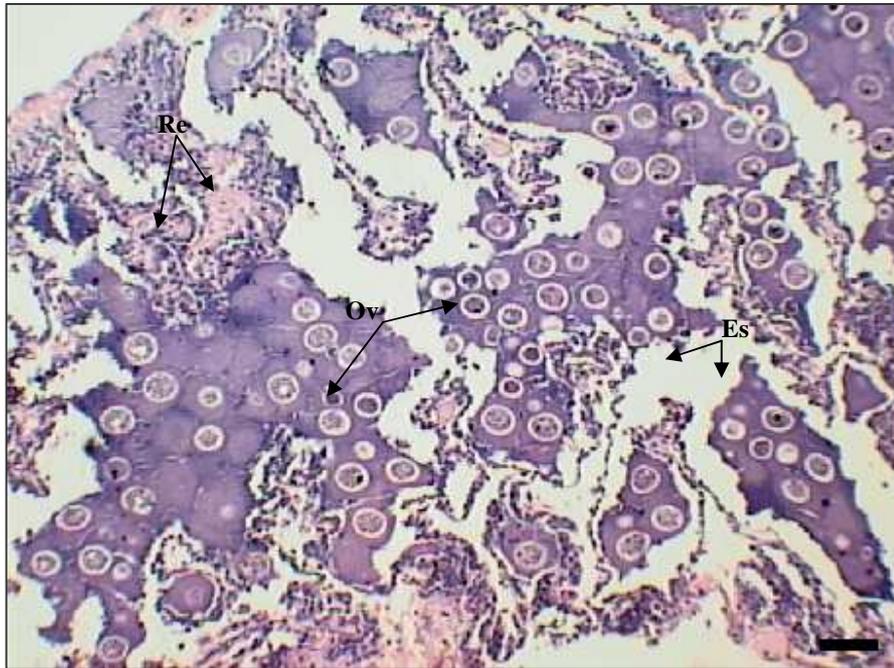


Figura 73 – Ovário de *P. serratus* em rematuração (coloração hematoxilina-eosina; escala 100 μ m) (Ov – ovogônias; Re – restos de ovócitos que degeneraram; Es – Espaço deixados pelos ovócitos ovulados).

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES GERAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A sombreira é uma arte de pesca artesanal de grande importância económica para as comunidades piscatórias do litoral Norte de Portugal, cuja espécie alvo é o camarão-da-costa. Assim, com os dados agora disponíveis, parece evidente a necessidade da legalização definitiva desta arte de pesca.

As descargas de camarão-da-costa em lota na Praia de Angeiras e Aguda, registaram grandes oscilações durante o período estudado. Os meses de Verão (Junho, Julho e Agosto) apresentaram valores de captura por unidade de esforço muito reduzidos. É importante referir a necessidade de alteração de algumas das disposições legais actualmente existentes, nomeadamente a alteração do período actual de defeso (Maio a Agosto, inclusivé), uma vez que a existência de factores climatéricos e possivelmente factores inerentes à própria espécie, impõem já um "defeso natural" durante este período.

A análise do estado actual do *stock* de camarão-da-costa na costa Portuguesa, com os dados recolhidos neste trabalho não foi possível. Esta análise implica o acompanhamento contínuo das descargas a nível nacional desta espécie e do esforço de pesca, de modo a obter uma série temporal adequada. A falta destes registos, aliado às barreiras burocráticas presentes, dificulta a obtenção destes dados. Assim, é essencial que estes dados comecem a ser recolhidos, analisados e divulgados às entidades competentes, para que a gestão deste recurso possa ser efectuada de uma forma global e eficaz.

O comprimento dos indivíduos capturados, com a rede sombreira na área estudada, variou entre 48,7 e 114,98 mm de comprimento total. O comprimento de primeira captura para o camarão-da-costa, corresponde a 61,96 mm de comprimento total, estando o intervalo de selecção compreendido entre os 59,05 e os 63,95 mm. É contudo importante referir que o comprimento de primeira captura determinado, apesar de ligeiramente superior ao tamanho mínimo legal de captura (60 mm), é inferior ao tamanho de primeira maturação (68 mm).

Considerando o comprimento de primeira maturação determinado, deveriam ser avaliados os possíveis benefícios de um aumento da malhagem da rede ou da alteração do tipo de malha, de forma a melhorar a selectividade da rede sem comprometer a eficácia económica deste método de pesca.

No que se refere às capturas acessórias, a sombreira revelou-se uma arte de pesca bastante selectiva, uma vez que a maioria das capturas acessórias são ocasionais e representadas por um número reduzido de indivíduos. A espécie acessória mais abundante foi o caranguejo pilado, sendo a captura de faneca, abaixo do tamanho mínimo legal desembarcável, o principal impacto negativo da sombreira. É contudo importante referir o interesse de estudos futuros da selectividade desta arte de pesca, nomeadamente através de experiências de pesca, com redes de diferentes malhagens (dimensão e forma) para avaliar um possível melhoramento da selectividade desta arte em relação à espécie alvo, e à captura de faneca.

