

LUÍS MANUEL ZAMBUJAL CHÍCHARO

**ASSISTENTE DA UNIDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DOS RECURSOS AQUÁTICOS
UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**SISTEMÁTICA, ECOLOGIA E DINÂMICA
DE LARVAS E PÓS-LARVAS DE BIVALVES
NA RIA FORMOSA**

**FARO
1996**



**TESES
SD**



LUÍS MANUEL ZAMBUJAL CHÍCHARO

**ASSISTENTE DA UNIDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DOS RECURSOS AQUÁTICOS
UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**SISTEMÁTICA, ECOLOGIA E DINÂMICA
DE LARVAS E PÓS-LARVAS DE BIVALVES
NA RIA FORMOSA**

Dissertação apresentada à Universidade do
Algarve para obtenção do grau de
Doutor em Ciências Biológicas,
especialidade de Ecologia.

**FARO
1996**

UNIVERSIDADE DO ALGARVE	
SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO	
19/12/00	33441
598	
CH...	

2

Aos meus pais

A benthic animal with a planktonic larval stage is a strange beast. Not only must it survive and prosper in two different realms, but it must also make the transitions to the plankton and back to the benthos.

G.A. Jackson (1986)

Agradecimentos

Ao Professor Pedro Ré, que me acompanhou desde o trabalho de estágio sempre com a mesma disponibilidade e amizade, pela orientação.

Ao Professor J. Pedro Andrade, pela orientação e pelo apoio sempre disponível durante as várias fases do trabalho.

Ao Professor Martin Sprung pela ajuda na definição do plano de trabalho, bem como por ter ajudado na instalação da experiência, por ter colaborado na manutenção dos colectores e pela imensa quantidade de bibliografia que me facultou.

Ao Professor Sadat Muzavor pelo empenho colocado na minha visita ao Institut Fur Meerkunde de Kiel.

À Professora Lucília Sant'Anna pelos esforços desenvolvidos com vista à obtenção de uma bolsa do Programa Erasmus para a minha estadia no Department of Zoology da Universidade de Aberdeen.

Aos Professores Bernt Zeitzschel e Heye Rumhor pelas facilidades concedidas no acesso a laboratórios e a bibliografia durante a minha estadia em Kiel, em Dezembro de 1988 e em Agosto de 1990.

À Doutora Catriona Clemmesen pelos ensinamentos da técnica de determinação de ácidos nucleicos.

Ao Professor Peter Boyle pelo seu esforço em tornar a minha estadia em Aberdeen o mais proveitosa possível e pelo apoio dado para a utilização do microscópio electrónico de varrimento.

Ao Professor Karim Erzini pela leitura crítica dos capítulos da Dinâmica das larvas e pós-larvas e do Modelo de Recrutamento.

Ao Professor José Guerreiro e Dr. Fernando Morgado pela bibliografia que me facultaram.

Ao Dr. Fernando Delgado por ter passado as férias a ler o manuscrito da tese, pelo incentivo constante e pela amizade de sempre.

À Dra. Delminda Moura pela ajuda no processamento das amostras de sedimento e na análise dos resultados.

Ao Sr. José Magro pelo seu apoio na realização das colheitas e pela amizade com que sempre me ajudou no trabalho de campo.

Ao Dr. António Malaquias, Dr. Jorge Palma e Dr. José Ramos pela ajuda na triagem das amostras de bentos.

À Dra. Ana Branco e Dra. Cristina Cardoso pela ajuda dada em várias recolhas de plâncton.

Ao Kevin, pelo processamento das amostras para observação ao microscópio electrónico de varrimento e pela realização das microfotografias.

À empresa Culmasur por me ter facultado as pós-larvas utilizadas para a determinação da razão RNA/DNA.

Aos amigos Nani, Fernando, Célia, Helder, Guida e Miguel pelo “empurrão para cima” quando foi preciso.

Aos meus pais, pelo seu apoio desde sempre.

À minha mulher, Alexandra, pela sua ajuda em todas as fases do trabalho. Sem a sua organização, o seu apoio incondicional, a sua paciência e o seu carinho não teria sido possível realizar esta tese. À minha filha Ana, pelo seu sorriso e por fazer com que valha a pena.

RESUMO

Com este trabalho pretendeu-se caracterizar as larvas e pós-larvas de bivalves da Ria Formosa em termos sistemáticos, ecológicos e dinâmicos. Para tal utilizou-se uma estratégia de amostragem temporal de pequena escala de modo a que os aspectos a analisar e que decorrem no período de dias a semanas, pudessem ser eficazmente observados. As larvas de bivalves foram crivadas por 60 μm e amostradas com uma periodicidade trissemanal durante os meses de Primavera e Verão e bissemanal e semanal durante o Outono e Inverno, num total de 132 recolhas nos 16 meses amostrados. Para amostrar as pós-larvas colocaram-se 2 conjuntos com 15 colectores, com sedimento de areia e de vasa, na zona da ponte para a ilha de Faro. O sedimento foi substituído quinzenalmente num colector com areia e com vasa. Para além disso, mensalmente foi recolhido o sedimento de um colector com cada um dos tipos de sedimento, o qual foi crivado por 180 μm . Calculou-se a eficiência dos colectores e a sua representatividade, bem como determinou-se a melhor estratégia a utilizar em estudos de recrutamento de bivalves.

As larvas e pós-larvas recém-fixadas de bivalves encontram-se deficientemente descritas na bibliografia. Assim, na primeira parte deste trabalho procedeu-se a uma caracterização sistemática dos vários *taxa* capturados na Ria Formosa. A identificação dos indivíduos baseou-se sobretudo na estrutura do *provinculum* larvar e na charneira pós-larvar, bem como na forma da concha, tendo-se construído séries retroactivas sempre que possível. Verificou-se, através de diagramas de caixa que a melhor separação entre os vários *taxa* larvares foi obtida em relações que incluíram o comprimento do *provinculum*. Para além disso, o cálculo de regressões lineares entre as várias medidas das conchas larvares e pós-larvares evidenciou que os eixos de crescimento que melhor se relacionaram foram o comprimento e a altura. Determinaram-se as dimensões com que as larvas ocorreram no plâncton (das prodissoconchas I e II), bem como as dimensões com que as pós-larvas recém-fixadas efectuaram a metamorfose. Com base nas características morfológicas e mensuráveis das conchas propuseram-se chaves dicotómicas para as larvas e pós-larvas de bivalves dos *taxa* observados.

As larvas de bivalves capturadas pertenceram a 18 *taxa* diferentes. As larvas que ocorreram em maior abundância foram as de *Mytilus edulis*, *Ruditapes* spp., *Cardium* spp. e *Venerupis* spp.. Analisou-se a variação temporal das abundâncias dos 14 *taxa* mais abundantes e que ocorreram de forma mais contínua no plâncton da Ria Formosa. A temperatura parece ter sido o factor determinante nas variações das abundâncias, sobrepondo-se ao efeito da salinidade, velocidade e direcção do vento ou velocidade das correntes. Analisaram-se as variações horárias das abundâncias larvares em 2 ciclos de 24 horas realizados em dois locais da Ria Formosa: na ponte para a ilha de Faro (interior) e na barra de Faro-Olhão (exterior). As abundâncias mais elevadas de larvas de bivalves ocorreram na maré enchente ou na preia-mar quando esta coincidiu com o período do pôr-do-Sol,

altura em que ocorreram as larvas de maiores dimensões, sobretudo de *Mytilus edulis*. Calculou-se a duração da vida planctónica em *Cardium edule* e *Ruditapes decussatus*, respectivamente até 2 semanas e entre 2 e 4 semanas.

Simultaneamente à amostragem das larvas, analisou-se a variação temporal das abundâncias das pós-larvas fixadas quinzenal e mensalmente em colectores com substrato de areia e de vasa. As abundâncias mais elevadas observadas em areia, bem como o maior número de *taxa* identificados, 45 *taxa* em areia e 24 *taxa* em vasa, sugerem a preferência das larvas para se fixarem naquele sedimento. A variação temporal das abundâncias pós-larvares relacionou-se sobretudo com a temperatura. Verificou-se, através do índice RNA/DNA, que as pós-larvas recém-fixadas de *Ruditapes decussatus* encontravam-se num bom estado nutricional, em qualquer dos dois tipos de sedimentos onde se fixaram, pelo que este não terá sido um aspecto determinante na escolha do substrato para fixação. Calculou-se a percentagem de sucesso entre o plâncton e o bentos em *Cardium edule* e *Ruditapes decussatus*, respectivamente 8,8% e 10,4%. Numa segunda fase da amostragem, analisou-se a variação espacial no recrutamento e observaram-se diferenças entre as abundâncias das várias espécies em colectores colocados numa zona interior (zona da ponte para a ilha de Faro) e numa zona exterior (barra de Faro-Olhão). Para além disso, as recolhas ao longo do canal de Faro permitiram verificar a existência de alguma limitação à distribuição espacial das várias espécies.

A aplicação do método de Bhattacharyya às medições do comprimento das larvas e pós-larvas efectuadas nas várias recolhas permitiu identificar e acompanhar a evolução de coortes larvares de *Mytilus edulis* e *Ruditapes* spp. e pós-larvares de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*, nos dois tipos de sedimento analisados. Para estes *taxa* calcularam-se as taxas de crescimento e de mortalidade, neste último caso por idade e por comprimento. Analisaram-se os modelos de Laird-Gompertz, de von Bertalanffy e os modelos linear e exponencial. O modelo de Laird-Gompertz foi o que melhor descreveu o crescimento das várias espécies em areia e em vasa, apesar de neste último substrato, o modelo linear ter explicado melhor o crescimento das pós-larvas e juvenis de *R. decussatus* e *S. plana*. As taxas de mortalidade foram, de um modo geral, mais elevadas em areia do que em vasa. No entanto, neste substrato as taxas de mortalidade não foram significativas, excepto em *R. decussatus* ($p < 0,005$). Determinaram-se as razões entre a taxa de mortalidade e a de crescimento (Z/K) para os vários *taxa*. Esta razão evidenciou, nos *taxa* larvares e pós-larvares, que as populações foram globalmente dominadas pelo crescimento. Com base nas equações dos modelos lineares calculou-se a duração da vida meiobentónica (até 1 mm de comprimento). Esta variou, nos colectores com areia, entre 18 dias em *A. ovata* e 49 dias em *S. plana*. Com base nas equações de crescimento e mortalidade larvar e pós-larvar propõe-se um modelo matemático que permite calcular a abundância de recrutas durante os primeiros catorze meses de vida bentónica, com base na abundância e comprimento das larvas planctónicas, o qual foi aplicado a *Ruditapes decussatus*.

SYSTEMATICS, ECOLOGY AND DYNAMICS OF BIVALVE LARVAE AND POST-LARVAE AT THE RIA FORMOSA

SUMMARY

The aim of this work was to characterise the bivalve larvae and post-larvae populations of the Ria Formosa in systematic, ecological and dynamic terms. A temporal small sampling scale was implemented so that the aspects of the study could be effectively analysed. Bivalve larvae were sieved through a 60 μm sieve and samples were taken three times per week during Spring and Summer and twice a week and weekly during Autumn and Winter months. A total of 132 samples were analysed in the 16 months during which sampling took place. The post-larvae sampling involved placing two sets of 15 collection containers containing sand or silt sediment in an area near the bridge leading to the island of Faro. Each container with sediment was substituted fortnightly. In addition, on a monthly basis, each type of sediment was removed from the containers and sieved through a 180 μm sieve. The efficacy and representativeness of the containers were analysed and the most adequate strategy for recruitment studies using containers was proposed.

Larvae and newly-settled post-larvae of bivalves are poorly described in the literature. Therefore, in the first part of this work a systematic characterisation of the various bivalve *taxa* captured in the Ria Formosa was presented. The identification was based predominantly on the larval *provinculum* and post-larval hinge structure. Also shape was considered and retrospective series were constructed whenever possible. Box diagrams showed that the criteria that best distinguished the various larval *taxa* were related to the length of the *provinculum*. Results of linear regression calculations revealed that length and height were the best related axis of growth. The dimensions of larvae in the plankton as well as the dimensions at which the newly settled post-larvae underwent metamorphosis were measured. Based on the morphological and measurable characteristics of the shell, dichotomous classification keys were proposed for bivalve larvae and post-larvae.

The bivalve larvae were classified into 18 different *taxa*. The most abundant larvae in the plankton were that of *Mytilus edulis*, *Ruditapes* spp., *Cardium* spp. and *Venerupis* spp. The temporal variation of the 14 *taxa* more abundant and more conspicuous during the sampling period were analysed. Temperature seems to have been the determinant factor in the variation of abundance, being dominant over the effects of salinity, currents velocity and wind direction or velocity. Diurnal variations in larval abundances were analysed in two sampling cycles of 24 hours each in two locations of the Ria Formosa: near the bridge to the island of Faro ("interior") and on the bar of Faro-Olhão ("exterior"). Higher larval abundances occurred at flood and high tides when it coincided with sunset, when

larger larvae were captured, especially those of *M. edulis*. The duration of the planktonic life of *Cardium edule* and *Ruditapes decussatus* was calculated as up to two weeks and between 2 and 4 weeks, respectively.

Simultaneously with the sampling of the larvae, temporal variations in the abundance of post-larvae settled fortnightly and monthly in the containers with the two types of sediment were studied. It was observed that abundance was higher in sand and also more *taxa* were identified in sand (45 *taxa*) than in silt (24 *taxa*), which suggested that larvae preferred to settle in that substratum. The temporal variability of post-larvae abundance was related especially to temperature. Utilisation of RNA/DNA ratio to newly settled *R. decussatus* post-larvae showed that they were in a good nutritional condition in either of the two types of sediment tested. Therefore nutritional condition was not a determining factor in the choice of the sediment by settling larvae. The percentage of success in the transition from the plankton to the benthos was 8,8% and 10,4%, respectively in *C. edule* and *R. decussatus*. In a second phase of the sampling, the spatial variability in the recruitment and the differences between inner (near the bridge to the island of Faro) and outer (bar of Faro-Olhão) zones of the Ria Formosa were observed. Moreover, collection of benthonic post-larvae along the Faro canal evidenced some spatial limitation to the distribution of species.

The application of the Bhattacharya method to the length measurements of captured larvae and post-larvae permitted the identification and tracing of the larval cohorts of *Mytilus edulis* and *Ruditapes* spp. and post-larval cohorts of *C. edule*, *R. decussatus*, *Venerupis aurea*, *V. pullastra*, *Scrobicularia plana* and *Abra ovata* in the two types of sediment analysed. Post-larval growth and also age and length mortality were calculated. Application of Laird-Gompertz, von Bertalanffy growth models and linear and exponential models to the length data was effectuated. The Laird-Gompertz model described best the growth of the species studied, in sand or silt substrata, notwithstanding that the growth of *R. decussatus* and *S. plana* in silt was best explained by the linear model. The mortality rates were, in general, higher in sand than in silt. However in this type of sediment the mortality rate was not found to be significant, with the exception of *R. decussatus* ($p < 0,05$). The ratio between mortality and growth rates (Z/K) was determined for the various *taxa* studied. The Z/K ratio showed that larval and post-larval populations were globally dominated by growth. The duration of the meiobenthonic life (up to 1 mm in length) was calculated using the linear model equations. In sand sediment it varied between 18 days and 49 days, respectively in *A. ovata* and *S. plana*. Based on larval and post-larval growth and mortality models, a mathematical empirical model is proposed (which was applied to *R. decussatus*), capable of calculate the abundance of recruits during the first 14 months of benthonic life, based on the abundance and length of planktonic larvae.

SISTEMÁTICA, ECOLOGIA E DINÂMICA DE LARVAS E PÓS-LARVAS DE BIVALVES NA RIA FORMOSA

ÍNDICE

Cap. I - Introdução.....	1
--------------------------	---

Cap. II - Caracterização geral da Ria Formosa

1 - Aspectos gerais e localização geográfica.....	5
2 - Origem e evolução.....	6
3 - Condições climatéricas.....	8
4 - Marés.....	8
5 - Produtividade	8
6 - Importância económica.....	9

PARTE I - SISTEMÁTICA DAS LARVAS E PÓS-LARVAS DE BIVALVES

Capítulo III - Caracterização morfológica das larvas e pós-larvas de bivalves

1 - Introdução.....	11
2 - Terminologia da concha larvar e pós-larvar.....	17
2.1 - Características gerais.....	17
2.2 - Charneira larvar e pós-larvar.....	17
3 - Material e Métodos.....	21
3.1 - Estratégia de amostragem e processamento das larvas.....	21
3.2 - Estratégia de amostragem e processamento das pós-larvas.....	22
3.3 - Biometria.....	23
3.4 - Análise estatística.....	25
3.4.1 - Regressões lineares	25
3.4.2 - Análise de variância (ANOVA).....	26
4 - Resultados.....	27
4.1 - Biometria da concha larvar.....	27
4.2 - Regressões lineares entre as medições da concha larvar.....	31
4.3 - Regressões lineares entre as medições da concha pós-larvar.....	38
4.4 - Dimensões das principais fases de desenvolvimento larvar e pós-larvar.....	43
5 - Discussão.....	46
5.1 - Caracterização morfológica de larvas e pós-larvas de bivalves.....	44
5.1.1 - Superfamília Nuculacea.....	47
5.1.2 - Superfamília Arcacea.....	48
5.1.3 - Superfamília Anomiacea.....	49
5.1.4 - Superfamília Mytilacea.....	52

5.1.5 - Superfamília Ostreacea.....	60
5.1.6 - Superfamília Pectinacea.....	63
5.1.7 - Superfamília Lucinacea.....	65
5.1.8 - Superfamília Erycinacea.....	71
5.1.9 - Superfamília Isocardiacea.....	74
5.1.10 - Superfamília Cardiacea.....	76
5.1.11 - Superfamília Veneracea.....	85
5.1.12 - Superfamília Mactracea.....	102
5.1.13 - Superfamília Tellinacea.....	105
5.1.14 - Superfamília Solenacea.....	122
5.1.15 - Superfamília Myacea.....	124
5.1.16 - Superfamília Hiatellacea.....	125
5.1.17 - Superfamília Pholadacea.....	127
5.1.18 - Superfamília Pandoracea.....	131
5.2 - Aplicações das características morfométricas das larvas e pós-larvas: identificação, ontogenia, filogenia e ecologia.....	132
6 - Conclusões.....	140

PARTE II - ECOLOGIA DAS LARVAS E PÓS-LARVAS

Cap. IV- Ecologia das larvas de bivalves

1 - Introdução.....	143
2 - Material e Métodos.....	144
2.1 - Estratégia de amostragem.....	144
2.2 - Processamento das amostras.....	146
2.3 - Turbulência da coluna de água.....	147
2.3.1 - influência do vento.....	147
2.3.2 - influência da maré.....	147
2.4 - Análise estatística.....	148
2.4.1 - Análise cronológica.....	148
2.4.2 - Diversidade e equitabilidade.....	149
2.4.3 - Análise multivariada.....	150
3 - Resultados.....	151
3.1 - Variações mensais.....	151
3.1.1 - Parâmetros abióticos.....	151
3.1.1.1 - temperatura.....	151
3.1.1.2 - salinidade.....	151
3.1.1.3 - velocidade e direção do vento.....	152
3.1.1.4 - turbulência da coluna de água.....	153
3.1.1.4.1 - influência do vento.....	153