Em relação aos dois locais estudados, não se verificaram diferenças significativas nas populações amostradas. A proporção de sexos foi significativamente favorável aos machos, contrariando o verificado noutros estudos. A realização de estudos dos padrões das migrações reprodutivas desta espécie, bem como o estudo da distribuição diferencial consoante o sexo, através de amostragens a diferentes estratos de profundidadee recorrendo a marcações dos indivíduos, seriam aspectos fundamentais a abordar em futuros estudos.

As relações biométricas determinadas apresentaram um coeficiente de determinação elevado, pondo em evidência o dimorfismo sexual existente nesta espécie. As fêmeas atingem maiores dimensões, em comprimento e em peso e os machos apresentam o rostro mais comprido, em relação ao resto do corpo, podendo ser considerado um carácter sexual secundário.

Em relação aos aspectos reprodutivos, esta espécie apresenta na costa Norte de Portugal um período de reprodução alargado, de Novembro a Agosto, centrado em Janeiro-Maio. A área de estudo parece constituir um local de reprodução desta espécie, uma vez que, durante o período de reprodução, 69% das fêmeas amostradas transportavam ovos. Esta espécie apresenta dois períodos de postura, um Invernal e outro Primavera, correspondendo o Verão, ao período de repouso das gónadas.

Com base no período de reprodução desta espécie, parece evidente a necessidade de alterar o período de interdição da pesca actualmente em vigor (Maio-Agosto) e estabelecer um período de defeso biológico, compreendido entre os meses de Janeiro e Maio, de maneira a proteger as fêmeas em reprodução. O período de defeso a estabelecer deve contudo ter em atenção não apenas a pesca com a rede sombreira mas também as outras artes que se dedicam à exploração desta espécie, como o arrasto de vara e as armadilhas, de modo a constituir uma ferramenta eficaz na gestão deste recurso.

O tamanho de primeira maturação determinado para as fêmeas desta espécie foi de 68,04 mm de comprimento total. A diminuição do tamanho de primeira maturação ao longo da época de reprodução, pôs em evidência a existência de diferentes grupos de fêmeas em reprodução. As fêmeas de maiores dimensões são as primeiras a reproduzir-se, seguindo-se as de menores dimensões. O tamanho mínimo legal de captura, actualmente em vigor, de 60 mm, apresenta-se ligeiramente inferior ao tamanho de primeira maturação determinado, não se adequando assim às características reprodutivas da espécie.

O crescimento das fêmeas desta espécie foi descrito pela seguinte equação

$$\text{♀ } Lt = 124,223 (1 - e^{-0,1689 (t+0,17)})$$

A taxa de crescimento foi superior nos meses de Verão, nomeadamente em Junho e Agosto, atingindo 2,23 mm/mês.

Para um estudo mais efectivo do crescimento desta espécie será necessária a obtenção de amostras mais representativas da população, recorrendo a diversas artes de pesca, bem como ao estudo em simultâneo do crescimento em laboratório.

O estudo histológico do ovário de *P. serratus* permitiu estabelecer e caracterizar cinco fases de desenvolvimento do ovário: Estádio I – Previtelogénese, II – Vitelogénese primária inicial, III – Vitelogénese primária final, IV – Vitelogénese secundária inicial e V – Vitelogénese secundária final, sendo ainda referido o estado de pós-desova/rematuração.

A escala de desenvolvimento do ovário baseada em características macroscópicas revelou-se apropriada para diferenciar os ovários em previtelogénese, vitelogénese primária e vitelogénese secundária. O desenvolvimento e validação deste tipo de escalas permite uma rápida identificação do estado de desenvolvimento da gónada e poderá constituir uma ferramenta de grande importância, quando utilizada de uma forma sistemática em estudos de biologia pesqueira.

O índice gonadosomático revelou-se um bom indicador do estado de maturação do ovário para esta espécie.

O diâmetro dos ovócitos de *P. serratus* variou entre 14,58 e 662,24 μm , tendo-se verificado que, com o aumento do diâmetro do ovócito, a sua frequência diminui.

Alguns aspectos relacionados com a vitelogénese em crustáceos decápodes, como a origem das vesículas vitelinas e das gotículas lipídicas, bem como o papel das células foliculares durante este período, permanecem pouco claros.

Assim, seria necessário no futuro algum esforço de investigação sobre os aspectos ultrastruturais da vitelogénese em *P. serratus*.