3.1.1.4.2 - influência da maré.....	154
3.1.2 - Composição taxonómica e abundância relativa.....	154
3.1.3 - Períodos de ocorrência no plâncton.....	155
3.1.4 - Variação das abundâncias larvares.....	156
3.1.5 - Diversidade e equitabilidade.....	163
3.1.6 - Relação entre abundância larvar e parâmetros abióticos.....	163
3.2 - Duração da vida planctónica.....	166
3.3 - Variação horária.....	168
3.3.1 - Ciclo realizado na barra de Faro-Olhão.....	168
3.3.1.1 - Parâmetros abióticos.....	168
3.3.1.2 - Abundâncias larvares e ocorrência.....	169
3.3.1.3 - Diversidade e equitabilidade.....	171
3.3.1.4 - Variação das abundâncias larvares.....	172
3.3.2 - Ciclo realizado na ponte para a ilha de Faro.....	175
3.3.2.1 - Parâmetros abióticos.....	175
3.3.2.2 - Abundâncias larvares e ocorrência.....	176
3.3.2.3 - Diversidade e equitabilidade.....	177
3.3.2.4 - Variação das abundâncias larvares.....	178
3.3.2.5 - Variação horária do comprimento larvar.....	181
4 - Discussão.....	183
4.1 - Parâmetros ambientais.....	183
4.2 - Variação mensal das abundâncias larvares.....	187
4.3 - Variações horárias das abundâncias larvares.....	195
5 - Conclusões.....	199

Cap. V - Aspectos metodológicos da análise do recrutamento de Bivalves

1 - Introdução.....	201
2 - Material e Métodos.....	203
2.1 - Características dos colectores.....	203
2.2- Estratégia de amostragem.....	204
2.3 - Processamento das amostras.....	205
2.4 - Tratamentos dos dados e análise estatística.....	205
2.4.1 - Abundância relativa das fracções de recrutas.....	205
2.4.2 - Testes paramétricos e não paramétricos.....	206
2.4.3 - Coeficiente de variação.....	206
2.4.4 - Índices de dispersão.....	206
3 - Resultados.....	208
3.1 - Análise quantitativa do recrutamento.....	208
3.2 - Análise qualitativa do recrutamento.....	210
3.3 - Análise da eficiência dos colectores	213
3.3.1 - Comparação entre os colectores a natureza.....	213
3.3.2 - Variabilidade entre colectores.....	213

3.3.3 - Distribuição espacial das pós-larvas.....	214
4 - Discussão.....	215
4.1 - Análise quantitativa e qualitativa do recrutamento.....	215
4.2 - Utilização de colectores em estudos de recrutamento.....	217
5 - Conclusões.....	220

Cap. VI - Ecologia do Recrutamento de Bivalves

1- Introdução.....	223
2 - Material e Métodos.....	225
2.1 - Estratégia de amostragem.....	225
2.2 - Processamento das amostras.....	226
2.3 - Análise sedimentológica.....	227
2.3.1 - Percentagem de matéria orgânica no sedimento.....	227
2.3.2 - Dimensão do grão.....	227
2.4 - Percentagem de sucesso na fixação e metamorfose.....	228
2.5 - Análise estatística.....	229
3 - Resultados.....	229
3.1 - Análise sedimentológica.....	229
3.2 - Percentagem de sucesso na fixação e metamorfose.....	230
3.3 - Variação temporal do recrutamento.....	232
3.3.1 - sedimento recolhido mensalmente.....	232
3.3.1.1 - Abundâncias relativas por tipo de substrato e por espécie.....	232
3.3.1.2 - Recrutamento por tipo de sedimento.....	232
3.3.1.3 - Recrutamento por espécie.....	235
3.3.2 - sedimento substituído quinzenalmente.....	237
3.3.2.1 - Abundâncias relativas por tipo de sedimento e por espécie.....	237
3.3.2.2 - Recrutamento por tipo de sedimento.....	240
3.3.2.3 - Recrutamento por espécie.....	242
3.3.2.4 - Diversidade e equitabilidade.....	245
3.4 - Variação espacial do recrutamento.....	246
3.4.1 - zona da barra de Faro-Olhão.....	246
3.4.1.1 - Composição taxonómica e ocorrência.....	246
3.4.1.2 - Abundâncias relativas por espécie.....	247
3.4.2 - zona da ponte para a Ilha de Faro.....	248
3.4.2.1 - Composição taxonómica e ocorrência.....	248
3.4.2.2 - Abundâncias relativas por espécie.....	249
3.4.3 - Comparação entre a zona da barra de Faro-Olhão e da ponte para a ilha de Faro.....	251
3.4.3.1 - Importância relativa do recrutamento.....	251
3.4.3.2 - Diversidade e equitabilidade.....	255
3.4.4 - Distribuição no canal de Faro.....	255
3.4.4.1 - Abundâncias relativas por espécie.....	255

3.4.4.2 - Variação espacial das abundâncias.....	256
3.4.4.3 - Diversidade e equitabilidade.....	261
4 - Discussão.....	262
4.1 - Sucesso na fixação e metamorfose.....	269
4.2 - Variação espacial do recrutamento.....	270
4.3 - Variação temporal do recrutamento.....	271
4.4 - Recrutamento das espécies principais.....	273
5 - Conclusões.....	279

Cap. VII - A razão RNA/DNA em pós-larvas de bivalves

1 - Introdução.....	281
2 - Material e Métodos.....	282
2.1 - Experiência realizada no laboratório.....	282
2.2 - Experiência realizada na Ria Formosa.....	283
2.3 - Técnicas de determinação dos ácidos nucleicos.....	283
2.4 - Análise estatística.....	286
3 - Resultados.....	286
3.1 - Experiência realizada no laboratório.....	286
3.2 - Experiência realizada na Ria Formosa.....	291
4 - Discussão.....	293
4.1 - Experiência realizada no laboratório.....	293
4.2 - Experiência realizada na Ria Formosa.....	294
5 - Conclusões.....	295

PARTE III - DINÂMICA DAS LARVAS E PÓS-LARVAS

Cap. VIII - Dinâmica de larvas e pós-larvas de bivalves

1 - Introdução.....	297
2 - Material e Métodos.....	299
2.1 - Estratégia de amostragem.....	299
2.2 - Modelos de crescimento.....	300
2.3 - Modelos de mortalidade.....	304
2.4 - Razão mortalidade/crescimento (Z/K).....	306
2.5 - Duração da vida meiobentónica.....	306
2.6 - Análise estatística.....	306
3 - Resultados.....	307
3.1 - Análise das coortes.....	307
3.1.1 - Coortes larvares.....	307
3.1.2 - Coortes pós-larvares e juvenis	308
3.1.2.1 - colectores com areia.....	308

3.1.2.2 - colectores com vasa.....	311
3.2 - Crescimento.....	313
3.2.1 - Crescimento das coortes larvares.....	313
3.2.2 - Modelos de crescimento larvar.....	314
3.2.3 - Crescimento pós-larvar e juvenil	317
3.2.3.1 - colectores com areia	317
3.2.3.2 - colectores com vasa	317
3.2.4 - Modelos de crescimento pós-larvar e juvenil.....	318
3.2.4.1 - colectores com areia	318
3.2.4.2 - colectores com vasa	322
3.3 - Mortalidade.....	328
3.3.1 - Mortalidade larvar.....	328
3.3.2 - Mortalidade das coortes larvares.....	329
3.3.3 - Mortalidade na transição do plâncton para o bentos.....	329
3.3.4 - Mortalidade pós-larvar e juvenil	330
3.3.4.1 - colectores com areia.....	331
3.3.4.2 - colectores com vasa.....	331
3.3.5 - mortalidade das coortes pós-larvares e juvenis	333
3.3.5.1 - colectores com areia	333
3.3.5.2 - colectores com vasa.....	335
3.4 - Razão mortalidade/ crescimento (Z/K).....	337
3.5 - Duração da vida meiobentónica.....	338
4 - Discussão	338
4.1 - Análise das coortes.....	338
4.2 - Escolha do modelo de crescimento.....	341
4.3 - Crescimento larvar.....	343
4.4 - Crescimento pós-larvar.....	346
4.5 - Mortalidade.....	354
4.5.1 - Mortalidade larvar.....	355
4.5.2 - Mortalidade pós-larvar.....	358
4.6 - Razão mortalidade/crescimento (Z/K).....	361
5 - Conclusões	364

**Capítulo IX - Modelo preditivo do recrutamento de bivalves:
aplicação a *Ruditapes decussatus***

1 - Introdução.....	367
2 - Pressupostos teóricos.....	368
3 - Aplicação do modelo a <i>Ruditapes decussatus</i>	370
4 - Discussão.....	378

Capítulo X - Considerações Finais.....383

Capítulo XI - Referências.....	389
Anexo I - Chaves dicotômicas para identificação das larvas e pós-larvas de bivalves dos <i>taxa</i> principais.....	413
Anexo II - Tabelas com o resultado do teste de Tukey.....	422
Anexo III - Valores da turbulência provocada pelas correntes de maré.....	424
Anexo IV - Datas de recolha dos colectores.....	425
Anexo V - Ocorrência das pós-larvas e juvenis nos dois tipos sedimento.....	427
Anexo VI - Percentagens das abundâncias de pós-larvas e juvenis fixadas nos dois tipos de colectores.....	429
Anexo VII - Abundância relativa dos bivalves capturados ao longo do canal de Faro.....	430
Anexo VIII - Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das larvas de bivalves.....	431
Anexo IX - Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de bivalves.....	435

Capítulo I
Introdução

Capítulo I - INTRODUÇÃO

As fases iniciais do ciclo de vida dos bivalves, larvares planctónicas e pós-larvares bentónicas, têm sido muito pouco estudadas comparativamente à fase adulta. Apesar da duração temporal relativamente reduzida no conjunto do ciclo de vida das espécies, consequência de um desenvolvimento morfológico rápido, estas fases desempenham um papel determinante na manutenção das populações.

Em termos quantitativos, as larvas de bivalves podem constituir até 57% da abundância do meroplâncton das zonas costeiras (Thorson, 1946), pelo que representam um grupo com grande importância no plâncton. Para além disso, desempenham um papel importante na dinâmica planctónica já que, sendo maioritariamente planctotróficas, competem por alimento com outros planctontes, enquanto que simultaneamente são predadas por vários zooplantontes (Lebour, 1933; Brewer & Kleppel, 1986).

Durante a fase planctónica em que se podem dispersar, as larvas estão particularmente expostas a vários factores bióticos e abióticos. Estes factores podem, no curto prazo, afectar o recrutamento dado que influenciam o crescimento e a mortalidade e, numa perspectiva de longo prazo, condicionarem as taxas de especiação e de extinção das espécies (Jablonski & Lutz, 1983; Jablonski, 1986; Hedgecock, 1986).

Por conseguinte, a caracterização em termos ecológicos e dinâmicos das fases iniciais da vida dos invertebrados em geral, e dos moluscos bivalves em particular, é fundamental para a compreensão dos processos que sobre elas actuam e que determinarão as abundâncias das populações adultas. Para tal, é necessário avaliar a abundância das larvas no plâncton e pós-larvas no bentos, determinar a influência dos parâmetros ambientais sobre as populações larvares e pós-larvares, calcular a duração da vida planctónica e meiobentónica, estimar o sucesso na transição entre as larvas planctónicas e as pós-larvas bentónicas e as taxas de crescimento e de mortalidade no plâncton e no bentos. Com esta informação é

possível construir modelos que, com base na abundância e dimensão das larvas planctónicas, permitam calcular a abundância de pós-larvas e juvenis durante o primeiro ano de vida bentónica e, deste modo, contribuir para a gestão de espécies utilizadas como recurso.

Mann (1988) sugeriu que o recrutamento é condicionado durante a fase planctónica nomeadamente pela qualidade dos ovos, pelo ambiente físico durante o desenvolvimento larvar, pela disponibilidade alimentar, pela ocorrência de doenças e a predação, pela disponibilidade em substratos adequados para fixação e pela capacidade energética da larva para completar a metamorfose. A importância da fase larvar na distribuição espácio-temporal dos recrutas foi também reconhecida por Cameron (1986), uma vez que esta será influenciada pela disponibilidade em larvas, pela selecção do substrato onde se efectuará a metamorfose e também pela mortalidade pós-larvar, sobretudo resultante da predação e da competição. Assim, o recrutamento será função do número de larvas que sobrevivem até à metamorfose, bem como da mortalidade no início do período pós-larvar, como é referido por Thorson (1946).

A distribuição dos recrutas no tempo e no espaço dependerá de alterações ocorridas durante a fase larvar planctónica (Mileikovsky, 1971), na fixação e metamorfose (Strathmann, 1978; Keough, 1983; Bushek, 1988; Chia, 1989), bem como no ciclo reprodutor dos adultos (Paulet *et al.*, 1992). A maioria das flutuações no recrutamento serão originadas após a sedentarização das pós-larvas, sobretudo por factores que afectam a sobrevivência dos recrutas no curto-prazo (Keough & Downes, 1982; Luckenbach, 1984; Hadfield, 1986; Osman *et al.*, 1989; Bachelet *et al.*, 1992b).

As dificuldades metodológicas constituem uma das principais limitações aos estudos, em sistemas naturais, sobre as fases iniciais da vida dos bivalves. De facto, para Mann (1988), o trabalho de campo intensivo nesta área é comumente considerado como muito difícil e moroso, sujeito a uma variabilidade elevada e permitindo pouco controle sobre as experiências. Assim, para além da mortalidade

juvenil ter sido pouco estudada, na generalidade dos trabalhos em que este aspecto foi considerado, nomeadamente nos de Muus (1973), Gonzalez & Camacho (1984), Imabayashi (1986), Möller (1986) e Desprez *et al.* (1987), não foi analisado o período crítico que ocorrerá nas semanas imediatamente após a fixação. De facto, com excepção de alguns estudos, nomeadamente os de Paine (1966), Thorson (1966), Williams (1980), Buss (1981), Young & Chia (1984), Luckenbach (1984), Creutzberg (1986), Diop & Glémarec (1990), Osman *et al.* (1989), Osman & Abe (1994) e Guillou & Tartu (1994), os vários aspectos do período pós-fixação praticamente não têm sido examinados.

Actualmente existe uma preocupação generalizada sobre o estado dos recursos. Para que seja possível efectuar-se a gestão dos mananciais é necessário conhecerem-se as características das várias fases e processos do ciclo de vida que condicionam a abundância das gerações futuras, nomeadamente de bivalves.

Apesar da importância destas fases no ciclo de vida dos bivalves, em Portugal é muito reduzido o número de trabalhos efectuados sobre este tema. Na realidade, apenas Leal (1989) analisou a variação das abundâncias larvares no plâncton e a fixação de *Mytilus edulis* na Lagoa de Albufeira, Chícharo (1992, 1993) descreveu as abundâncias de larvas de bivalves na Ria Formosa e Júlio (1993) caracterizou a população malacoplanctónica de bivalves do Estuário do Mira. Por outro lado, apesar dos estudos de Vilela (1950, 1951) sobre o período inicial de vida bentónica, a análise das pós-larvas na altura da fixação ao sedimento, bem como da dinâmica durante o primeiro ano de vida bentónica, foi efectuada por Chícharo (1994a,b;1995) e Chícharo & Chícharo (1994a,b; 1995), na Ria Formosa.

Neste trabalho analisaram-se globalmente as fases larvares e pós-larvares dos bivalves da Ria Formosa e em particular das espécies *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*, por forma a: 1) estabelecer relações morfométricas distintivas dos vários taxa larvares e construir chaves dicotómicas para larvas e pós-larvas de bivalves; 2) determinar qual a metodologia mais adequada para estudos de recrutamento de bivalves em

sedimentos móveis; 3) determinar a abundância, diversidade, variação temporal das larvas e espacio-temporal das pós-larvas de bivalves; 4) calcular o tempo de duração da vida planctónica e meiobentónica, respectivamente das larvas e pós-larvas de bivalves; 5) avaliar a variação da intensidade do recrutamento em sedimentos diferentes; 6) analisar a condição das pós-larvas recém-fixadas em diferentes tipos de sedimento através da relação RNA/DNA; 7) calcular as taxas de mortalidade e crescimento para as larvas planctónicas e para as pós-larvas durante o primeiro ano de vida bentónica e 8) desenvolver um modelo empírico integrador dos vários aspectos dinâmicos das fases larvares e pós-larvares analisadas e preditivo para o cálculo do recrutamento de *Ruditapes decussatus*.

Capítulo II
Caracterização geral da Ria Formosa

Capítulo II - Caracterização geral da Ria Formosa

1 - ASPECTOS GERAIS E LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A Ria Formosa, conjuntamente com a Ria de Aveiro e os estuários dos rios Tejo e Sado, inclui-se no grupo das zonas húmidas mais importantes de Portugal. Pelas suas características, mais do que aos estuários e rias da costa Atlântica, a Ria Formosa (Fig. 2.1) integra-se na série quase contínua destas zonas que ocorrem para oeste do Golfo de Cadiz, da qual será a mais ocidental (Batty, 1991). Com efeito, a Ria não possui nenhum rio importante seu tributário. As entradas de água doce são pouco numerosas e frequentemente apenas ocorrem em períodos de chuva, pelo que a sua influência apenas se verifica durante um número reduzido de dias (Pera, 1986). Este facto é confirmado pelos valores da salinidade que se mantêm praticamente constantes ao longo do ano, próximo dos 36 ‰, excepto durante os esporádicos períodos de chuva forte (Falcão & Vale, 1990).

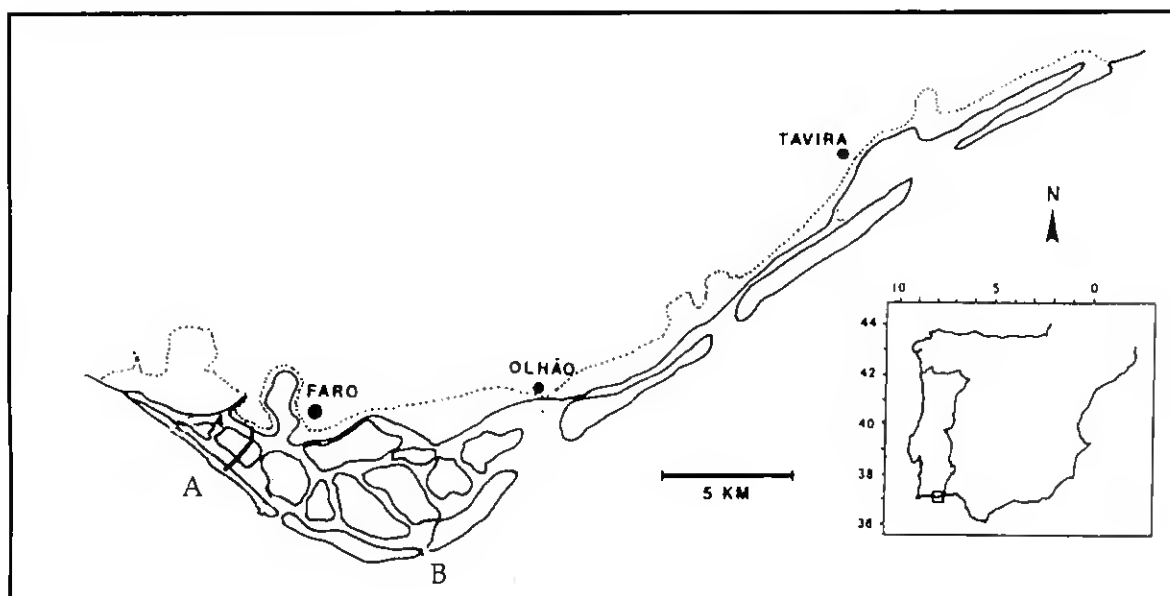


Figura 2.1 - Esquema da Ria Formosa e o seu posicionamento na costa Sul de Portugal. A e B indicam as estações de amostragem utilizadas neste estudo. (adaptado de Andrade, 1992).

A Ria Formosa situa-se na costa Este do litoral Sul de Portugal. Estende-se por uma área total de aproximadamente 16300 hectares e apresenta uma barreira arenosa a separá-la do mar, que se desenvolve paralelamente ao oceano, numa extensão de 55 Km de comprimento (desde o Ancão até Cacela) e de 6 Km na zona de maior largura (desde Faro até ao Cabo de Santa Maria). A profundidade média situa-se entre os 3 e 5 metros, enquanto que o valor máximo de 25 metros apenas ocorre na barra de Faro-Olhão. De um modo geral, considera-se que a Ria Formosa se divide em três zonas principais, vulgarmente designadas por Ria de Cacela, Ria de Tavira e Ria de Faro-Olhão.

A Ria constitui o sistema lagunar mais importante da costa algarvia, sendo formado por dunas e aluviões marinhos, seccionados por várias barras e canais, através dos quais se estabelece a comunicação com o oceano. Segundo Pilkey *et al.* (1989) a Ria Formosa é um verdadeiro sistema de ilhas barreira, que compreende terra firme, lagoas interiores, barras, deltas, ilhas e penínsulas barreira e costa exposta.

2 - ORIGEM E EVOLUÇÃO

Este tipo de sistemas, separados do oceano por ilhas barreira, constituem ambientes muito complexos e diversificados, quer em termos geomorfológicos quer em termos da sua origem e evolução (Andrade, 1985). As trocas de água através das várias barras (interrupções das ilhas barreira) entre a Ria e o oceano, associadas ao movimento oscilatório das marés, são determinantes para a evolução deste sistema (Neves, 1992).

A formação da Ria Formosa foi inicialmente atribuída ao deslocamento transversal de sedimentos que ter-se-ão depositado contra a linha de costa (Duarte, 1926). Posteriormente, Neves (1974) e Oliveira (1984) consideraram a formação da Ria como tendo resultado do período de emersão subsequente à submersão Dunquerqueana. Monteiro (1984), sugeriu que durante a subida do mar após a

glaciação de WÜRМ se tenham formado elevações de areia paralelas à costa, as quais terão sido rodeadas de água pelo lado do continente (Fig. 2.2).

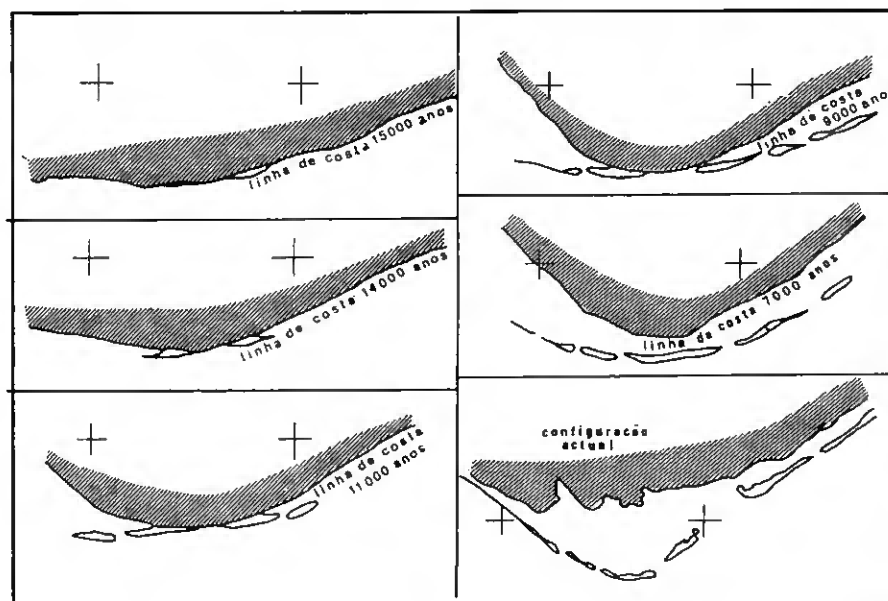


Figura 2.2 - Origem e evolução do sistema de ilhas da Ria Formosa (Monteiro, 1984).

Para Granja (1984), a morfologia da Ria Formosa é uma resposta às alterações dinâmicas da costa e a uma acentuada variação da direcção de aproximação das linhas de onda. Com efeito, a erosão da costa ocidental algarvia (Barlavento) desloca para a Ria Formosa, através das correntes de onda ou das correntes de deriva, um volume considerável de sedimentos arenosos. Por conseguinte, de acordo com Granja *et al.* (1984), este sistema estará a colmatar-se progressivamente e no futuro as ilhas barreira poderão constituir um cordão dunar ininterrupto.

Segundo Bettencourt (1992), a morfologia da plataforma continental ao largo do Algarve pode ter influenciado a evolução da barreira arenosa. O facto das ilhas barreira serem arenosas e por conseguinte apresentarem um dinamismo elevado, constitui uma dificuldade para o estudo e previsão da evolução da Ria, o

qual deve ter em conta o transporte litoral de sedimentos por acção das ondas (Neves, 1992).

3 - CONDIÇÕES CLIMATÉRICAS

Na zona da costa onde se localiza a Ria Formosa, o clima caracteriza-se por uma precipitação reduzida (400 a 600 mm/ano), temperaturas amenas, com uma média anual de 17 °C e por uma radiação solar elevada, entre as 3000 e 3200 horas anuais (Cunha, 1983).

O vento dominante é do sector oeste, seguindo-se a direcção sudoeste. No entanto, normalmente durante a Primavera e o Outono, aumenta a ocorrência dos ventos de este e sudeste (Granja *et al.*, 1984).

4 - MARÉS

O litoral algarvio inclui-se numa região “mesotidal”, devido à amplitude média das marés ser de aproximadamente 2 m. A amplitude de maré oscila entre 3,5 m em marés vivas e 0,5 m nas marés mortas, o que causa uma importante flutuação no volume de água no interior do sistema (Falcão & Vale, 1990).

A área total coberta pela água durante as marés vivas varia entre 14,1 Km² e 63,1 Km², e em cada maré ocorre uma acentuada renovação da massa de água, com percentagens da ordem dos 50 a 75% (Águas, 1986).

5 - PRODUTIVIDADE

A elevada produtividade deste sistema depende de dois importantes processos de trocas, entre a coluna de água e o sedimento e entre o interior do sistema e a zona marinha adjacente (Falcão & Vale, 1990). Assim, a proximidade da coluna de água e do sedimento, conjuntamente com as condições de luminosidade

favoráveis, propiciam ciclos de produção e remineralização rápidos. Por outro lado, a Ria Formosa contribui de forma importante para a produtividade terciária da área costeira adjacente, como foi evidenciado por Monteiro (1989).

Em sistemas pouco profundos como a Ria Formosa, devido ao reduzido volume de água comparativamente à área de fundo, as relações entre o sedimento e o plâncton podem ser intensas, nomeadamente a nível da troca de nutrientes, como é salientado por Falcão & Vale (1990).

Para além destas, ocorrem também trocas de oxigénio e nutrientes entre a Ria e a zona costeira adjacente, concretamente a importação de oxigénio dissolvido para a Ria, e a exportação de nutrientes inorgânicos para o oceano (Bröckel, 1990).

Na Ria Formosa, a produção primária parece ser sobretudo originada pelas macroalgas e macrófitas, restringindo-se a contribuição planctónica apenas aos meses do fim de Verão (Sprung, 1994c).

A biomassa macrobentónica da Ria Formosa é, de um modo geral, inferior à observada em locais semelhantes (Sprung, 1994c), o que se reflecte nos valores mais elevados da razão P/B (produção/biomassa média). Esta situação resultará, segundo este autor, sobretudo da menor duração da vida dos principais animais bentónicos (por exemplo: longevidade de *Cardium edule* de 2 anos na Ria Formosa e 5 anos no mar de Wadden), bem como das taxas elevadas de predação que mantêm a fauna num estado jovem da sucessão.

6 - IMPORTÂNCIA ECONÓMICA

Devido às condições ambientais favoráveis que caracterizam esta região, a Ria Formosa constitui uma área privilegiada para a produção de peixes e bivalves.

A principal produção é a de amêijoas, *Ruditapes decussatus*, que representa 92% do total, enquanto que a produção da dourada *Sparus aurata* e da ostra *Crassostrea angulata* constituem, respectivamente, 4,7% e 3,2% da produção da aquacultura da região (Morais & Carvalho, 1992).

Capítulo III
Caracterização Morfológica das Larvas e Pós-larvas de Bivalves

Capítulo III - Caracterização Morfológica das Larvas e Pós-larvas de Bivalves

1 - INTRODUÇÃO

As larvas de bivalves constituem uma fracção importante da comunidade planctónica marinha. No entanto, a realização de estudos sobre a abundância e distribuição destas larvas tem sido bastante limitada, principalmente devido à dificuldade em identificar as espécies capturadas no plâncton.

O estudo das larvas de bivalves tem merecido, desde meados do século XIX, a atenção de vários autores que procederam sobretudo à sua descrição e identificação. Segundo Le Pennec (1978), os trabalhos pioneiros de identificação foram realizados na Europa por Lovén (1848), Lacaze-Duthiers (1854), Munier-Chalmas (1895) e Bernard (1895, 1896). Outras investigações na mesma área foram desenvolvidas por Borisiak (1909) e por Odhner (1914). Posteriormente, Kandler (1926), Jorgensen (1946) e Rees (1950) identificaram larvas de bivalves capturadas no meio natural, enquanto que a primeira chave dicotómica para a identificação destas larvas foi proposta por Lebour (1938) para o género *Cardium*.

No Japão algumas das descrições mais importantes sobre estas fases larvares devem-se, nomeadamente, a Miyazaki (1963). Nos Estados Unidos da América, Stafford (1912) foi um dos primeiros a descrever as larvas planctónicas de moluscos bivalves, a que se seguiram os trabalhos de Hopkins (1931, 1937) e Sullivan (1948).

Mais recentemente, surgiram outras contribuições significativas para a descrição da morfologia das larvas de bivalves, nomeadamente as de Loosanoff *et al.* (1966), Chanley & Andrews (1971), Booth (1977, 1979a, 1979b, 1983), Le Pennec (1973, 1978, 1980), Lutz & Hidu (1979), Nott (1980), Goodsell *et al.* (1985), Webb (1986, 1987), Fuller & Lutz (1989a), Salaün *et al.* (1991) e Hu *et al.* (1993).

A identificação das fases iniciais da vida destes moluscos baseia-se na forma e textura da concha, nas características da charneira larvar, na posição do

ligamento e nas medições da concha. Segundo Jorgensen (1946), Sullivan (1948) e Bayne (1965), as dimensões da concha podem ser muito variáveis pelo que não constituem dados fiáveis na identificação das espécies. Por outro lado, através de observações da charneira larvar, é possível identificar os bivalves até ao nível do género e, nalguns casos, da espécie. No entanto, apenas com o desenvolvimento das técnicas de cultivo e a utilização da microscopia electrónica foi possível obter descrições mais pormenorizadas de um maior número de espécies. Apesar disso, a morfologia externa e interna, bem como a charneira das conchas larvares e pós-larvares, encontra-se estudada e descrita em detalhe apenas para um número reduzido de espécies de bivalves, o que em parte também resultará da existência de diferenças entre as várias fases por que estes indivíduos passam durante o seu desenvolvimento larvar.

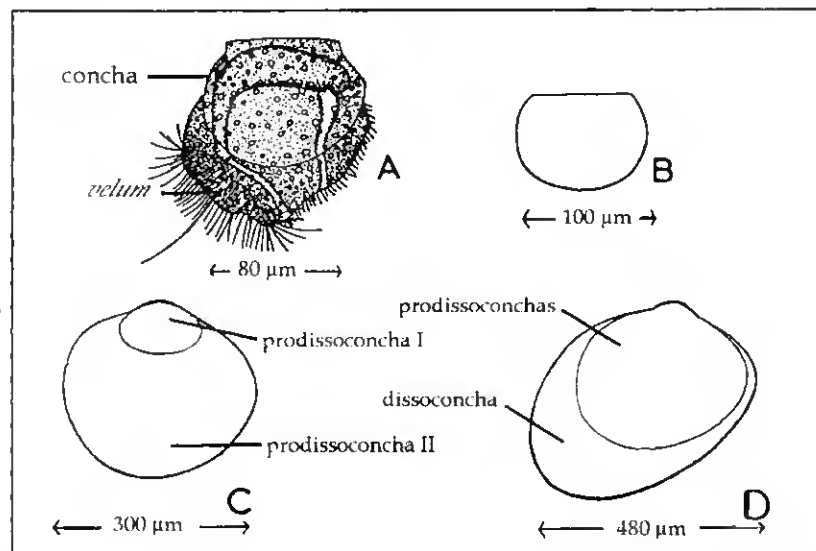


Figura 3.1 - Esquema do desenvolvimento morfológico de larvas de bivalves. A - larva trocófora de *Mytilus edulis* com 70 horas (adaptado de Field, 1922); B - larva velígera; C - veliconcha; D - larva plantigrade (adaptado de Rees, 1950).

As larvas planctotróficas de moluscos bivalves passam, após o estado de ovo, pelas fases de larva trocófora, velígera, veliconcha e pedivelígera. Com a

fixação e a metamorfose ocorre o final da vida planctónica e inicia-se a vida bentónica. A pós-larva resultante é denominada plantigrade (Bayne, 1976) (Fig. 3.1) e, neste trabalho, foi considerada até ao comprimento de 1 milímetro.

Durante a fase de larva trocófora o desenvolvimento morfológico consiste sobretudo na expansão rápida da ectoderme apical, na diferenciação dos cílios e na formação do estomodeo e do lúmen do intestino. Sobre o bordo dorsal surge a glândula da concha, que é responsável pela formação da primeira concha (Field, 1922). O aparelho ciliar da larva permite-lhe nadar e rodar sobre si mesma (Sastry, 1979).

A fase seguinte, de larva velígera, caracteriza-se pela presença de um poderoso órgão de locomoção bilobado, o *velum*. Na realidade, o desenvolvimento da larva é contínuo e a distinção entre larva trocófora e velígera é meramente arbitrária (La Barbera, 1972).

A concha cresce de cada um dos lados da larva, formando duas valvas que se unem dorsalmente e revestem o corpo, comprimindo-o lateralmente. A concha assim formada é equivalve e praticamente semi-circular. Jackson (1890 *in* Field, 1922) designou este estado de desenvolvimento da concha por prodissoconcha primitiva, por homologia à protoconcha dos moluscos cefalópodes. No entanto, pela sua forma característica, fazendo lembrar um D invertido, Stafford (1912) denominou esta fase de "larva D" ou "larva de charneira rectilínea". Posteriormente, Werner (1939) e Rees (1950) chamaram-lhe Prodissoconcha I, tendo sido definida pelo primeiro como "a porção da concha depositada antes de as valvas entrarem em contacto entre si". Esta concha inicial é de natureza cuticular (Le Pennec, 1978) sendo, de acordo com Wilbur & Simkiss (1968), formada principalmente por matéria orgânica que Ansell (1962) denominou "conchiolina". A prodissoconcha I não possui dentes na charneira nem ligamento, pelo que as duas valvas se mantêm unidas exclusivamente através do perióstraco (Le Pennec, 1980).

O manto, tomando o lugar da glândula que segregou a primeira concha intervém, por sua vez, na formação da nova concha. Esta forma-se em perfeita continuidade com a prodissoconcha I, mas reconhece-se facilmente por apresentar numerosos anéis de crescimento (Chanley & Andrews, 1971). Werner (1939) denominou esta concha de Prodissoconcha II a qual, segundo Vovelle (1972), associa uma componente mineral (carbonato de cálcio) a uma componente orgânica.

Na maioria das espécies de bivalves, durante a formação da prodissoconcha II desenvolve-se o umbo sobre o bordo dorsal da larva. Este pode ser mais ou menos desenvolvido e faltar, às vezes, numa das valvas. A forma, posição no bordo dorsal, a presença ou a ausência numa ou em ambas as valvas, constituem características que tornam o umbo utilizável na sistemática larvar. Quando o umbo se torna saliente a larva passa a considerar-se umbonada. Devido em grande parte à proeminência causada pelo umbo, a concha tende a tomar uma forma circular. Quando a prodissoconcha II está completamente formada, a larva velígera atinge o seu máximo desenvolvimento. Nesta fase, que precede a metamorfose, a larva passa a denominar-se veliconcha, como é proposto por Werner (1939).

No final da fase planctónica surge uma mancha escura onde irão desenvolver-se as brânquias, em cada um dos dois lobos do manto. Esta formação marca o início de profundas transformações em vários órgãos podendo, segundo Le Pennec (1978), não se encontrar nas larvas de todas as espécies de bivalves. Simultaneamente, o comportamento da larva modifica-se, passando a manter-se na proximidade do fundo e apenas efectuando raras e breves migrações até à superfície.

Com a aproximação da metamorfose e da fase sedentária, o pé desenvolve-se, é revestido por um epitélio abundantemente ciliado e torna-se móvel, permitindo a reptação. Entretanto, o *velum* mantém-se activo e atinge o seu desenvolvimento máximo. A larva é capaz de nadar, mas também de "rastejar"

sobre o substrato, passando a larva velígera a denominar-se pedivelígera (Carriker, 1961).

Estas fases são características de espécies com desenvolvimento larvar planctotrófico, sendo distintas das que ocorrem no desenvolvimento larvar lecitotrófico ou no desenvolvimento directo.

Em espécies com desenvolvimento larvar lecitotrófico pode ser observada a formação de estados da concha homólogos às prodissoconchas I e II das larvas planctotróficas. Isto justifica que, também para este tipo de desenvolvimento, esta nomenclatura possa ser utilizada. No entanto, segundo Ockelmann (1965), nestas espécies a única concha larvar é a prodissoconcha I, existindo eventualmente uma zona estreita com a estrutura da prodissoconcha II. Por essa razão, este autor sugere que não seja feita qualquer distinção entre estes dois estados de desenvolvimento morfológico, sendo a concha destas larvas denominada globalmente prodissoconcha.

Nas espécies com desenvolvimento directo, em que o indivíduo eclode no estado juvenil e não existe qualquer fase larvar planctónica, a concha é segregada antes da eclosão e denomina-se concha embrionária, como refere Ockelmann (1965).

A metamorfose, nas larvas planctónicas, inicia-se de poucas horas a alguns dias após o estado de larva pedivelígera ser atingido, dependendo das espécies e das condições ambientais. Nessa altura, a larva apresenta uma organização interna muito semelhante nas várias espécies. A fixação ao substrato é efectuada através da secreção de um filamento de muco pela glândula bissal. Nas espécies sedentárias é segregado um fluído que “cimenta” definitivamente o indivíduo ao substrato (Sastry, 1979).

As principais alterações morfológicas que ocorrem na metamorfose, comuns à generalidade dos moluscos bivalves, são o colapso e desagregação do *velum*, a reorientação dos órgãos na cavidade do manto e o início do funcionamento dos palpos labiais como mecanismo alimentar. Simultaneamente, a migração da boca e

do pé para a região anterior permitem o crescimento rápido dos filamentos branquiais (Sastry, 1979).