Este estudo pretende assim contribuir para um melhor conhecimento da biologia de *P. serratus* na nossa costa, bem como fornecer algumas indicações para uma melhor gestão deste recurso; contudo seria importante a realização de estudos mais detalhados sobre diferentes aspectos da biologia e da exploração desta espécie tendo em conta as diferentes artes de pesca que a capturam, para se proceder a uma gestão global deste importante recurso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIYODI, R. G., 1968 a. On reproduction and molting in the crab, *Paratelphusa hydrodomus*. *Physiol. Zool.*, 41: 204-209.
- ADIYODI, R. G., 1968b. Protein metabolism in relation to reproduction and molting in the crab, *Paratelphusa hydrodomus*. Part. I. Electrophoretic studies on the mode of utilization of soluble proteins during vitellogenesis. *Indian J. exp. Biol.*, 6: 144-147.
- ADIYODI, R. G., 1969a. On the storage and mobilization of the organic resources in the hepatopancreas of a crab, *Paratelphusa hydrodomus*. *Experientia*, 25: 43-44.
- ADIYODI, R. G., 1969b. Protein metabolism in relation to reproduction and molting in the crab, *Paratelphusa hydrodomus*. Part. III. RNA-activity and protein yolk biosynthesis during normal vitellogenesis and under condition of acute inanition. *Indian J. exp. Biol.*, 7: 13-16.
- ADIYODI, K.G. e ADIYODI, R.G., 1970. Endocrine control of reproduction in decapod crustacea. *Biol Rev*, 45, 121-165.
- AFONSO, A. e ALMEIDA, R., 1988. Estudo de uma nova arte de pesca. Relatório de Ictiologia aplicada, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, 5 p.
- ANDERSON, S.L., CHANG, E.S. e CLARK, W.H, Jr., 1984. Timing of postvitellogenic ovarian changes in the ridgeback prawn *Sicyonia ingentis* (Penaeidae) determined by ovarian biopsy. *Aquaculture* 42: 257-271.
- ANGER, K. e MOREIRA, G.S., 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean prawns. *Journ. Crust. Biol.*, 18 (4): 823-838.
- ARROBAS, I., 1974. Cultura do camarão *Palaemon serratus* (Pennant, 1777): desenvolvimento larvar e post-larvar. Relatório de aquacultura. Inst. Biol. Marítima, 19p.
- ARROBAS, I., 1983. Desenvolvimento embrionário e incubação dos ovos de *Palaemon serratus* (Pennant, 1777) em laboratório. Seminário sobre Aquacultura, I.N.I.P, 70p.
- ASTUDILLO e SANCHEZ, 1989. Selectividad de las artes de arrastre para el gallo (*Lepidorhombus* sp.) en águas del Cantábrico. *Inf. Téc. Inst. Esp. Ocea*. 72: 27p.

- ATRILL, M.J., POWER, M. e THOMAS, R.M., 1999. Modelling estuarine Crustacea population fluctuations in response to physico-chemical trends. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 178: 89-99.
- BADEN, S.P. e PIHL, L., 1984. Abundance, biomass and production of mobile epibenthic fauna in *Zostera marina* (L.) meadows, western Sweden. *Ophelia*, **23**: 65-90.
- BALDAQUE DA SILVA, A.A., 1891. Estado actual das pescas em Portugal. Imprensa Nacional, Lisboa, 520p.
- BAUER, R.T., 1985a. Diel and seasonal variation in species composition and abundance of caridean prawns (Crustacea, Decapoda) from seagrass meadows on the north coast of Puerto rico. *Bull.mar.Sci.*, **36**: 150-162.
- BAUER, R.T., 1985b. Penaeoid prawn fauna from tropical seagrass meadows: species composition, diurnal, and seasonal variation in abundance. *Proc. Biol. Soc. Washington*, **98**: 177-190.
- BEAMS, H.W. e KESSEL, R.G., 1963. Eletron microscope studies on developing crayfish oocytes with special reference to the origin of yolk. *The Journal of Cell Biology*, **18**, 621-649.
- BERGLUNG, A., 1980. Niche differentiation between two littoral prawns in Gullmar Fjord, Sweeden: *Palaemon adspersus* and *P. squilla*. *Holaroc. Ecol.*, **3**: 111-115.
- BONINA, M.T., 1974. Cytochemical observations on the vitellogenic oocytes of *Palaemon adspersus* Rathke (Crust. Dec.). *Acta histochem. Bd.*, 50 (5): 116-123.
- BOURDON, R., 1968. Inventaire de la faune marine de Roscoff (Decapodes, Stomatopodes). *Ed. sta .biol. Roscoff*: 1-45.
- CAMPILLO, A. e LUQUET, P., 1975. Influence du taux de protéins sur la croissance ponderale de *Palaemon serratus* (Pennant) élevé au laboratoire. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **39**: 407-414.
- CAMPILLO, A., 1979. Contribution à l'étude de la crevette rose *Palaemon serratus* (Pennant): exploitation, biologie. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **43** (4): 393-352.
- CAMPILLO, A., 1984. La crevette rose *P. serratus* - Biologie et exploitation. *La peche maritime*, n° 1276.

- CARLI, A., 1978. Analytical key for the classification of the planktonic larval stages and first post larval stage of *Palaemon elegans*, *P. serratus* and *P. xiphias* (Crustacea, Decapoda). *Mem. Biol. Mar. Oceanogra.* **8** (5): 115-122.
- CARVALHO, F., 1988. Crescimento em Crustáceos. Provas de aptidão pedagógica e capacidade científica. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, 112p.
- CARVALHO, F., 1997. Reprodução de crustáceos Peneídeos. Tese de doutoramento. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, 313p.
- CARVALHO, F., SOUSA, M., OLIVEIRA, E., CARVALHEIRO, J. e BALDAIA, L., 1998a. Ultrastructure of Oogenesis in *Penaeus kerathurus* (Crustacea, Decapoda). I - Previtellogenic oocytes. *J. Submicrosc. Cytol. Pathol.*, **30** (3): 409-416.
- CARVALHO, F., SOUSA, M., OLIVEIRA, E., CARVALHEIRO, J. e BALDAIA, L., 1998b. Ultrastructure of Oogenesis in *Penaeus kerathurus* (Crustacea, Decapoda). II - Vitellogenesis. *J. Submicrosc. Cytol. Pathol.*, **30** (4): 527-535.
- CARVALHO, F., SOUSA, M., OLIVEIRA, E., CARVALHEIRO, J. e BALDAIA, L., 1999. Ultrastructure of Oogenesis in *Penaeus kerathurus* (Crustacea, Decapoda). III – Cortical vesicle formation. *J. Submicrosc. Cytol. Pathol.*, **31** (1): 57-63.
- CHANG, E.S., 1991. Crustacean molting hormones: cellular effects, role in reproduction, and regulation by molt-inhibiting hormone. In P.F. Deceloch, W.J. Dougherty, & M.A. Davidson (Eds.), *Frontiers of shrimp reserch.* (pp. 83-105). New York: Elsevier.
- CHANG, E.S., M. J. BRUCE e TAMONE, S.L., 1993. Regulation of crustacean molting: a multi-hormonal system. *Amer. Zool.*, **33** :324-329.
- CHARNIAUX-COTTON, H., 1978. L'ovogénese, la vitellogénine et leur contrôle chez le crustacé Amphipode, *Orchestis gammarella* P. comparaison avec d'autres Malacostracés. *Arch. Zool. exp. gen.*, **119**: 365-397.
- CHARNIAUX-COTTON, H., 1980. Experimental studies of reproduction in malacostraca crustaceans. Description of vitellogenesis and of its endocrine control. In W. H. Clark, J.r. e T.S. Adams (Eds.), *Advances in Invertebrate Reproduction.* (pp. 177-186). Elsevier North Holland, Inc.
- CHOW, S., BROWDY, C.L, e SANDIFER, P.A., 1993. Timing ovulation in the Atlantic white shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) (Decapoda, Penaeidea). *Crustaceana*, **64** (2): 242-248.

- CLEDON, P., 1985. Analyse cytologique et expérimentale de la maturation et de l'activation de l'ovocyte de la Crevette *Palaemon serratus* (Crustacé Décapode Natantia). *C. R. Hebd. Seances Acad. Sci. III*, Paris, **301 (6)**: 317-322.
- CLEDON, P., 1986. Study on oocyte maturation and activation of the common prawn *Palaemon serratus* (Pennant): relationship between oocyte maturation and the molt cycle cytological aspects. *Gameta Research*, **13**: 353-362.
- COLE, H.A., 1958. Notes on the biology of the common prawn *Palaemon serratus* (Pennant). *Fish. Inv.*, **22 (2)**: 1-22.
- COLES, R.G. e LONG, W. J., 1985. Juvenile prawn biology and distribution of seagrass prawn nursery grounds in the south-eastern Gulf of Carpentaria.
- COSTA, F. C., FRANCA, M. L. P., 1985. Pesca artesanal na zona Norte da costa ocidental portuguesa. Subsídio para o conhecimento do seu estado actual. Lisboa, I.N.I.P., 151 p. il. (*Publicações avulsas*, Nº.6) : 114p.
- DGPA, 1999. As pescas na valorização dos espaços ribeirinhos - o contributo da pequena pesca. *Boletim de informação da direcção geral das pescas e aquicultura*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- FAHY, E. e GLESSON, P., 1996. The commercial exploitation of shrimp *Palaemon serratus* (PENNANT) in Ireland. *Irish Fisheries Investigations* New series, Nº.1.
- FAO, Fisheries Department, 2002. Global production. <http://faoorg/waicent/faoinfo/fishery/highligh/global.html>.
- FAUVEL, C. e GRASSÉ, P., 1981. Étude de l'ovaire de la Crevette d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* (de an) au cours du cycle de reproduction. Première description de la folliculogenèse secondaire chez un Crustacé Décapode. *C R Acad Sc Paris*, **292**, 547-552.
- FELÍCIO, M., VIEGAS, M., CARVALHO, F. SANTOS, P., 2000. Study on the catches of the sombreira net and biology of *Palaemon serratus* in the North coast of Portugal – First results. 3º Simpósio sobre a Margem Continental Ibérica Atlântica: 333-334, Faro.
- FELÍCIO, M., VIEGAS, M., CARVALHO, F. SANTOS, P., 2002. Estudio de la actividad reproductora del camarón *Palaemon serratus* capturado en la comunidad piscatoria de Angeiras (Costa Norte de Portugal). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, **18** (in press).