O pé é o órgão de locomoção, tendo também funções sensitivas e glandulares (Sastry, 1979). O desenvolvimento do pé varia entre as espécies. Em espécies escavadoras o pé mantém o seu crescimento, enquanto que noutras que vivem fixas, como *Mytilus edulis*, degenera (Bayne, 1971).

É com a diferenciação morfológica após a metamorfose, sobretudo a nível da reorientação, crescimento, aumento progressivo da complexidade dos sistemas, bem como das modificações na forma resultantes de alterações nos eixos de crescimento da concha (Bayne, 1971), que as espécies adquirem características que as tornam mais facilmente distinguíveis.

No início da vida bentónica forma-se uma nova concha denominada dissoconcha (Nelson, 1928; Rees, 1950; Bayne, 1976), que tende a tomar gradualmente a forma da concha do indivíduo adulto. Segundo Ansell (1962), a dissoconcha distingue-se da concha larvar por ser mais espessa e por, na maioria das vezes, apresentar sulcos concêntricos.

Para além disso, ocorrem grandes alterações na microestrutura, escultura da superfície e mineralogia das conchas de muitas espécies na altura da fixação (Jablonski & Lutz, 1983). Efectivamente, Fuller & Lutz (1989b) descreveram a transição da prodissoconcha para a dissoconcha de cinco espécies de mitilídeos, tendo verificado que, enquanto que a prodissoconcha é constituída por aragonite e apresenta uma microestrutura homogénea, com uma escultura concêntrica muito fina, a dissoconcha é composta pela deposição de várias camadas.

Alguns autores, como Jorgensen (1946) e Rees (1950) consideraram a existência de uma zona correspondente a uma fase inicial de deposição da dissoconcha, a que chamaram interdossoconcha. Ockelmann (1983) denominou a essa zona nepioconcha. No entanto, a primeira designação é a mais utilizada.

Neste capítulo descrevem-se as características morfológicas das larvas e pós-larvas de bivalves capturadas na Ria Formosa e identificam-se as principais características morfológicas e biométricas utilizáveis para a identificação dos exemplares. Com base nessas características foram elaboradas chaves dicotômicas e pictóricas para as larvas e pós-larvas dos *taxa* mais frequentes nas recolhas.

2 - Terminologia da concha larvar e pós-larvar

2.1 - Características gerais

A primeira concha larvar é equivalve e equilateral e denomina-se prodissoconcha I. É constituída por duas valvas, a direita e a esquerda (representadas abreviadamente no texto e nas figuras por V.D. e V.E., respectivamente), limitadas pelo bordo dorsal, rectilíneo, no qual se desenvolve a charneira larvar, a que Dall (1889 *in* Rees, 1950) chamou *provinculum*.

As zonas de transição entre o *provinculum* e os bordos anterior e posterior são denominadas como bordo lateral anterior e posterior. Para a orientação antero-posterior do animal pode utilizar-se o *velum*, que indica o bordo anterior.

2.2 - Charneira larvar e pós-larvar

A charneira larvar (*provinculum*) é considerada actualmente a estrutura mais importante na identificação das larvas de bivalves, já que só por si permite a identificação até ao nível da superfamília. Quando associada à forma e textura da concha, a observação detalhada das estruturas da charneira possibilita a identificação das larvas até ao nível do género, ou mesmo da espécie (Lutz *et al.*, 1982).

O *provinculum*, cuja resistência e complexidade é proporcional ao comprimento da larva, comporta dentes, depressões e um ligamento que une as duas valvas sobre o bordo dorsal (Rees, 1950).

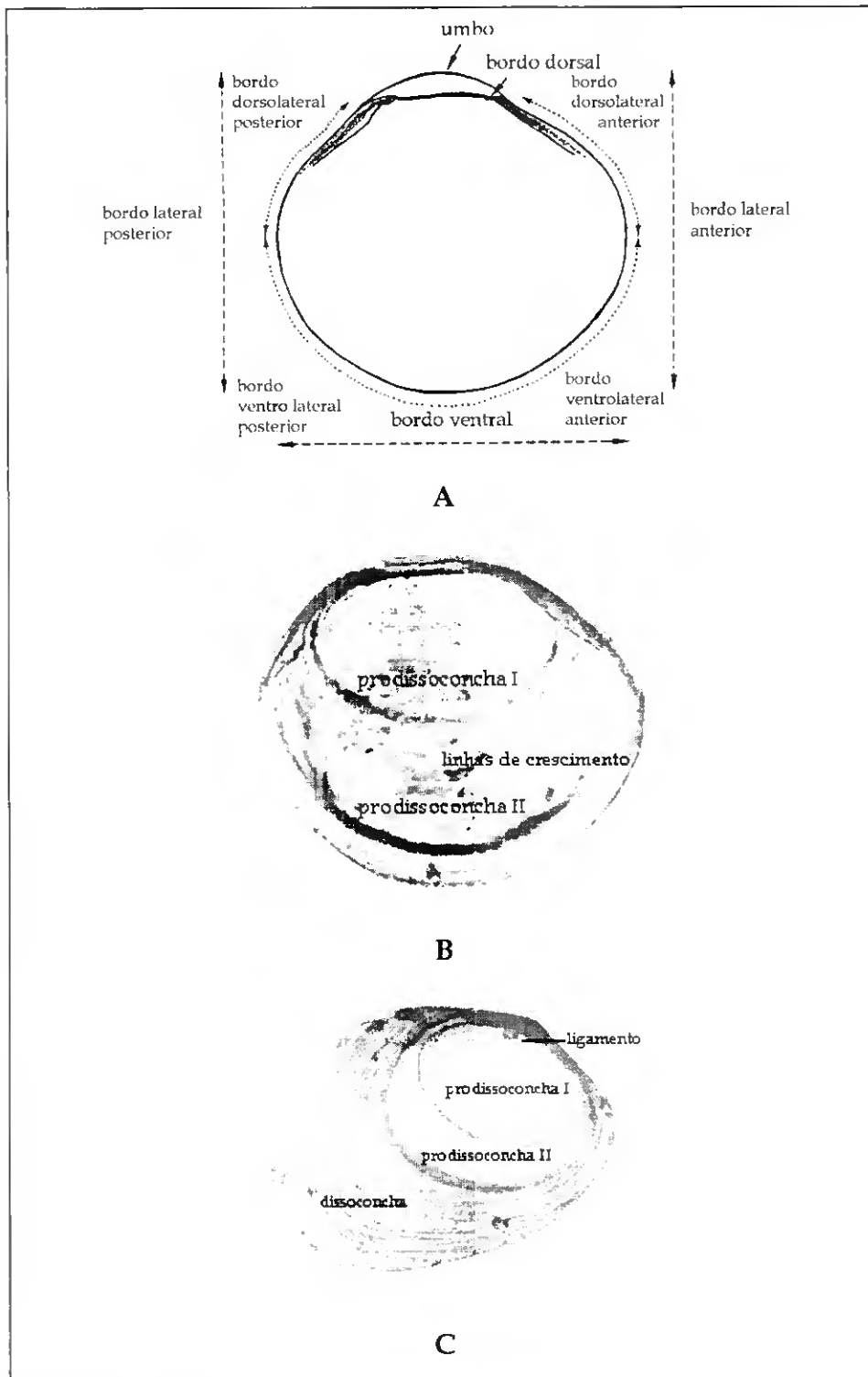


Figura 3.2 - Denominação das zonas e eixos de uma valva larvar de bivalve (esquema adaptado de Le Penneç, 1978) (A); características da morfologia externa da concha larvar (B) e pós-larvar (C).

Na prodissoconcha I a charneira larvar é muito rudimentar e não possui dentes nem ligamento. A junção dorsal das valvas é assegurada pelo perióstraco. Na prodissoconcha II o *provinculum* apresenta-se como um espessamento interno e constitui a placa cardinal primitiva (Fig. 3.3).

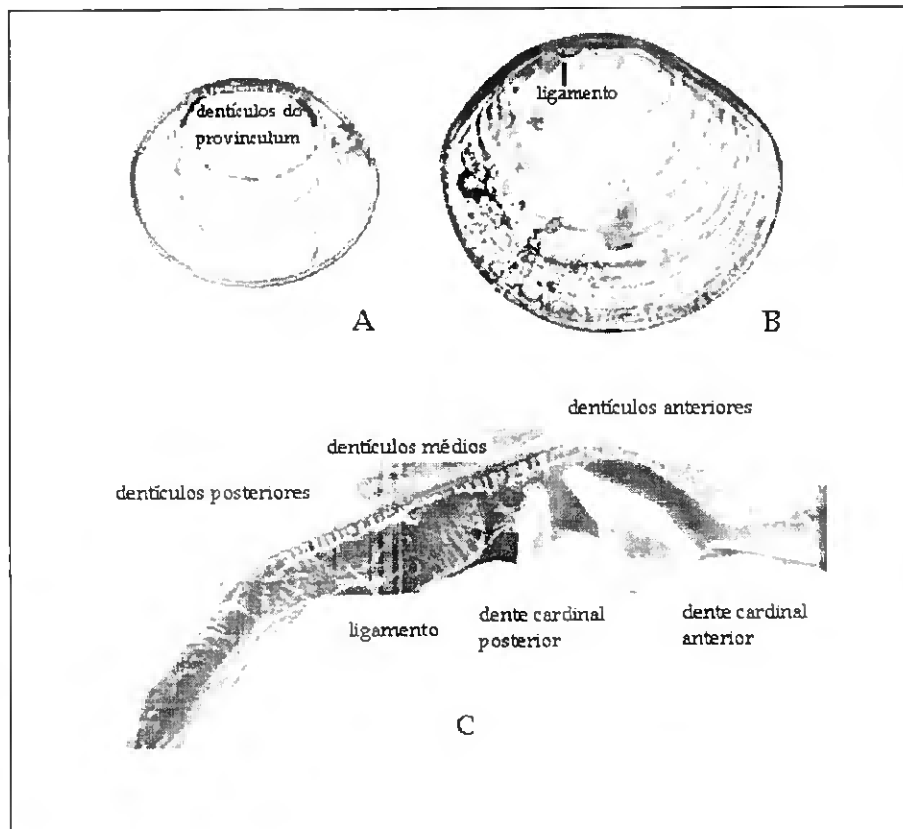


Figura 3.3 - Esquema da morfologia do *provinculum* de larvas de bivalves, com indicação das zonas e características principais numa larva com *provinculum* rectilíneo (A) e numa larva umbonada (B). Charneira pós-larvar em que se podem observar ainda os denticulos larvares juntamente com os dentes pós-larvares (C).

Durante a primeira semana de vida larvar, o *provinculum* modifica-se e formam-se na maioria dos casos, pequenas saliências com diferentes graus de individualização separadas por depressões. Estas saliências são denominadas dentes (Rees, 1950) ou denticulos (Le Penec, 1978) e desenvolvem-se perpendicularmente ao bordo dorsal. Geralmente, estas formações estão orientadas

paralelamente entre si e encontram-se separadas por depressões da mesma dimensão.

Neste trabalho denominaram-se os dentes da charneira larvar (os quais podem ainda encontrar-se no início da fase pós-larvar, como se observa na Fig. 3.3C) como denticulos e, por dentes propriamente ditos, os da charneira pós-larvar.

De um modo geral, os denticulos atingem a sua dimensão máxima na metamorfose. No entanto, existem espécies em que o seu desenvolvimento pode continuar para além dessa fase. Nomeadamente entre os Veneracea, os denticulos desaparecem rapidamente após a metamorfose enquanto que, por outro lado, nos Ostreacea, Pectinacea e sobretudo Mytilacea persistem durante mais tempo.

Dependendo das espécies, cerca de uma semana antes da metamorfose, ou imediatamente após esta, formam-se os precursores da futura placa cardinal (charneira). Entre os Veneracea estas estruturas adquirem rapidamente o aspecto de lâminas e constituem os esboços dos dentes cardinais. No entanto, nos Mytilacea e Pectinacea desenvolvem-se tardiamente e, no caso dos Ostreacea, nunca se formam.

Normalmente, cerca da terceira semana de vida larvar inicia-se a formação de uma depressão no *provinculum*, denominada depressão primitiva por Bernard (1898 *in* Le Pennec, 1978), na qual se vai desenvolver o ligamento. No entanto, a posição desta depressão ligamentar varia consoante as espécies, ocorrendo frequentemente na região posterior e, em alguns casos, no centro do *provinculum*.

A charneira dos bivalves juvenis, que se assemelha à definitiva dos adultos, apresenta diferenças a nível da disposição, forma e número dos dentes, de acordo com o grupo taxonómico onde esses indivíduos se integram. Os dentes apresentam a forma de tubérculos ou lamelas que se desenvolvem sobre a placa cardinal ou sobre os bordos dorsolaterais das valvas. Podem também aparecer formações denticulares nas margens das valvas, para além da região cardinal, como sucede nos Pectinacea.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Estratégia de amostragem e processamento das larvas

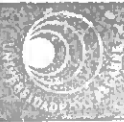
As larvas de bivalves foram recolhidas através da filtração da água por um crivo de 60 µm, após o que se fixaram em hipoclorito de sódio a 5% (c.f. pág.144).

O hipoclorito de sódio facilitou a separação do animal da concha, bem como a remoção de restos de tecido que permanecem entre os dentes do *provinculum*, o que é fundamental para que se consigam identificar os exemplares. Este procedimento foi inicialmente proposto por Rees (1950) e tem sido utilizado por vários autores no estudo de larvas e pós-larvas de bivalves, tais como Le Pennec (1978), Le Pennec & Yankson (1985), Fuller & Lutz (1989a,b), Fuller *et al.* (1989a), entre outros.

As amostras foram observadas integralmente num microscópio de inversão Zeiss modelo IM 35. As larvas de bivalves foram contadas e, sempre que possível, identificadas até à espécie. No entanto, devido à dificuldade em identificar estes zooplantontes, frequentemente não foi possível ultrapassar o nível da família ou do género. A identificação das fases larvares realizou-se basicamente pela observação da prodissoconcha II, uma vez que a prodissoconcha I ainda não apresenta características distintivas entre *taxa*. Para a classificação das larvas utilizaram-se descrições do desenvolvimento larvar de espécies reproduzidas em laboratório.

Algumas das larvas cuja identificação apresentou maiores dificuldades foram separadas da amostra original com uma micropipeta. Estas larvas foram posteriormente processadas, tendo-se recorrido à técnica de microscopia electrónica de varrimento, na tentativa de conseguir uma identificação dessas espécies.

A microscopia electrónica de varrimento tem sido largamente utilizada em estudos de malacologia desde que em Runham & Thornton (1967) estudaram por este meio a rádula de gastrópodes. O processamento das larvas com o objectivo de



observação ao microscópio electrónico de varrimento iniciou-se pela lavagem do material com água destilada e seguidamente com hipoclorito de sódio a 10%.

Por forma a separar os tecidos e os detritos eventualmente presentes no interior das valvas utilizou-se um banho de ultra-sons. Retirou-se a maior quantidade possível de água e os exemplares foram colocados numa base de prata que foi revestida, por uma película de ouro e platina, num aparelho de pulverização catódica.

O microscópio electrónico de varrimento é um auxiliar muitas vezes indispensável na identificação das larvas de bivalves. No entanto, a possibilidade de escolher vários ângulos para a observação pode conduzir a distorções dimensionais (Fuller *et al.*, 1989b) e, conseqüentemente, a erros graves. É por isso que Lucas & Le Penneç (1972) consideram que a sua utilização é importante, sobretudo como um complemento.

Para os *taxa* mais abundantes no plâncton e no bentos elaboraram-se chaves de identificação que se encontram no Anexo I.

3.2 - Estratégia de amostragem e processamento das pós-larvas

Para amostrar as pós-larvas na altura da fixação colocaram-se colectores com sedimento, na Ria Formosa (c.f. pág. 203). As amostras foram fixadas em formaldeído a 4% tamponizado com borato de sódio e integralmente triadas numa lupa binocular Wild 3B.

Para facilitar a triagem das amostras utilizou-se a técnica referida por Gallagher *et al.* (1983), que consiste em agitar rapidamente o sedimento com um jacto de água, esperar que a suspensão gerada sedimente durante alguns segundos e depois decantar a solução sobrenadante, neste caso num crivo com 180 µm de malha.

Este procedimento foi repetido até que não fossem observadas quaisquer pós-larvas de bivalves na solução sobrenadante, tendo o restante sedimento sido seguidamente observado à lupa.

As pós-larvas de espécies mais dificilmente identificáveis foram separadas da amostra original e processadas para observação num microscópio electrónico de varrimento, da forma anteriormente descrita para as larvas.

A identificação das fases pós-larvares baseou-se na construção de séries retrospectivas que se iniciaram em juvenis com comprimento da concha entre 1500 e 2000 μm . Os bivalves identificados foram sucessivamente relacionados com indivíduos de dimensões inferiores, até ao menor indivíduo que se conseguiu relacionar com o primeiro da série. Deste modo, foi possível acompanhar o desenvolvimento das características morfológicas da concha durante o crescimento dos indivíduos. Esta forma de identificação, que constitui uma alternativa ao cultivo directo das espécies, foi utilizada por autores como La Barbera (1974) e Webb (1986, 1987). Com aquelas dimensões, a concha juvenil apresentava, de um modo geral, todas ou grande parte das características da concha do adulto. Quando tal se verificou, para a identificação destas fases utilizaram-se as descrições efectuadas por Nobre (1940), Tebble (1966), Yonge & Thompson (1976) e Fischer *et al.* (1987). Este procedimento foi seguido sobretudo na identificação das pós-larvas, apesar da forma inicial da concha da pós-larva permitir reconhecer a da concha na fase final do estado larvar. No entanto, para as fases larvares mais iniciais, o estabelecimento desta ligação foi impossível de conseguir.

3.3 - Biometria

Nas larvas mediu-se o comprimento da concha (maior distância entre os bordos anterior e posterior); a altura da concha (maior distância entre a margem dorsal, incluindo o umbo se presente, e à margem ventral); e o comprimento do *provinculum* medido ao longo da margem dorsal, sempre até ao micrómetro mais próximo (Fig. 3.4).

Quando possível, as dimensões máximas da prodissoconcha I foram obtidas de forma indirecta através da identificação do início da deposição das marcas de crescimento, que apenas se formam na prodissoconcha II.

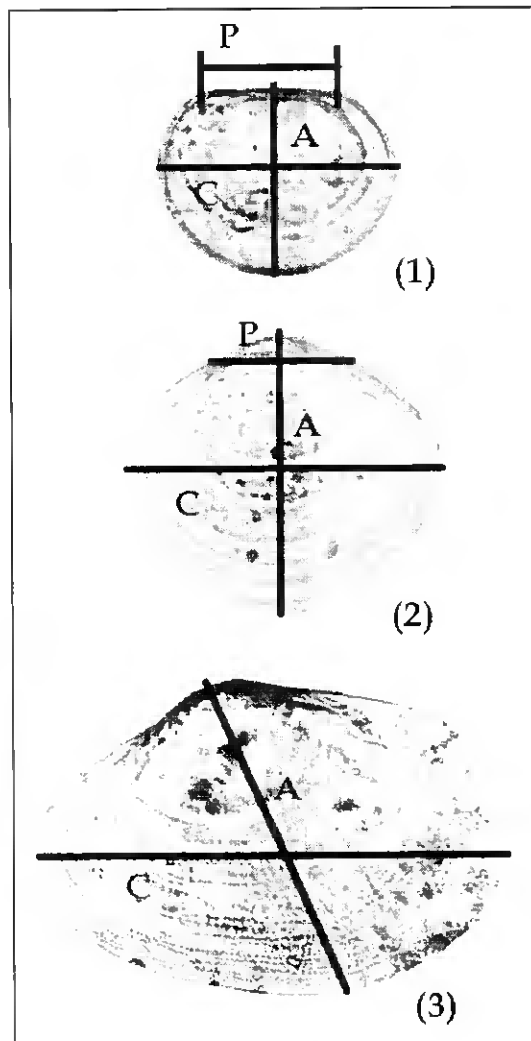


Figura 3.4 - Medições do P - *provinculum*; C - comprimento; A - altura, em larvas de bivalves com charneira rectilínea (1) e com umbo (2), bem como em pós-larvas (3).