- FIGUEIREDO, M. J., 1972. Alguns aspectos da histologia do ovário do lagostim (*Nephrops norvegicus*) e do camarão (*Penaeus kerathurus*) durante o seu ciclo maturativo. *Boletim informativo do Instituto de Biologia Marinha*, **7**, 1-19.
- FINCHAM, A.A., 1983. Larval development of British prawns and shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia). 4. *Palaemon* (*Palaemon*) *serratus* (Pennant, 1777) and functional morphology of swimming. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Zool.* **44** (2): 125-161.
- FINGERMAN, M, 1987. The endocrine mechanisms of crustaceans. *Journal of Crustacean Biology*, **7** (1), 1-24.
- FORSTER, G.R., 1951. The biology of common prawn, *Leander serratus* Pennant. *Jour. Mar.biol. Ass. U.K.*, **30**:331-360.
- FORSTER, G.R., 1959. The biology of the prawn *Palaemon* (*Leander*) *serratus* Pennant. *Jour. Mar.biol. Ass. U.K.*, **38**: 621-627.
- FOWLER, J., COHEN, L. e JARVIS, P., 1998. Practical statistics for field biology (2nd edn). John Wiley and sons, 259p.
- FUSTÉ, X., 1988. Crustáceos decápodos de la Bahía de Els Alfacs. *Inv. Pesq.*, Barcelona, **52**: 617-623.
- GANION, L.R. e KESSEL, R.G., 1972. Intracellular synthesis, transport and packaging of proteronacens yolk in oocytes of *Orconectes immunis*. *J. Cell. Biol.*, **52**: 420-437.
- GONÇALVES, F. e RIBERO, R., 1996. Padrões de ocorrência e distribuição larvar de decápodos no estuário do Rio Mondego. *Cien.Biol.Ecol.Syst.* (Portugal), **16** (1/2): 151-174.
- GORE, R.H., GALLAHER, E.E., SCOTTO, L.E. e WILSON, K.A., 1981. Studies on decapod Crustacea from the Indian River region of Florida. XI. Community composition, struture, biomass, and drift algae-associated macrocrustaceans. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **12**: 485-508
- GUERAO, G. e RIBERA, C., 1995. Growth and reproductive ecology of *Palaemon adspersus* (Decapoda, Palaemonidae) in the western mediterranean. *Ophelia* **43** (3): 205-213.
- GUERAO, G., 1995. Locomotor activity patterns and feeding habitas in the prawn *Palaemon xiphias* (Crustacea: Decapoda: Palemonidae) in Alfacs bay, Ebro Delta. *Mar. Biol.*, **122**: 115-120.

- GUERAO, G., RIBERA, C., 1996. Locomotor activity patterns and feeding habits in the prawn *Palaemon serratus* (Pennant, 1777) (Decapoda: Palaemonidae) in Alfacs bay, Ebro Delta, Spain. *Crustaceana*, **69** (1): 110-112.
- GUERAO, G., RIBERA, C., 2000. Population characteristics of the prawn *P. serratus* (DECAPODA, PALAEMONIDAE) in shallow Mediterranean Bay. *Crustaceana* **73** (4): 459-468.
- GUERRA, A., 1978. Sobre la alimentación y el comportamiento de *Octopus vulgaris*. *Inv.Pesq.*, **42** (2): 351-364.
- GUIMARÃES, M.C. e GALHANO, M.H., 1989. Ecological study of the estuary os river Lima (Portugal): III -Chanel of Duarque. Publ. *Inst. Zool. DR. Augusto Nobre* , **206**:1-52.
- GUTIÉRREZ, M., 1967. Coloración histológica para ovarios de peces, crustaceos y moluscos. *Investigacion Pesquera*, **31** (2): 265-271.
- GUTIÉRREZ, M., SARASQUETE, M., RODRÍGUEZ, A., 1985. Caracteres citohistoquímicos de carbohidratos y proteínas durante la ovpgenesis del lagostino *Penaeus Kerathurus* (Forskal, 1775). *Investigacion Pesquera*, **49** (3): 265-271.
- HAEFNER, A.P. e SPAARGAREN, H.D., 1993. Interactions of ovary and hepatopancreas during the reproductive cycle of *Crangon crangon* (L.).I – Weight and volume relationships. *Journal of Crustacean Biology*, **13** (3): 523-531.
- HASEGAWA, Y. e HIROSE, E., 1993. Hormonal control of sexual differentiation and reproduction in Crustacea. *Amer. Zool*, **33**:403-411.
- HAYWARD, P.J., ISAAC, M.F., MAKINGS, P., MOYSE, F., NAYLOR, E., e SMALDON, G., 1995. In: " Handbook of the Marine fauna of North - west Europe" (P. J. Hayward & J. S. Ryland, ed.), 289-461, Oxford University Press.
- HECK, K.L. e ORTH, R.J., 1980. Seagrass habitats: the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assembles. In: V.S. Kennedy (ed.), *Estuarine perspectives*: 449-464. (Academic Press, Inc., New York).
- HELDT, H. e HELDT, J.H., 1954. Les crustacés comestibles des mers tunisiennes et leur pêche. *Ann. Stn. Óceanogr. Salambô*, **9**: 1-16.
- HIGHNAM, K.C. e HILL, L., 1977. The comparative Endocrinology of the Invertebrates. Edward Harnold, Lda.

- HINSCH, G.W. e CONE, M.C., 1969. Ultrastructural observation on vitellogenesis in the spider crab, *Libinia emarginata*. L. *J. Cell. Biol.*, 40: 531-535.
- HOLTHUIS, L.B. e GOTTLIEB, E., 1958. An annotated list of the Decapod Crustacea of the mediterranean coast of Israel with an appendix listing the decapoda of the eastern mediterranean. *Bull. Res. Counc. of Israel*, **7B**.
- HUBERMAN, A., 2000. Shrimp endocrinology. A review. *Aquaculture*, **191**: 191-280.
- HUERTA, A., 1984. Biología y pesca del camaron (*Palaemon adspersus* e *Palaemon serratus*) en la ria de Vigo. Tese de doutoramento em Ciências Biológicas, Universidade de Santiago de Compostela, 177p.
- HUNT, O. D., 1925. The food of bottom fauna of the Plymouth fishing grounds. *Jour. Mar.biol. Ass. U.K.*, **13**: 560-598.
- ICLARM, 1990. The compleat ELEFAN ver.1.11. International Center for Living Aquatic Resources Management.
- JANSSON, B.-O. & KALLENGER, C., 1968. On the diurnal activity of some littoral penaeid crustaceans in the Baltic Sea. *Journ. exp. mari. Biol. Ecol.*, **2**: 24-36.
- KING, M., 1995. Fisheries Biology, assessment and management. Fishing News Books: 342p.
- KLAOUDATUS, S., N. TSEVIS & A. CONIDES, 1992. Studies on migration movements of the prawn *Penaeus Kerathurus* (Forsk., 1775) at amvrakikos Gulf, Western Greece. Public. Stazione Zoologica Napoli (I), (Mar. Ecol.) **13** (2): 133-147.
- KROL, R. M., HAWKINS, W. E. e OVERSTREET, R. M., 1992. Reproductive components. In: Microscopy Anatomy of Invertebrates. Vol. **10** Decapoda Crustacea. Harisson, F. W. e Hunes, A.G. eds., Wiley-Liss Inc., New York, pp. 295-343.
- LANOT, R. E CLÉDON, P., 1989. Ecdysteroids and meiotic reinitiation in *Palaemon serratus* (Crustacea Decapoda Natantia) and in *Locusta migratoria* (Insecta orthoptera). A comparative study. Invertebrate reproduction and development, **16** : 169-175.
- LAUFER, H e LANDAU, M., 1991. Endocrine control of reproduction in shrimp and other crustacea. In: P:F: De Loach, W.J., Dougherty e Davidson, M.A., (Eds.), *Frontiers of shrimp research*. (PP. 65-81). New York: Elsevier.