As dimensões dos bivalves na altura da metamorfose foram determinadas directamente através da análise das menores dimensões dos *taxa* capturados nos colectores e, indirectamente, medindo quando possível na concha dos juvenis o comprimento correspondente às marcas provocadas pela metamorfose.

Nas pós-larvas mediu-se o comprimento (maior distância entre os bordos anterior e posterior); a altura (maior distância entre os bordos dorsal e ventral); e a

espessura (maior distância entre as duas valvas) até ao milímetro mais próximo (Fig. 3.4).

As medições definidas para as larvas nem sempre correspondem às utilizadas para os juvenis ou adultos. Por exemplo nos Mytilacea, a metamorfose provoca na maioria das espécies uma rotação da charneira de 90° que resulta na deslocação do umbo para a extremidade anterior. Assim, considerou-se o comprimento como o maior eixo mensurável pelo que, no caso destas pós-larvas, foi medido perpendicularmente à charneira, o que foi seguido nas medições das várias espécies de Mytilacea, quando necessário.

Com as medições do comprimento e altura da concha larvar e também do comprimento do *provinculum*, estabeleceram-se várias relações na tentativa de avaliar a possibilidade de separar os vários *taxa* identificados. Para tal, o comprimento do *provinculum* foi comparado entre os vários grupos de larvas, tendo-se também calculado as relações comprimento/altura, comprimento /*provinculum* e altura/*provinculum* que foram graficadas através de diagramas de caixa. As medidas das conchas larvares acima referidas, bem como o comprimento, a altura e a espessura das conchas pós-larvares, foram relacionadas através do cálculo de rectas de regressão linear.

3.4 - Análise estatística

Para o tratamento dos dados utilizou-se o programa Statistica versão 4.5 para Windows.

3.4.1 - Regressões lineares

Os modelos de regressão estabelecem uma relação de dependência entre variáveis, de modo que se possa prever o valor de uma sabendo o da outra (Sokal & Rohlf, 1981; Zar, 1984).

Neste estudo, pelo facto dos dados a analisar serem referentes a um período curto das fases iniciais da vida dos bivalves, no qual o crescimento é aproximadamente linear, utilizou-se a equação linear (eq. 3.1) para a análise da forma como as variáveis medidas se relacionaram. As variáveis comprimento, altura e comprimento do *provinculum* das larvas de bivalves, e comprimento, altura e espessura das pós-larvas foram relacionadas através da fórmula:

$$Y = a + k * X, \quad (\text{eq. 3.1})$$

em que a é constante e indica o valor onde a recta intersecta o eixo das ordenadas e k é o declive que representa a taxa de crescimento relativo das duas variáveis consideradas. O grau de associação entre as duas variáveis foi avaliado com base no valor do coeficiente de correlação. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson, o qual assume a existência de distribuições normais e relações lineares entre os parâmetros.

A avaliação do ajustamento aos dados foi efectuada com base no coeficiente de determinação r^2 (Zar, 1984). O coeficiente de determinação foi ajustado pela ponderação do coeficiente de determinação em função do número de preditores da equação e do número de observações (Sokal & Rohlf, 1981).

3.4.2 - Análise de variância (ANOVA)

Para comparar as diferenças entre as médias do comprimento do *provinculum* e das relações comprimento/altura, comprimento/comprimento do *provinculum* e altura/comprimento do *provinculum* dos vários taxa larvares, utilizou-se a análise de variância (ANOVA), para testar a hipótese nula (H_0), concretamente a não existência de diferenças significativas nas relações analisadas entre os vários taxa larvares, para um nível de significância $p < 0,05$. A identificação de quais os taxa que diferiram significativamente entre si foi efectuada pelo teste de Tukey, para $p < 0,05$ (Dawson-Saunders & Trapp, 1987).

4 - RESULTADOS

4.1 - Biometria da concha larvar

Comparando a média dos *provincula* medidos nos vários taxa (Fig. 3.5) verificou-se que, apesar dos valores frequentemente se sobreporem nos vários grupos, existiram algumas diferenças. De facto, os *provincula* maiores foram encontrados em *Mytilus edulis* e em *Solenacea*, enquanto que os mais pequenos ocorreram nos *Pholadacea* e em *Anomia ephippium*, bem como em *Crassostrea angulata*.

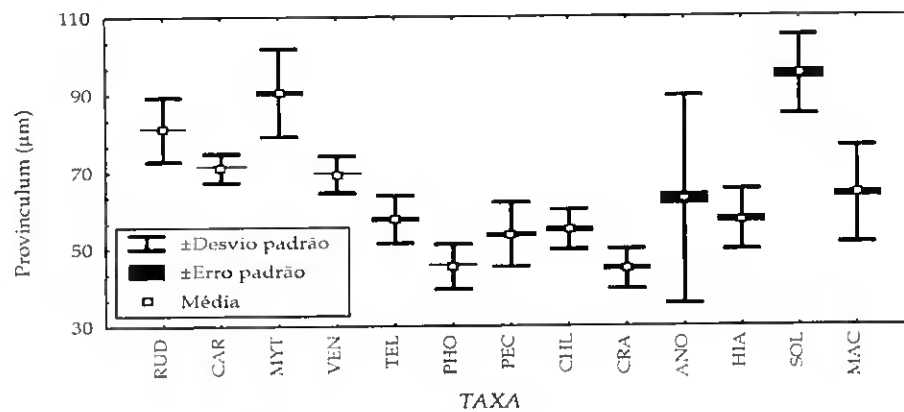


Figura 3.5 - Comparação entre o comprimento do *provinculum* medido nas larvas de bivalves de vários taxa: RUD - *Ruditapes* spp.; CAR - *Cardium* spp.; MYT - *Mytilus edulis*; VEN - *Venerupis* spp.; TEL - *Tellinacea*; PHO - *Pholadacea*; PEC - *Pectinidae*; CHL - *Chlamys* spp.; CRA - *Crassostrea angulata*; ANO - *Anomia ephippium*; HIA - *Hiatella* spp.; SOL - *Solenacea*; MAC - *Mactracea*.

Através do comprimento do *provinculum* foi possível efectuar a separação entre alguns dos taxa mais abundantes, principalmente comparando os valores superiores dos intervalos de variação. Assim, por exemplo, enquanto que nas larvas de *Cardium* spp. o *provinculum* não ultrapassou os 75 µm, em *Ruditapes* spp. variou entre os 72 e 90 µm. A sobreposição dos valores desse comprimento apenas ocorreu num intervalo extremamente reduzido (72 a 75 µm).

Também a distinção entre as larvas de *Cardium* spp. e de *Mytilus edulis*, com base no comprimento do *provinculum*, foi nítida. Por outro lado, o *provinculum* de

Ruditapes spp. sobrepôs-se ao de *Mytilus edulis* entre os 79 e 90 μm . No entanto, em relação aos comprimentos mais elevados do *provinculum*, apenas existiu alguma sobreposição entre as larvas de *Mytilus edulis* e de Solenacea.

Por outro lado, as diferenças verificadas entre o comprimento do *provinculum* dos taxa menos abundantes são pouco expressivas. Apesar das amplitudes do comprimento do *provinculum* se sobreporem nalguns casos, as médias verificadas nos vários taxa foram significativamente diferentes, como foi evidenciado pelo resultado da ANOVA ($p < 0,001$).

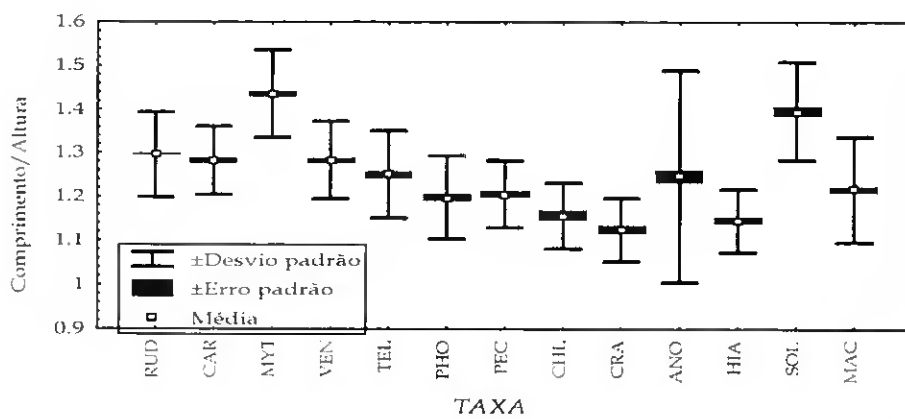


Figura 3.6 - Comparação entre os valores obtidos para a razão comprimento/altura das larvas de bivalves de vários taxa: RUD - *Ruditapes* spp.; CAR - *Cardium* spp.; MYT - *Mytilus edulis*; VEN - *Venerupis* spp.; TEL - Tellinacea; PHO - Pholadacea; PEC - Pectinidae; CHL - *Chlamys* spp.; CRA - *Crassostrea angulata*; ANO - *Anomia ephippium*; HIA - *Hiatella* spp.; SOL - Solenacea; MAC - Mactracea.

No entanto, a aplicação do teste de Tukey (Anexo II - tabela I) para uma probabilidade $p < 0,05$, evidenciou a existência de diferenças não significativas entre os vários grupos, nomeadamente entre os Pholadacea e *Crassostrea angulata*, e entre os Pectinidae e *Chlamys* spp..

As amplitudes das distribuições dos resultados do cálculo da razão comprimento/altura da concha (Fig. 3.6), considerando o desvio padrão, sobrepuseram-se na maioria dos grupos e situaram-se, de um modo geral, entre 1,10 e 1,40. Nas larvas de *Mytilus edulis* e Solenacea verificou-se uma sobreposição

nos valores calculados. Os resultados obtidos para *Ruditapes* spp. e *Cardium* spp. apenas diferiram mais acentuadamente dos verificados nas larvas de *Crassostrea angulata* e de *Hiatella* spp.. Por outro lado, nas larvas de *Mytilus edulis* e de Solenacea não ocorreu qualquer sobreposição relativamente às larvas dos taxa: Pectinidae, *Crassostrea angulata*, *Chlamys* spp. e *Hiatella* spp..

A análise de variância evidenciou que as médias da razão comprimento/altura diferiram significativamente entre os vários taxa ($p < 0,001$). A aplicação do teste de Tukey evidenciou que apenas nas larvas de *Mytilus edulis* e de Solenacea a razão comprimento/altura diferiu significativamente da dos restantes taxa larvares (Anexo II - tabela II).

A distribuição evidenciada pelo quociente da razão entre o comprimento da concha larvar e o comprimento do *provinculum* (Fig. 3.7) nas larvas de *Mytilus edulis* e de *Venerupis* spp. permitiu a separação das de Pholadacea, *Chlamys* spp., *Crassostrea angulata* e *Hiatella* spp..

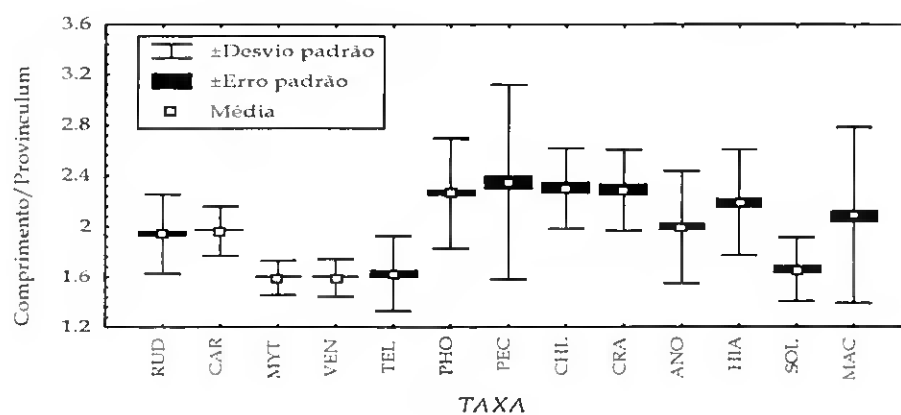


Figura 3.7 - Comparação entre os valores obtidos para a razão comprimento/*provinculum* das larvas de bivalves de vários taxa: RUD - *Ruditapes* spp.; CAR - *Cardium* spp.; MYT - *Mytilus edulis*; VEN - *Venerupis* spp.; TEL - Tellinacea; PHO - Pholadacea; PEC - Pectinidae; CHL - *Chlamys* spp.; CRA - *Crassostrea angulata*; ANO - *Anomia ephippium*; HIA - *Hiatella* spp.; SOL - Solenacea; MAC - Mactracea.

Por outro lado, as amplitudes obtidas para as larvas de *Ruditapes* spp. e de *Cardium* spp. foram coincidentes. No entanto, existiu alguma diferença na

amplitude da razão comprimento/ comprimento do *provinculum* entre as larvas de *Ruditapes* spp. e de *Venerupis* spp.. Nos Mastracea e Pectinidae, a amplitude verificada para esta relação foi tão elevada que os valores obtidos sobrepuseram-se aos dos restantes *taxa*.

A aplicação da ANOVA e do teste de Tukey (Anexo II - tabela III) às médias da razão comprimento/*provinculum*, evidenciou a existência de diferenças significativas ($p < 0,001$), nomeadamente entre as larvas de Mastracea e as dos restantes *taxa* larvares, bem como entre as larvas de *Ruditapes* spp. e de *Venerupis* spp.. Por outro lado, as médias nas larvas de *Ruditapes* spp. e de *Cardium* spp. não diferiram significativamente entre si.

A amplitude da razão altura/comprimento do *provinculum* não se sobrepôs entre as larvas de *Mytilus edulis*, *Venerupis* spp., Tellinacea e Solenacea, e as de *Chlamys* spp. e *Crassostrea angulata* (Fig. 3.8).

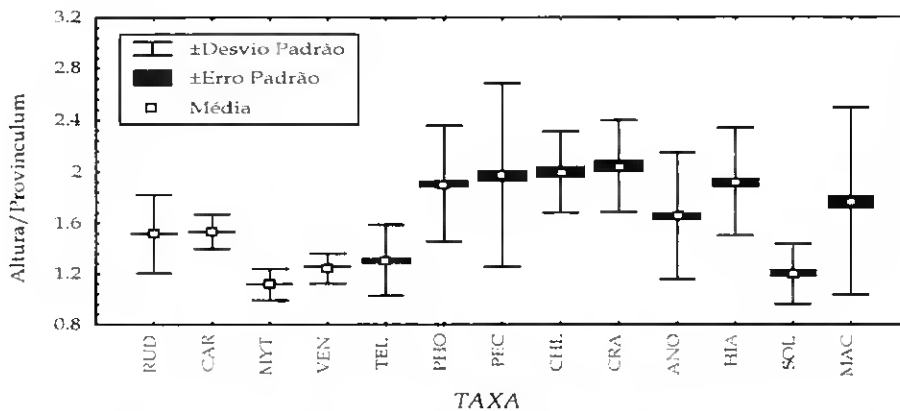


Figura 3.8 - Comparação entre os valores obtidos para a razão altura/comprimento do *provinculum* das larvas de bivalves de várias *taxa*: RUD - *Ruditapes* spp.; CAR - *Cardium* spp.; MYT - *Mytilus edulis*; VEN - *Venerupis* spp.; TEL - Tellinacea; PHO - Pholadacea; PEC - Pectinidae; CHL - *Chlamys* spp.; CRA - *Crassostrea angulata*; ANO - *Anomia ephippium*; HIA - *Hiatella* spp.; SOL - Solenacea; MAC - Mastracea.

Verificou-se alguma sobreposição no limite inferior do intervalo obtido para as larvas de *Ruditapes* spp., com a amplitude dos resultados das larvas de *Venerupis* spp.. Nas larvas de Mastracea e Pectinidae as amplitudes da razão

altura/*provinculum* foram tão elevadas que se sobrepuseram, quase na totalidade, às dos restantes *taxa* larvares.

A aplicação da ANOVA e do teste de Tukey (Anexo II - tabela IV) evidenciou a não existência de diferenças significativas ($p < 0,001$) entre as médias dos quocientes resultantes do cálculo da razão altura/*provinculum* entre as larvas de *Ruditapes* spp. e *Cardium* spp.. Por outro lado, as médias obtidas nas larvas de *M. edulis*, Tellinacea, *A. ephippium* e Mactracea foram significativamente diferentes das observadas nos restantes *taxa* larvares.

4.2 - Regressões lineares entre as medições da concha larvar

Os valores da variância explicada foram mais elevados e ultrapassaram os 50%, em todos os *taxa* larvares, nas regressões entre o comprimento e altura (Tab. III.1).

Nas regressões considerando o comprimento do *provinculum*, os valores da variância explicada foram muito reduzidos, excepto nas larvas de *A. ephippium* (Figs. 3.9 a 3.11) e de *M. edulis* (Figs. 3.12 a 3.14).

Em *A. ephippium* o aumento do comprimento do *provinculum* com o comprimento ou a altura da concha ocorre mais rapidamente do que em *M. edulis*.

A comparação entre os Veneridae: *Ruditapes* spp. (Figs. 3.27 a 3.29) e *Venerupis* spp. (Figs. 3.30 a 3.32), evidenciou que as larvas do primeiro *taxa* cresceram mais rapidamente em altura do que em comprimento.

Por outro lado, a comparação entre as equações de regressão linear obtidas entre o comprimento e a altura de *Ruditapes* spp. e de *Cardium* spp. (Figs. 3.24 a 3.26) permitiu verificar que as larvas do último género cresceram mais rapidamente em altura do que as primeiras.

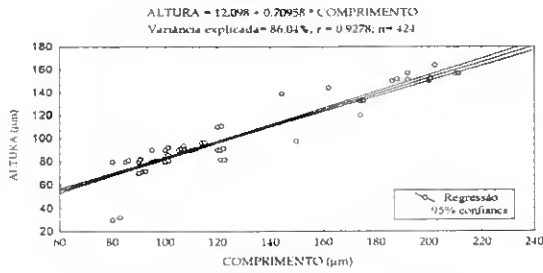


Figura 3.9 - Regressão linear entre o comprimento e a altura em larvas de *Anomia ephippium*.

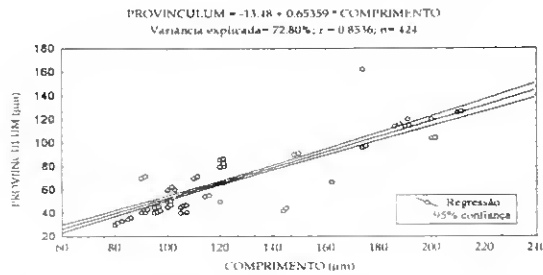


Figura 3.10 - Regressão linear entre o comprimento e o provinculum de larvas de *Anomia ephippium*.