- LEE, D.O. e WICKINS, J.F., 1992. Crustacean farming. Cambridge: The University Press, 392pp.
- LEPORE, E., SCISCIOLI, M., e GHERARDI, M., 1993. Some ultrastructural aspects of oocytes during vitellogenesis in two species of *Balanus* (Crustacea, Cirripidia). *Oebalia*, **19**, 79-87.
- LEVI, D. e VACCHI, M., 1988. Macroscopic scale for simple and rapid determination of sexual maturity in *Aristaomorpha foliacea* (Risso, 1826) (Decapoda: Penaeidae).
- LEWINSOHN, Ch. e HOLTHIUS, L. B., 1986. The Crustacea decapoda of Cyprus. *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, **230**: 1-64.
- MARQUES, C., 1997. Sombreira - uma nova arte de pesca artesanal. Universidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos, Universidade do Algarve: 15p.
- MEUSY, J., PAYEN, G., 1988. Female reproduction in Malacostracan Crustacea. *Zoological Science*, **5**: 217-265.
- MINAGAWA, M., CHIU, J.-R., KUDU, M., ITO, F., e TAKASHIMA, F., 1993. Female reproductive biology and oocyte development of the red frog crab, *Ranina ranina*, of Hachijojima, Izu Islands, Japan. *Marine Biology*, **115**, 613-623.
- NEIVA, G. S., WORSMANN, T. U., OLIVEIRA, M. T. e VALENTINI, H., 1971. Contribuição ao estudo da maturação da gónada feminina do «cam. ao rosa» (*Penaeus paulensis*). Pérez Farfante, 1967. *Bol. Inst. Pesca*, **1** (4) : 23-38.
- NOUVEL VAN RYSSELBERGE, L., 1937. Recherches sur l'accouplement et la ponte chez les crustacés decapodes Natantia. *Bull. Soc. Zool. De France*, **62**: 208-221.
- NOUVEL, L., 1934. Observations statistiques et biometriques sur *Leander serratus* et *Lysmata seticaulata* (Risso). *Bull. Ins. Ocean.* (Find. Albert I, Prince Monaco), 642.
- OGLE, J. T., 1992. A review of the current (1992) state of our knowledge concerning reproduction in open thelycum Penaeid shrimp with emphasis on *Penaeus vannamei*. *Invertebrate Reproduction and development*, **22** (1-3), 267-274.
- PANNIKAR, N. K., 1941. Osmoregulation in some Palaemonid prawns. *Journ. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **25**:317-355.

- PANOUSE, M. J., 1943. Influence de l'ablation du peduncule oculaire sur la croissance de l'ovaire chez la crevette *Leander serratus*. *Comptes rendus*, 217: 55-555. In: HUERTA, A. , 1984. Biología y pesca del camarón (*Palaemon adspersus* e *Palaemon serratus*) en la ría de Vigo. Tese de doutoramento em Ciências Biológicas, Universidade de Santiago de Compostela, 177p.
- PAPATHANASSIOU, E. e KING, P. E., 1984. Ultrastructural Studies on Gametogenesis of the Prawn *Palaemon serratus* (Pennant). I. Oogenesis. *Acta Zool.* (Stockh). **65** (1):17-31.
- PAYEN, G. G., 1981. Aspects fondamentaux de l'endocrinologie de la reproduction chez les crustacés marines. *Oceanis*, **6** (3): 309-339.
- QUACKENBUSH, L. S., 1991. Regulation of the vitellogenesis in Penaeid shrimp. In P. F. DeLoach, W.J., Dougherty e Davidson, M.A., (Eds.), *Frontiers of shrimp research*. (PP. 125-140). New York: Elsevier.
- RANKIN, S.M. e DAVIS, R.W., 1990. Ultrastructure of oocytes of the shrimp, *Penaeus vannamei*: cortical specialization formation. *Tissue and cell*, **22** (6), 879-893.
- REEVE, M.R., 1969. The laboratory culture of the prawn *Palaemon serratus*. *Fishery Investigations*, Series II, **26** nº 1.
- RIEDL, R., 1986. Fauna y flora del Mar Mediterráneo. Instituto de Zoología de la Universidad de Viena. Ediciones Omega, Barcelona.856p.
- RODRIGUEZ, A., 1981. Growth and sexual maturation of *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) and *P. serratus* (Pennant) in salt ponds. *Aquaculture* **24**: 257-266.
- SALDANHA, L., 1980. Fauna submarina atlântica. Publicações Europa-América, 169p.
- SANCHES, J. G. 1989. Nomenclatura portuguesa de organismos aquáticos (Proposta para a normalização estatística). Lisboa, I.N.I.P., 322p (Publicações Avulsas do I.N.I.P., n.º 14).
- SANCHES, J. G. 1992. Guia para a identificação do pescado de Portugal submetido a tamanho mínimo de captura. Publicações avulsas do I.N.I.P., 18, 272p.
- SANTOS, P., 1995. Biología e pesca do Areeiro-de-quatro manchas, *Lepidorhombus boscii* RISSO, na costa portuguesa. Tese de doutoramento em Biología apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 232p.