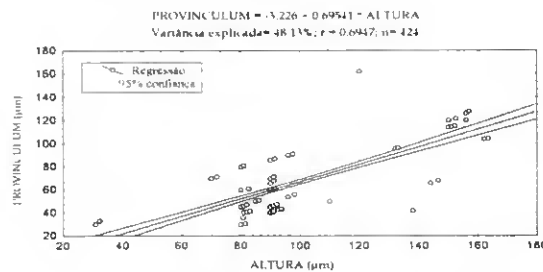


Figura 3.11 - Regressão linear entre a altura e o provinculum de larvas de *Anomia ephippium*.

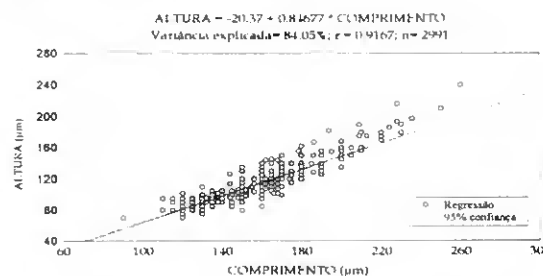


Figura 3.12 - Regressão linear entre o comprimento e a altura de larvas de *Mytilus edulis*.

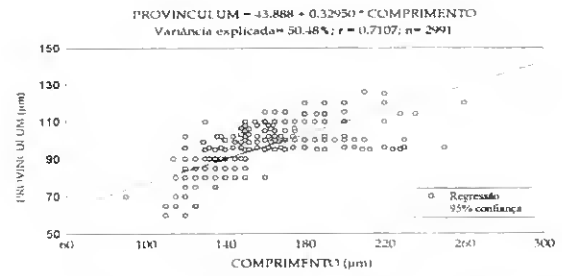


Figura 3.13 - Regressão linear entre o comprimento e o provinculum de larvas de *Mytilus edulis*.

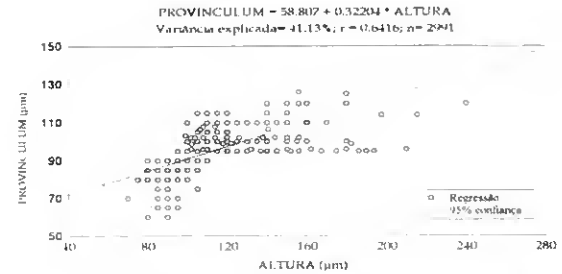


Figura 3.14 - Regressão linear entre a altura e o provinculum de larvas de *Mytilus edulis*.

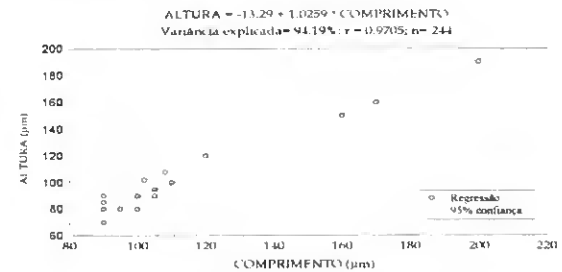


Figura 3.15 - Regressão linear entre o comprimento e a altura de larvas de *Crassostrea angulata*.

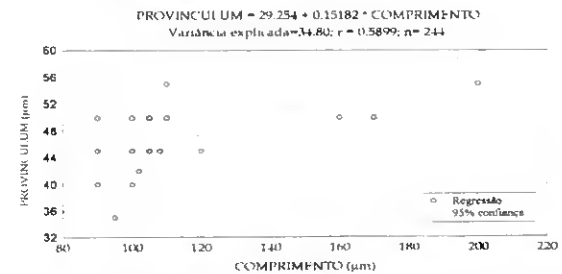


Figura 3.16 - Regressão linear entre o comprimento e o provinculum de larvas de *Crassostrea angulata*.

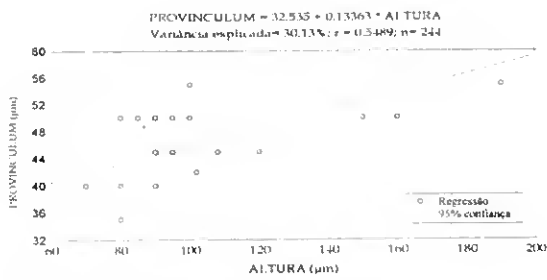


Figura 3.17 - Regressão linear entre a altura e o provinculum de larvas de *Crassostrea angulata*.

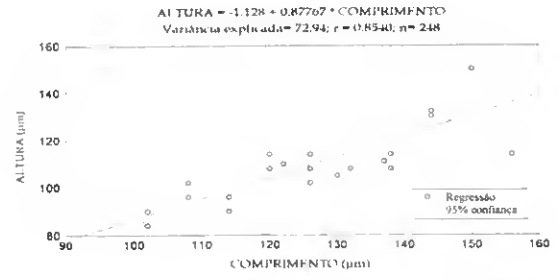


Figura 3.21 - Regressão linear entre o comprimento e a altura de larvas de *Chlamys* spp..

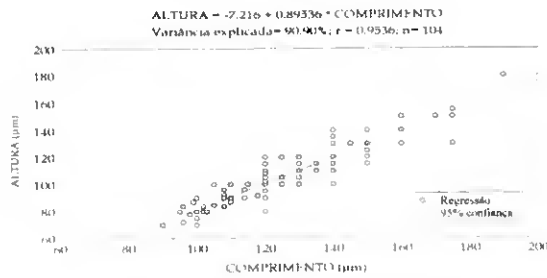


Figura 3.18 - Regressão linear entre o comprimento e a altura de larvas de Pectinidae.

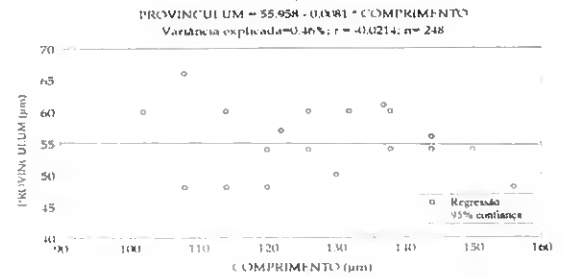


Figura 3.22 - Regressão linear entre o comprimento e o provinculum de larvas de *Chlamys* spp..

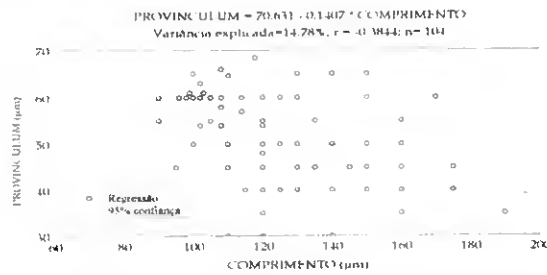


Figura 3.19 - Regressão linear entre o comprimento e o provinculum de larvas de Pectinidae.

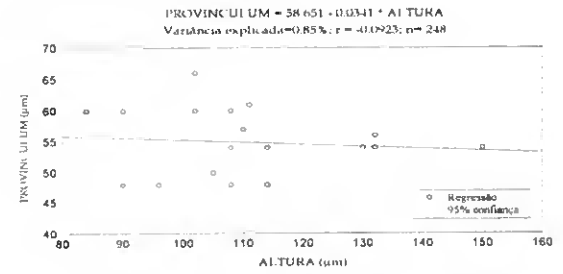


Figura 3.23 - Regressão linear entre a altura e o provinculum de larvas de *Chlamys* spp..

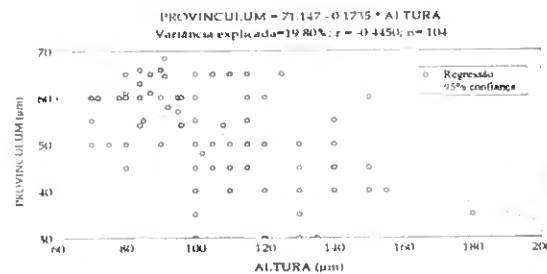


Figura 3.20 - Regressão linear entre a altura e o provinculum de larvas de Pectinidae.

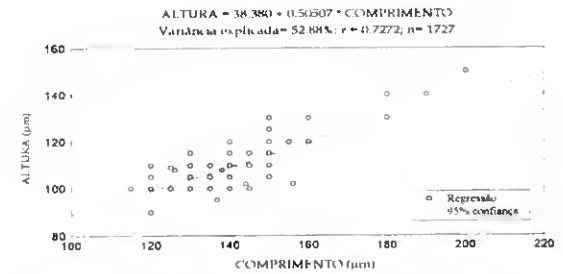


Figura 3.24 - Regressão linear entre o comprimento e a altura de larvas de *Cardium* spp..

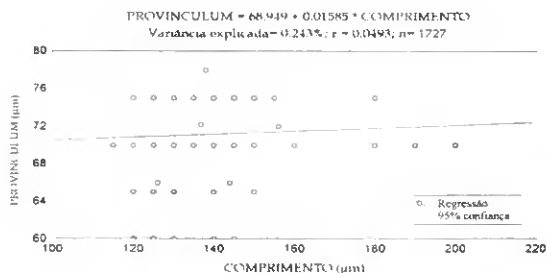


Figura 3.25 - Regressão linear entre o comprimento e o *provinculum* de larvas de *Cardium* spp..

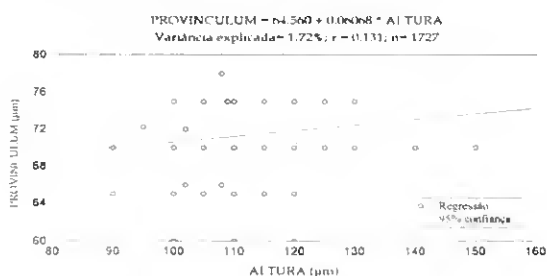


Figura 3.26 - Regressão linear entre a altura e o *provinculum* de larvas de *Cardium* spp..

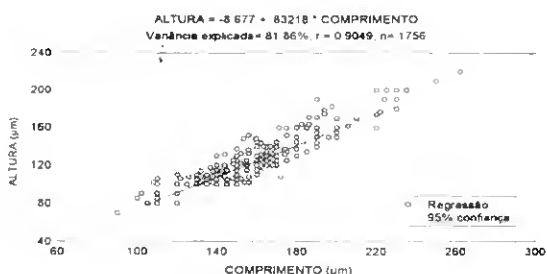


Figura 3.27 - Regressão linear entre o comprimento e a altura de larvas de *Ruditapes* spp..

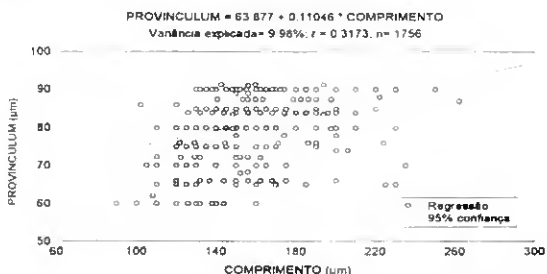


Figura 3.28 - Regressão linear entre o comprimento e o *provinculum* de larvas de *Ruditapes* spp..

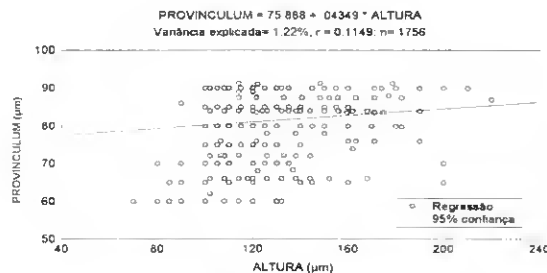


Figura 3.29 - Regressão linear entre a altura e o *provinculum* de larvas de *Ruditapes* spp..

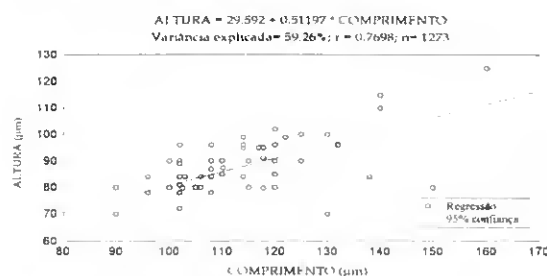


Figura 3.30 - Regressão linear entre o comprimento e a altura de larvas de *Venerupis* spp..

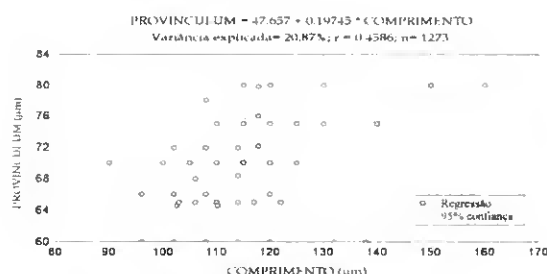


Figura 3.31 - Regressão linear entre o comprimento e o *provinculum* de larvas de *Venerupis* spp..

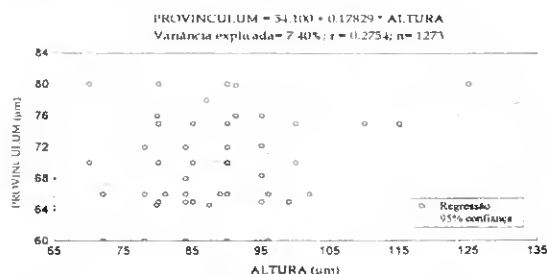


Figura 3.32 - Regressão linear entre a altura e o *provinculum* de larvas de *Venerupis* spp..

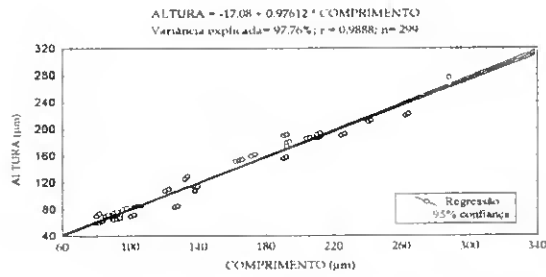


Figura 3.33 - Regressão linear entre o comprimento e a altura em larvas de Matracea.

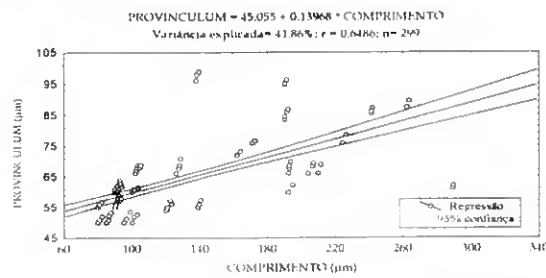


Figura 3.34 - Regressão linear entre o comprimento e o provinculum de larvas de Matracea.

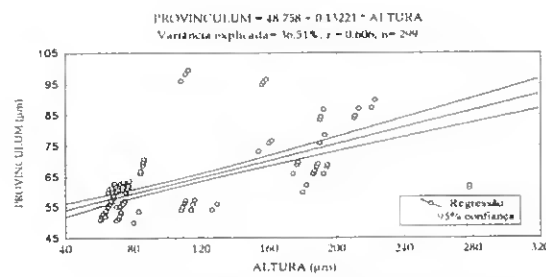


Figura 3.35 - Regressão linear entre a altura e o provinculum de larvas de Matracea.

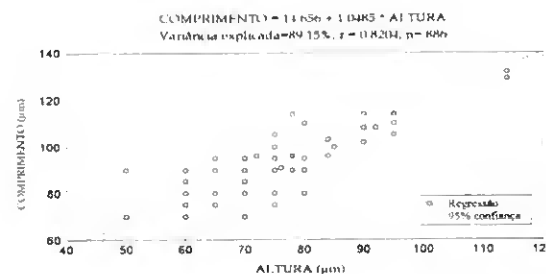


Figura 3.36 - Regressão linear entre o comprimento e a altura de larvas de Tellinacea.

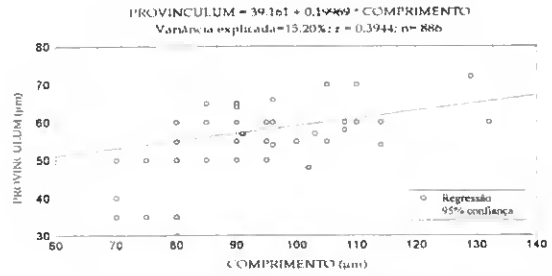


Figura 3.37 - Regressão linear entre o comprimento e o provinculum de larvas de Tellinacea.

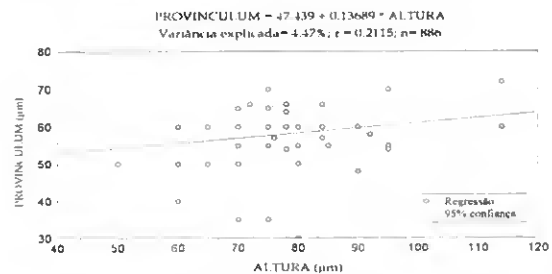


Figura 3.38 - Regressão linear entre a altura e o provinculum de larvas de Tellinacea.

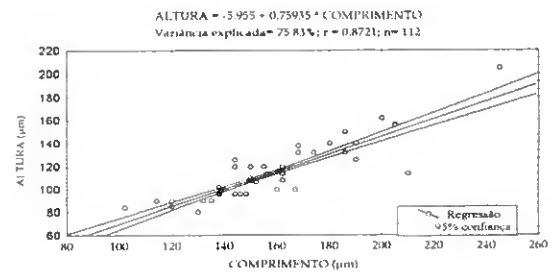


Figura 3.39 - Regressão linear entre o comprimento e a altura em larvas de Solenacea.

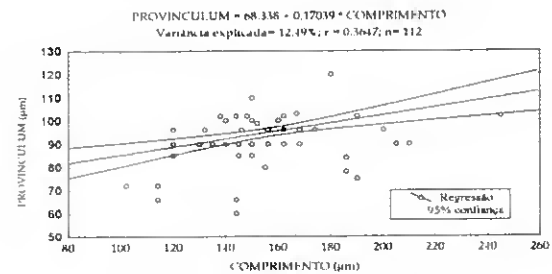


Figura 3.40 - Regressão linear entre o comprimento e o provinculum de larvas de Solenacea.

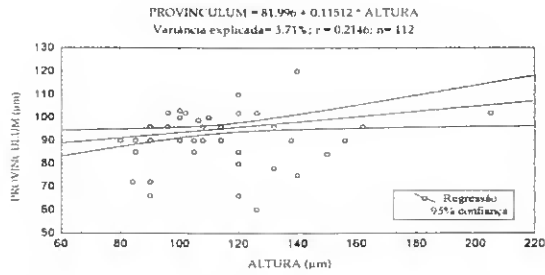


Figura 3.41 - Regressão linear entre a altura e o *provinculum* de larvas de Solenacea.

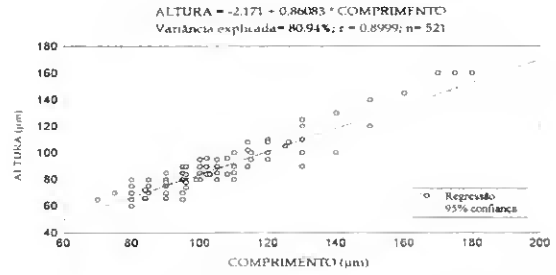


Figura 3.45 - Regressão linear entre o comprimento e a altura de larvas de Pholadacea.