- SARASQUETE, M., GUTIÉRREZ, M. e RODRIGUEZ, A., 1986. Estudio histológico e histoquímico durante la ovogénesis de *P.serratus* (Pennant, 1977). *Bol. Inst. Esp. Oceanog.* , **3 (1)**: 131-142.
- SARDÀ, F., 1978. La reproducción de los crustáceos. Fisiología: factores de regulación de la reproducción. Potencial reproductivo. Instituto de Ciéncias del Mar (Barcelona), 251-289.
- SASTRY, A. N., 1983. Ecological aspects of reproduction. In: GUERAO, G. e RIBERA, C., 1995. Growth and reproductive ecology of *Palaemon adspersus* (Decapoda, Palaemonidae) in the western mediterranean. *Ophelia* **43** (3): 205-213.
- SIERRA e LIZUSO, 1998. Fundamentos de explotación de recursos marinos. Editorial Acubia, SA.:249p.
- SMALDON, G., 1979. British coastal shrimps and praws. Academic Press, London, 126 p.
- SOLLAUD, E., 1912. As métamorphoses du bouquet *Leander serratus* Pennant. C.R. Acad. Sci.Paris, 154: 664-666.
- SOLLAUD, E., 1923. Le development larvaire des palaemoninae. *Bull. Biol. Fr. Berg.*, **57**: 509-603.
- SOMERS, I. F., CROCOS, P. J. e HILL, B. J.,1987. Distribution and abundance of the tiger prawns *Penaeus esculentus* and *P. semisulcatus* in the north-western Gifl of Carpentaria, Australia. Australian Journ. mar. Freshwater Res., **38**: 63-78.
- SOUTO, H., 1998. Comunidades de pesca artesanal na Costa portuguesa – Estudo geográfico. Tese de doutoramento no ramo de Geografia e Planeamento regional, especialidade de ambientes e recursos naturais, apresentada à Universidade Nova de Lisboa. 212-218p.
- SPARRE, P. & S. VENEMA, 1991. Introduction to fish stock assessment. Part 1. Manual. *FAO Fish. Tech. Pap*, **306. 1 Rev1.**: 337p.
- TAN-FERMIN, J.D. e PUDADERA, R.A., 1989. Ovarian maturation stages of the wild giant tiger prawn, *Penaeus monodon* fabricius. *Aquaculture*, **77**, 229-242.
- VAN HERP, F. e PAYEN, G.G., 1991. Crustacean neuroendocrinology: perspectives for the control of reproduction in aquacultural systems. *Bull. Inst. Zool.*, Academis Sinica, Monograph, **16**: 513-539.

- VARADARAJAN, S. e SUBRAMONIAM, T., 1980. Histochemical investigations on vitellogenesis of an anomuran crab, *Clibanarius clibanarius*. *International Journal of Invertebrate Reproduction*, **2**: 47-58.
- VIEGAS, M. C., 1998. Estudo de artes de pesca tradicionais – mugiganga e sombreira – em duas comunidades piscatórias do Norte: Aguda e Angeiras. *Relat. Cient. Téc. Inst. Invest. Pescas Mar*, **nº51**, 16 p.
- WEBER, M. e BLEIKER, D., 1992. Marés da Aguda - a pesca “artesanal” na praia da Aguda. Edições Afrontamento, Porto: 223p.
- WESTIN, L. e ANEER, G., 1987. Locomotor activity patterns of nineteen fifth and five crustacean species from the Baltic sea. *Environmental Biology of Fishes*, **20** (1): 49-65.
- WHITEHEAD, P.J.P., BAUCHAUT, M.L., HUREAU, J.-C., NIESEN, J. e TORTUNESE, E., 1986. Fishes of the Northeastern Atlantic and Mediterranean. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Richard Clay Ltd Bungay, United Kingdom, 3 vol. UNESCO, Paris.
- WOLIN, W. M., LAUFER, J. e ALBERTINI, D. F., 1973. Uptake of yolk protein lipovitellin by developing Crustacean oocytes. *Dev. Biol.*, **35**: 150-170.
- WORMANN, T. V., BARCELOS, S. R. e FERRI, A. G., 1976. Etude histologique de l'ovaire de *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). *Bolm. Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, pp. 43-54.
- YANO, I., 1984. Rematuration of spent Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, **42**, 179-183.
- YANO, I., 1988. Oocyte development in the Kuruma prawn *Penaeus japonicus*. *Marine biology*, **99**, 547-553.
- YOUNG, P., C., 1978. Moreton Bay, Queensland: a nursery area for juveniles prawns. *Australian Journ. Mar. Freshwater Res.*, **18**: 73-88.
- ZAR, J. H., 1996. Biostatistical analysis. (3ª ed). Prentice-Hall, International Inc., New Jersey, 662p.
- ZARIQUIEY-ÁLVAREZ, R., 1968. Crustáceos Decápodos Ibéricos. *Inv.Pesq.*, barcelona, **32**: 1-510.
- ZERBIB, 1976. Nature chimique des enclaves vitellines de l'ovocyte du crustacé amphipode, *Orchestia gamarella* (Pallas). *Ann. Histochem.* **21(4)**: 279-295.