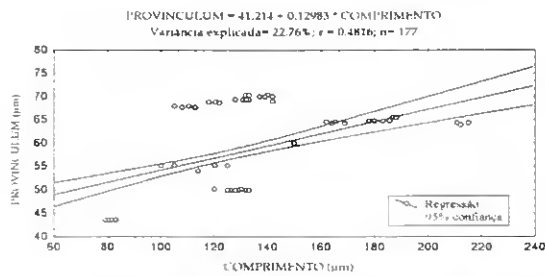


Figura 3.42 - Regressão linear entre o comprimento e o *provinculum* de larvas de *Hiatella* spp..

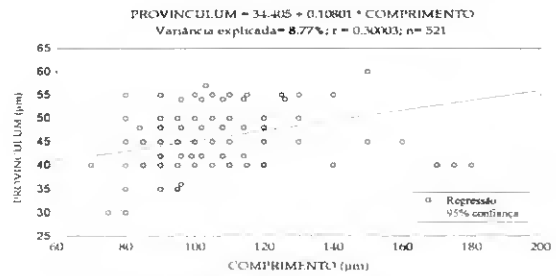


Figura 3.46 - Regressão linear entre o comprimento e o *provinculum* de larvas de Pholadacea.

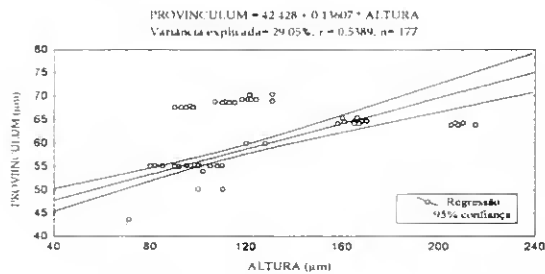


Figura 3.43 - Regressão linear entre a altura e o *provinculum* de larvas de *Hiatella* spp..

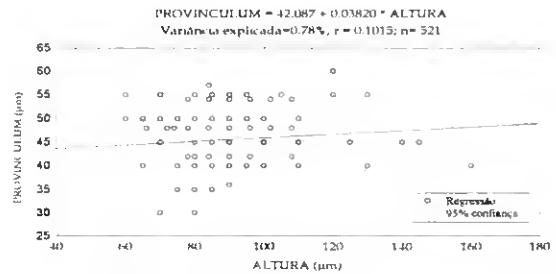


Figura 3.47 - Regressão linear entre a altura e o *provinculum* de larvas de Pholadacea.

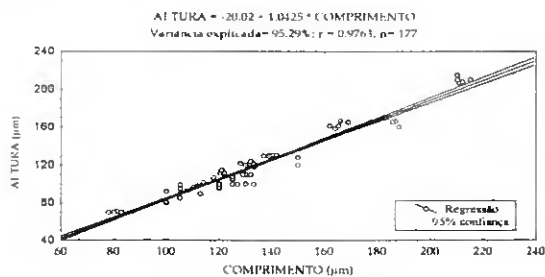


Figura 3.44 - Regressão linear entre o comprimento e a altura em larvas de *Hiatella* spp..

Tabela III.1 - Equações de regressão linear calculadas entre as medições da concha larvar de bivalves: comprimento (C); altura (A) e (P) comprimento do *provinculum*.

Taxa	comprimento/altura	comprimento/ <i>provinculum</i>	altura/ <i>provinculum</i>
<i>Anomia ephippium</i>	$A = 12,09 + 0,71 * C$ $r^2 = 0,86; n = 424$	$P = -13,48 + 0,65 * C$ $r^2 = 0,73; n = 424$	$P = -3,23 + 0,69 * A$ $r^2 = 0,48; n = 424$
<i>Mytilus edulis</i>	$A = -20,37 + 0,85 * C$ $r^2 = 0,84; n = 2991$	$P = 43,89 + 0,33 * C$ $r^2 = 0,50; n = 2991$	$P = 58,81 + 0,32 * A$ $r^2 = 0,41; n = 2991$
<i>Crassostrea angulata</i>	$A = -13,29 + 1,03 * C$ $r^2 = 0,94; n = 244$	$P = 29,25 + 0,15 * C$ $r^2 = 0,35; n = 244$	$P = 32,54 + 0,13 * A$ $r^2 = 0,30; n = 244$
Pectinidae	$A = -7,22 + 0,89 * C$ $r^2 = 0,91; n = 104$	$P = 70,63 - 0,14 * C$ $r^2 = 0,15; n = 104$	$P = 71,15 - 0,17 * A$ $r^2 = 0,19; n = 104$
<i>Chlamys</i> spp.	$A = -1,13 + 0,88 * C$ $r^2 = 0,73; n = 248$	$P = 55,96 - 0,008 * C$ $r^2 = 0,005; n = 248$	$P = 58,65 - 0,03 * A$ $r^2 = 0,009; n = 248$
<i>Cardium</i> spp.	$A = 38,38 + 0,51 * C$ $r^2 = 0,53; n = 1727$	$P = 68,95 + 0,016 * C$ $r^2 = 0,002; n = 1727$	$P = 64,56 + 0,06 * A$ $r^2 = 0,017; n = 1727$
<i>Ruditapes</i> spp.	$A = -8,67 + 0,83 * C$ $r^2 = 0,82; n = 1756$	$P = 63,88 + 0,11 * C$ $r^2 = 0,09; n = 1756$	$P = 75,89 + 0,04 * A$ $r^2 = 0,01; n = 1756$
<i>Venerupis</i> spp.	$A = 29,59 + 0,52 * C$ $r^2 = 0,59; n = 1273$	$P = 47,66 + 0,19 * C$ $r^2 = 0,21; n = 1273$	$P = 54,10 + 0,18 * A$ $r^2 = 0,07; n = 1273$
Mactracea	$A = -17,08 + 0,97 * C$ $r^2 = 0,98; n = 299$	$P = 45,06 + 0,14 * C$ $r^2 = 0,42; n = 299$	$P = 48,76 + 0,13 * A$ $r^2 = 0,36; n = 299$
Tellinacea	$A = 2,19 + 0,78 * C$ $r^2 = 0,89; n = 886$	$P = 39,16 + 0,19 * C$ $r^2 = 0,15; n = 886$	$P = 47,44 + 0,14 * A$ $r^2 = 0,04; n = 886$
Solenacea	$A = -5,96 + 0,76 * C$ $r^2 = 0,76; n = 112$	$P = 68,34 + 0,17 * C$ $r^2 = 0,12; n = 112$	$P = 81,99 + 0,12 * A$ $r^2 = 0,04; n = 112$
<i>Hiatella</i> spp.	$A = -20,02 + 1,04 * C$ $r^2 = 0,95; n = 177$	$P = 41,21 + 0,13 * C$ $r^2 = 0,23; n = 177$	$P = 42,43 + 0,14 * A$ $r^2 = 0,29; n = 177$
Pholadacea	$A = -2,17 + 0,86 * C$ $r^2 = 0,81; n = 521$	$P = 34,41 + 0,11 * C$ $r^2 = 0,09; n = 521$	$P = 42,09 + 0,04 * A$ $r^2 = 0,008; n = 521$

Também nas larvas de Solenacea (Figs. 3.39 a 3.41), a melhor relação entre as variáveis medidas foi obtida entre a altura e o comprimento. O comprimento aumentou mais rapidamente do que a altura. As relações entre as restantes variáveis não foram significativas para a explicação da forma como a concha evoluiu.

Nas larvas de *Chlamys* spp. (Figs. 3.21 a 3.23) o comprimento do *provinculum* aumentou mais lentamente do que o comprimento ou a altura da concha. Comparativamente, as larvas de Pectinidae (Figs. 3.18 a 3.20) apresentaram, para o

mesmo comprimento e altura da concha, um comprimento do *provinculum* mais elevado.

As larvas de *Crassostrea angulata* (Figs. 3.15 a 3.17), *Hiatella* spp. (Figs. 3.42 a 3.44) e *Maत्रacea* (Figs. 3.33 a 3.35) aumentaram quase simultaneamente em comprimento e em altura. De facto, nos dois primeiros *taxa* a forma das larvas tendeu para ser ligeiramente mais alta do que comprida, enquanto que nos *Maत्रacea* o crescimento em altura é ligeiramente menor do que o verificado em comprimento.

Nas larvas de *Tellinacea* (Figs. 3.36 a 3.38) e *Pholadacea* (Figs. 3.45 a 3.47) o desenvolvimento da concha ocorreu principalmente segundo o eixo antero-posterior, mas de forma pouco marcada relativamente ao eixo dorso-ventral, sobretudo no último *taxa*.

4.3 - Regressões lineares entre as medições da concha pós-larvar

Calcularam-se as equações de regressão linear para as pós-larvas de bivalves com comprimentos até 1 milímetro, fixadas em areia e em vasa (Tab. III.2).

Tabela III.2 - Equações de regressão linear calculadas entre as medições da concha pós-larvar de bivalves com comprimentos ≤ 1 mm: comprimento (C); altura (A) e espessura (E).

<i>Taxa</i>	comprimento/altura	comprimento/espessura	altura/espessura
<i>Cardium edule</i>	$A = 0,007 + 0,82 * C$ $r^2 = 0,87; n = 520$	$E = -0,05 + 0,61 * C$ $r^2 = 0,63; n = 520$	$E = -0,05 + 0,72 * A$ $r^2 = 0,93; n = 520$
<i>Ruditapes decussatus</i>	$A = 0,009 + 0,88 * C$ $r^2 = 0,95; n = 1115$	$E = 0,02 + 0,42 * C$ $r^2 = 0,87; n = 1115$	$E = 0,02 + 0,46 * A$ $r^2 = 0,86; n = 1115$
<i>Venerupis aurea</i>	$A = 0,01 + 0,86 * C$ $r^2 = 0,98; n = 1375$	$E = 0,04 + 0,35 * C$ $r^2 = 0,70; n = 1375$	$E = 0,03 + 0,42 * A$ $r^2 = 0,72; n = 1375$
<i>Venerupis pullastra</i>	$A = -0,02 + 0,94 * C$ $r^2 = 0,99; n = 801$	$E = -0,03 + 0,52 * C$ $r^2 = 0,96; n = 801$	$E = -0,02 + 0,56 * A$ $r^2 = 0,97; n = 801$
<i>Abra ovata</i>	$A = -0,01 + 0,86 * C$ $r^2 = 0,96; n = 412$	$E = 0,09 + 0,32 * C$ $r^2 = 0,90; n = 412$	$E = 0,11 + 0,35 * A$ $r^2 = 0,86; n = 412$
<i>Scrobicularia plana</i>	$A = -0,04 + 0,93 * C$ $r^2 = 0,93; n = 310$	$E = 0,12 + 0,26 * C$ $r^2 = 0,58; n = 310$	$E = 0,14 + 0,26 * A$ $r^2 = 0,54; n = 310$

As pós-larvas de *Cardium edule*, até ao comprimento de 1 milímetro, aumentaram principalmente em comprimento, e mais em altura do que em espessura (Figs. 3.48 a 3.50).

Relativamente às pós-larvas da família Veneridae: *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra* e *Ruditapes decussatus* verificou-se que, a partir dos 500 μm , para o mesmo comprimento a altura dos indivíduos de *R. decussatus* (Figs. 3.51 a 3.53) foi ligeiramente superior à encontrada em *V. aurea* (Figs. 3.54 a 3.56), mas inferior à verificada em *V. pullastra* (Figs. 3.57 a 3.59). A comparação entre estas duas últimas espécies, expressa nas figuras 3.60 a 3.62, evidenciou um maior crescimento em altura, relativamente ao comprimento da concha, nas pós-larvas de *V. pullastra*. Para além disso, também a espessura da concha em *V. pullastra* aumentou, com o incremento do comprimento ou da altura, mais rapidamente do que nas pós-larvas de *V. aurea*.

As pós-larvas da família Scrobiculariidae, *Abra ovata* (Figs. 3.63 a 3.65) e *Scrobicularia plana* (Figs. 3.66 a 3.68), apresentaram diferentes eixos de crescimento preferenciais com comprimentos superiores a 500 μm . Assim, a partir desse comprimento, verificou-se um ligeiro aumento da altura dos indivíduos pertencentes à espécie *S. plana*, comparativamente aos de *A. ovata*. O crescimento em espessura foi, na primeira espécie, ligeiramente superior ao encontrado na segunda, sobretudo a partir de cerca de 600 μm de comprimento. No entanto, já desde os 400 μm de altura, a concha de *A. ovata* apresentou um maior crescimento em espessura, comparativamente ao verificado nas pós-larvas de *S. plana*.

Em termos gerais, as regressões lineares calculadas com base nas medições das conchas pós-larvares traduziram-se por valores elevados da variância explicada, tendo o menor valor (57%) ocorrido na regressão entre a espessura e a altura das pós-larvas de *S. plana*.

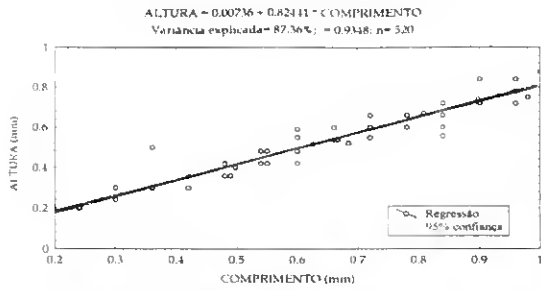


Figura 3.48 - Regressão linear entre o comprimento e a altura dos pós-larvas de *Cardium edule* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

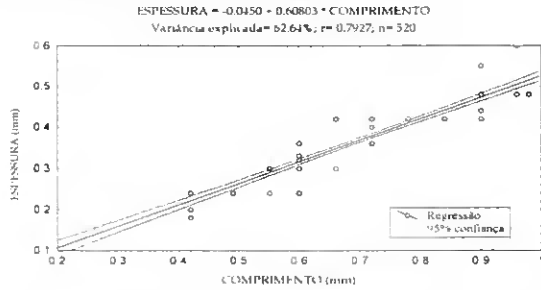


Figura 3.49 - Regressão linear entre o comprimento e a espessura dos pós-larvas de *Cardium edule* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

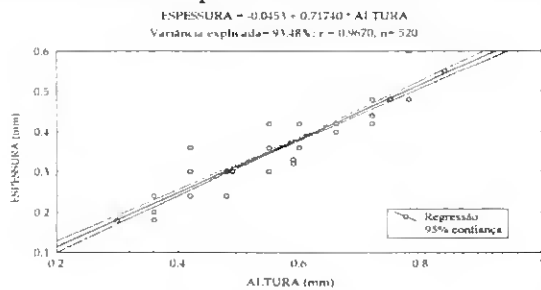


Figura 3.50 - Regressão linear entre a altura e a espessura dos pós-larvas de *Cardium edule* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

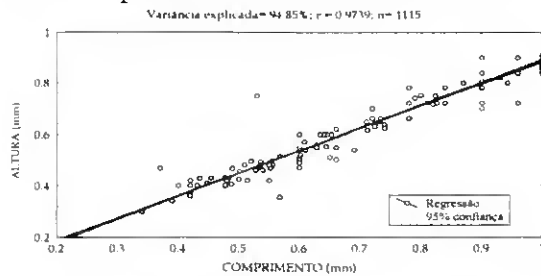


Figura 3.51 - Regressão linear entre o comprimento e a altura dos pós-larvas de *Ruditapes decussatus* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

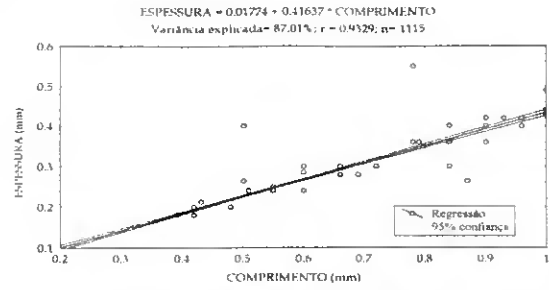


Figura 3.52 - Regressão linear entre o comprimento e a espessura dos pós-larvas de *Ruditapes decussatus* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

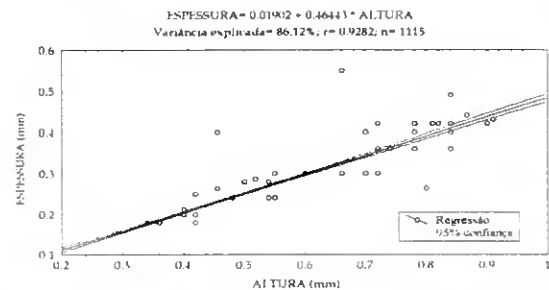


Figura 3.53 - Regressão linear entre a altura e a espessura dos pós-larvas de *Ruditapes decussatus* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

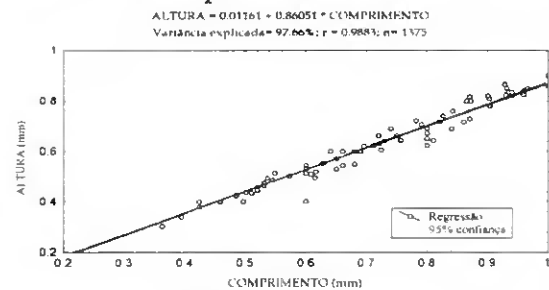


Figura 3.54 - Regressão linear entre o comprimento e a altura dos pós-larvas de *Venerupis aurea* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

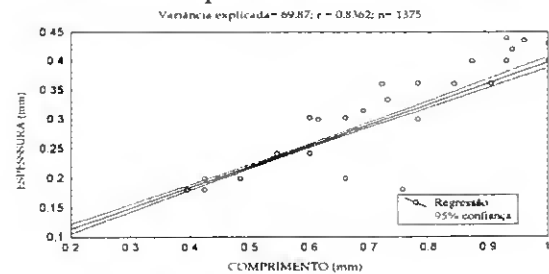


Figura 3.55 - Regressão linear entre o comprimento e a espessura dos pós-larvas de *Venerupis aurea* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

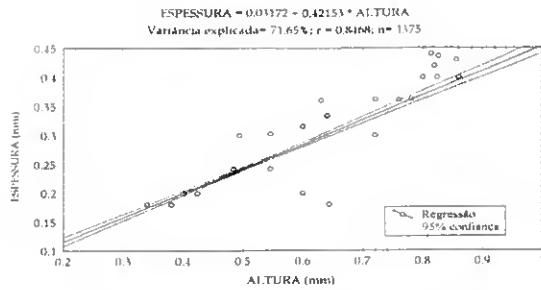


Figura 3.56 - Regressão linear entre a altura e a espessura dos pós-larvas de *Venerupis aurea* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

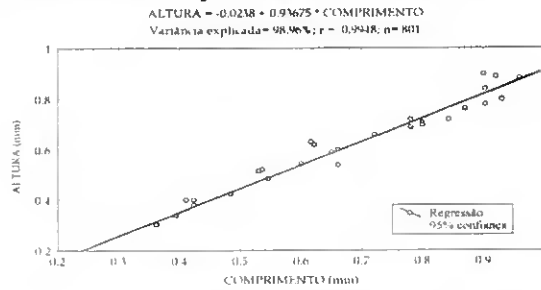


Figura 3.57 - Regressão linear entre o comprimento e a altura dos pós-larvas de *Venerupis pullastra* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

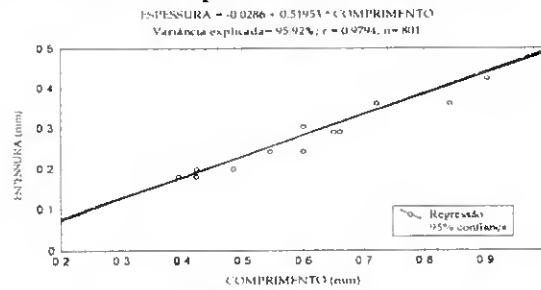


Figura 3.58 - Regressão linear entre o comprimento e a espessura dos pós-larvas de *Venerupis pullastra* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

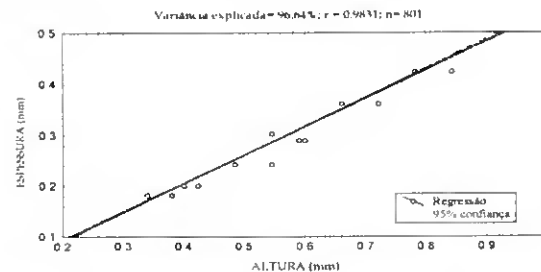


Figura 3.59 - Regressão linear entre a altura e a espessura dos pós-larvas de *Venerupis pullastra* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

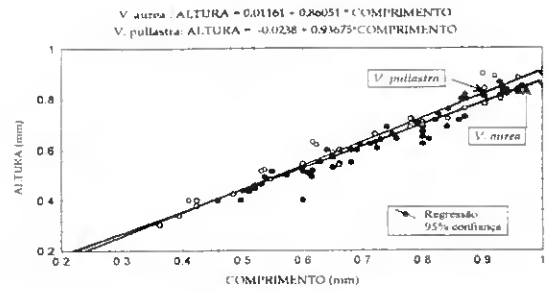


Figura 3.60 - Rectas de regressão para o comprimento vs. a altura nas espécies *Venerupis pullastra* e *V. aurea* em pós-larvas com comprimento inferior a 1 mm.

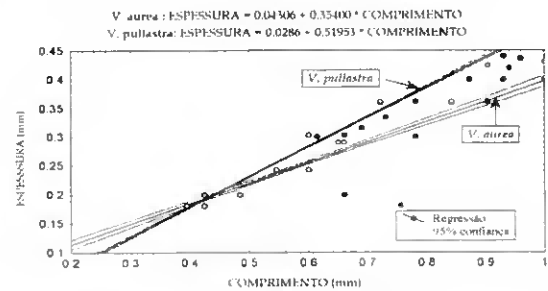


Figura 3.61 - Rectas de regressão para o comprimento vs. a espessura nas espécies *Venerupis pullastra* e *V. aurea* em pós-larvas com comprimento inferior a 1 mm.

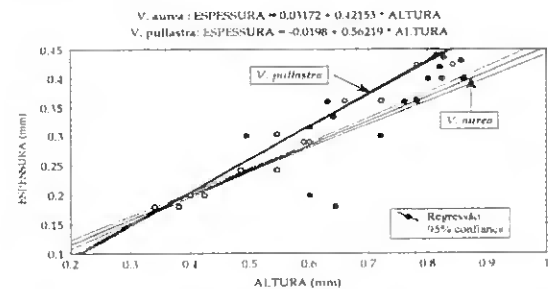


Figura 3.62 - Rectas de regressão para a espessura vs. a altura nas espécies *Venerupis pullastra* e *V. aurea* com comprimento inferior a 1 mm.

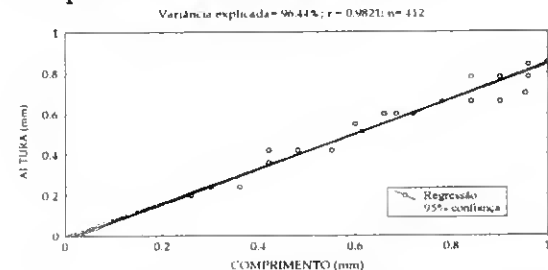


Figura 3.63 - Regressão linear entre o comprimento e a altura dos pós-larvas de *Abra ovata* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

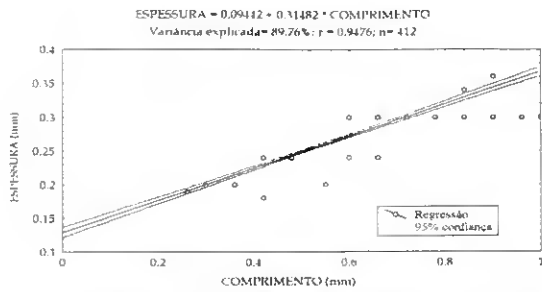


Figura 3.64 - Regressão linear entre o comprimento e a espessura dos pós-larvas de *Abra ovata* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

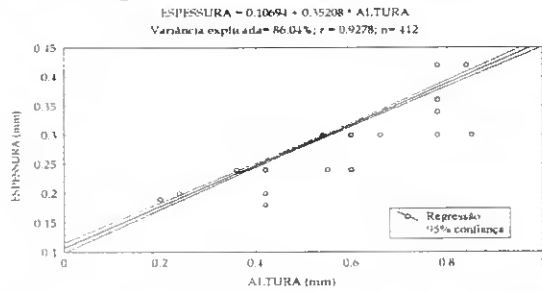


Figura 3.65 - Regressão linear entre a altura e a espessura dos pós-larvas de *Abra ovata* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

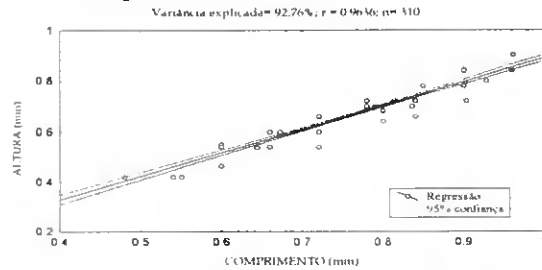


Figura 3.66 - Regressão linear entre o comprimento e a altura dos pós-larvas de *Scrobicularia plana* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

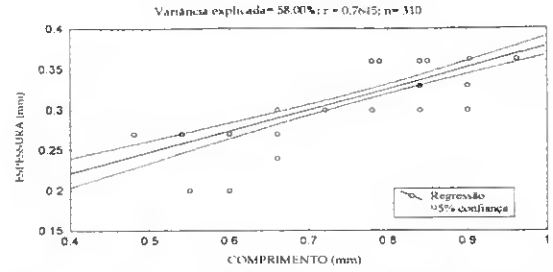


Figura 3.67 - Regressão linear entre o comprimento e a espessura dos pós-larvas de *Scrobicularia plana* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

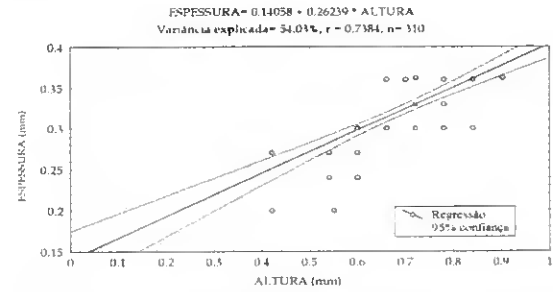


Figura 3.68 - Regressão linear entre a altura e a espessura dos pós-larvas de *Scrobicularia plana* fixados em areia, com comprimento inferior a 1 mm.

4.4. - Dimensões das principais fases de desenvolvimento larvar e pós-larvar dos bivalves.

As dimensões das conchas larvares e pós-larvares dos vários *taxa* reflectem, para além de aspectos ecológicos relativos ao tipo de desenvolvimento larvar planctotrófico ou lecitotrófico, diferenças taxonómicas que poderão ser utilizadas na distinção dos vários grupos. Assim, nas tabelas III.3 e III.4 indicam-se as dimensões da prodissoconcha I e II, bem como as dimensões na metamorfose e aquelas com que o menor exemplar foi identificado no sedimento, após a fixação.

Tabela III.3 - Dimensões das prodissoconchas I e II dos vários *taxa* larvares.

<i>Taxa</i>	Prodissoconcha I	Prodissoconcha II	
	Dimensões mínimas (µm) (comp.x altura)	Dimensões mínimas (µm) (comp.x altura)	Dimensões máximas (µm) (comp.x altura)
<i>Nucula sp.</i>	114 x 90 (*)		184 x 162 (*)
<i>Anomia ephippium</i>	80 x 70	89 x 74	211 x 164
<i>Mytilus spp.</i>	90 x 70	100 x 80	260 x 240
<i>Modiolus spp.</i>	80 x 65	90 x 75	154 x 142
<i>Crassostrea angulata</i>	80 x 65	90 x 70	200 x 190
Pectinidae		90 x 70	190 x 180
<i>Chlamys spp.</i>		102 x 84	156 x 150
<i>Cardium spp.</i>	86 x 65	115 x 90	200 x 150
<i>Acanthocardia spp.</i>	94 x 64	102 x 84	190 x 150
<i>Ruditapes sp.</i>	82 x 65	90 x 70	262 x 220
<i>Venerupis spp.</i>	86 x 76	90 x 70	160 x 138
<i>Venus spp.</i>	75 x 60	102 x 90	190 x 152
<i>Chamelea sp.</i>		120 x 105	200 x 164
Mactracea	71 x 50	80 x 60	291 x 279
Tellinacea		70 x 50	206 x 162
Solenacea		102 x 80	245 x 205
<i>Hiatella sp.</i>	71 x 60	78 x 70	215 x 215
Pholadacea	63 x 57	70 x 60	250 x 250

(*) existe apenas uma prodissoconcha durante o desenvolvimento larvar.

Tabela III.4 - Dimensões mínimas das pós-larvas dos vários *taxa* identificados na metamorfose ou na ocorrência no bentos; (*) dimensão na eclosão.

	Comprimento	altura	comprimento	altura
	mínimo (µm)	mínima(µm)	mínimo (µm)	mínima(µm)
	NA METAMORFOSE		NO BENTOS	
Superfamília NUCULACEA				
Família Nuculidae				
<i>Nucula sp.</i>			362	303
Superfamília ARCACEA				
Família Arcidae				
<i>Arca tetragona</i>			424	380
Superfamília ANOMIACEA				
Família Anomiidae				
<i>Anomia ephippium</i>	225	230	362	424
Superfamília MYTILACEA				
Família Mytilidae				
<i>Mytilus spp.</i>	300	265	250	200
<i>Modiolus barbatus</i>	294	252	300	250
<i>Musculus marmoratus</i>	625	564	875	740
Superfamília OSTREACEA				
Família Ostreidae				
<i>Crassostrea angulata</i>	336	290	800	775
Superfamília PECTINACEA				
Família Pectinidae				
<i>Chlamys spp.</i>	200	156	484	490
Superfamília LUCINACEA				
Família Lucinidae				
<i>Loripes lucinalis</i>	510	420	950	800
<i>Divaricella divaricata</i>	420	370	600	480
<i>Myrtea spinifera</i>	760	650	1200	960
Superfamília ERYCINACEA				
Família Leptonidae				
<i>Lepton nitidum</i>	245	180	300	240
<i>Neolepton sykesi</i>			290	260
<i>Neolepton sulcatulum</i>			660	600
Família Montacutidae				
<i>Mysella bidentata</i>	510	370	550	450
<i>Montacuta ferruginosa</i>			525	300

(continuação da Tabela III.4)

	comprimento mínimo (µm)	altura mínima(µm)	comprimento mínimo (µm)	altura mínima(µm)
	NA METAMORFOSE		NO BENTOS	
Superfamília ISOCARDIACEA				
Família Glossidae				
<i>Glossus humanus</i>			770	760
Superfamília CARDIACEA				
Família Cardiidae				
<i>Cardium edule</i>	290	210	240	200
<i>Acanthocardia echinata</i>	210	130	550	450
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	200	150	545	484
<i>Acanthocardia aculeata</i>	226	200	550	450
Superfamília VENERACEA				
Família Veneridae				
<i>Ruditapes decussatus</i>			340	300
<i>Venerupis aurea</i>			362	303
<i>Venerupis pullastra</i>			362	303
<i>Chamelea gallina</i>	240	205	250	215
<i>Venus verrucosa</i>	280	235	575	500
<i>Dosinia spp.</i>	250	180	480	420
Superfamília MACTRACEA				
Família Mactridae				
<i>Mactra spp.</i>			380	280
<i>Spisula spp.</i>			300	275
Família Mesodesmatidae				
<i>Donacilla cornea</i>	460	330	600	450
Superfamília TELLINACEA				
Família Donacidae				
<i>Donax variegatus</i>	336	270	520	460
<i>Donax trunculus</i>	260	205	540	450
<i>Donax vittatus</i>	240	190	400	340
Família Scrobiculariidae				
<i>Scrobicularia plana</i>	340	230	380	300
<i>Abra ovata</i> (*)	400	360	430	370
<i>Abra alba</i> (*)	430	360	480	400

(continuação da Tabela III.4)

	comprimento mínimo (µm)	altura mínima(µm)	comprimento mínimo (µm)	altura mínima(µm)
	NA METAMORFOSE		NO BENTOS	
Família Tellinidae				
<i>Tellina spp.</i>	230	220	480	420
Superfamília SOLENACEA				
Família Solenidae				
<i>Solen marginatus</i>			308	264
Superfamília MYACEA				
Família Myacea				
<i>Sphenia binghami</i>	226	162	704	650
<i>Corbulla gibba</i>			1080	900
Superfamília HIATELLACEA				
Família Hiatellidae				
<i>Hiatella artica</i>			350	270
Superfamília PHOLADACEA				
Família Pholadidae				
<i>Pholas sp.</i>			350	330
Família Teredinidae				
<i>Teredo sp.</i>			300	350
Superfamília PANDORACEA				
Família Pandoracea				
<i>Pandora pinna</i>	510	410	2040	1230
<i>Thracia pubescens</i>			2550	2000

5 - DISCUSSÃO

A identificação dos bivalves durante as suas fases iniciais de desenvolvimento é uma tarefa difícil, não apenas pelas reduzidas dimensões dos indivíduos, mas também devido à inexistência de chaves dicotómicas e de descrições de espécies da zona estudada. Para além disso, algumas descrições atribuídas a larvas são efectivamente de pós-larvas, como sucede por exemplo no trabalho de Rees (1950). Estas dificuldades foram mais nítidas na identificação das

larvas de bivalves já que as pós-larvas apresentaram características como a forma, textura da concha ou morfologia da charneira, semelhantes às dos adultos.

Assim, na primeira parte da discussão efectuaram-se as descrições das características morfológicas que mais facilmente podem ser utilizadas para a identificação das larvas e pós-larvas de bivalves. Na segunda parte, discute-se a aplicação das características morfométricas para a identificação das espécies, bem como a sua importância em termos ontogenéticos, filogenéticos e ecológicos.

5.1 - Caracterização morfológica de larvas e pós-larvas de bivalves

5.1.1 - Superfamília Nuculacea

Forma e características gerais

Existem poucas referências às larvas desta superfamília em recolhas de plâncton o que, segundo Rees (1950), se deve ao facto de existirem poucas ou nenhuma espécie com uma nítida fase planctónica. No entanto Lebour (1938), cultivou ovos de *Nucula turgida* e *N. nucleus* e verificou a existência de uma fase larvar livre, mas de duração muito curta. Segundo Webb (1987) as larvas de Nuculacea são lecitotróficas e rapidamente desenvolvem uma concha ciliada.

A concha larvar de *Nucula* apresenta características típicas de um bivalve protobrânquio, quer a nível das esculturas presentes, quer devido ao facto de apenas existir uma concha durante o desenvolvimento larvar. Efectivamente, nestas larvas apenas se encontra descrita a existência da prodissoconcha I, já que não existe qualquer indicação do desenvolvimento de prodissoconcha II. Assim, optou-se por designar a concha larvar apenas como prodissoconcha.

A prodissoconcha apresenta um contorno oval, o bordo dorsal direito e a margem anterior ligeiramente maior que a posterior. A superfície da concha é lisa, com excepção de uma zona levemente pontuada próxima da linha da charneira. As menores larvas de *Nucula* encontradas mediram 114 µm de comprimento por 90 µm de altura. Após a curta fase planctónica, as larvas com um comprimento entre

170 e 180 μm atingem a metamorfose em 3 a 5 dias (Webb, 1987). Neste estudo os maiores exemplares capturados no plâncton mediram 184 μm de comprimento por 162 μm de altura. No entanto, as menores pós-larvas mediram 362 μm de comprimento e 303 μm de altura.

As descrições das fases pós-larvares foram efectuadas por Rees (1950) e Webb (1987), tendo este último descrito de forma rigorosa a fase pós-larvar de *N. turgida*. As dissoconchas apresentaram uma escultura típica formada por linhas radiais e concêntricas, adquirindo um aspecto entrecruzado, sendo a forma da concha juvenil semelhante à do adulto, com contorno triangular. O desenvolvimento das características da concha do adulto, nomeadamente a nível da charneira, é atingido com uma dimensão menor na maioria das pós-larvas desta superfamília, em relação ao que ocorre na generalidade dos bivalves, o que evidencia a sua posição inferior na escala evolutiva.

Charneira larvar e pós-larvar

A charneira larvar não apresentou denticulos. A concha da pós-larva com 362 μm apresentava dois dentes posteriores e três anteriores. Novos dentes vão surgindo progressivamente até que o número definitivo, no máximo 30 dentes anteriores e 14 posteriores (Tebble, 1966), seja atingido.

5.1.2 - Superfamília Arcacea

Forma e características gerais

De entre as descrições sobre as fases iniciais da vida dos bivalves pertencentes a esta superfamília são de referir as de Rees (1950) sobre *Glycymeris glycymeris* e *Limopsis*, as de Loosanoff & Davis (1963) relativos a *Arca transversa*, as de Chanley & Andrews (1971) que descreveram *Anadara transversa* e as de Lutz *et al.* (1982) sobre *Arca noae*.

Não foram capturadas larvas desta superfamília, tendo-se no entanto encontrado juvenis de *A. tetragona*. Não foi possível determinar a comprimento da

concha na metamorfose. No entanto, o menor comprimento medido foi de 424 μm , para uma altura de 380 μm . A espécie identificada caracterizou-se por apresentar uma forma irregular, o umbo da valva direita bastante afastado do da valva esquerda e esculturas pouco evidentes na concha.

Charneira pós-larvar

O ligamento externo prolongou-se por uma série de sulcos desde o umbo até ao fim da charneira, a qual é aproximadamente rectilínea, sendo constituída por numerosos dentes pequenos que alternam com sulcos o que, tal como no *taxa* anterior, indica que estas espécies são pouco evoluídas.

5.1.3 - Superfamília Anomiacea

Forma e características gerais

Sobre as fases larvares e pós-larvares de espécies desta superfamília foram efectuadas várias descrições, tais como as realizadas por Jorgensen (1946) sobre *Anomia patelliformis*, Rees (1950) sobre *A. ephippium*, *A. squamula* e *Monia squana*, Loosanoff & Davis (1963), Loosanoff *et al.* (1966) sobre *Anomia simplex*, Le Pennec (1977, 1978) sobre *A. ephippium* e Booth (1983) sobre *Anomia trigonopsis*.

O menor comprimento da prodissoconcha I, determinado indirectamente, foi de 80 μm para 70 μm de altura, enquanto que as menores larvas capturadas no plâncton mediram, respectivamente, 89 μm por 74 μm . As larvas apresentaram uma forma típica que permitiu uma identificação directa logo a partir dos 110 μm de comprimento, já que o bordo anterior é ligeiramente pontiagudo e o umbo só se forma na valva esquerda sobressaindo sobre o bordo dorsal (Figs. 3.69 e 3.70). Com comprimentos de concha superiores a 180 μm formou-se uma reentrância na zona mediana da margem anterior da valva direita correspondente à futura abertura bissal.

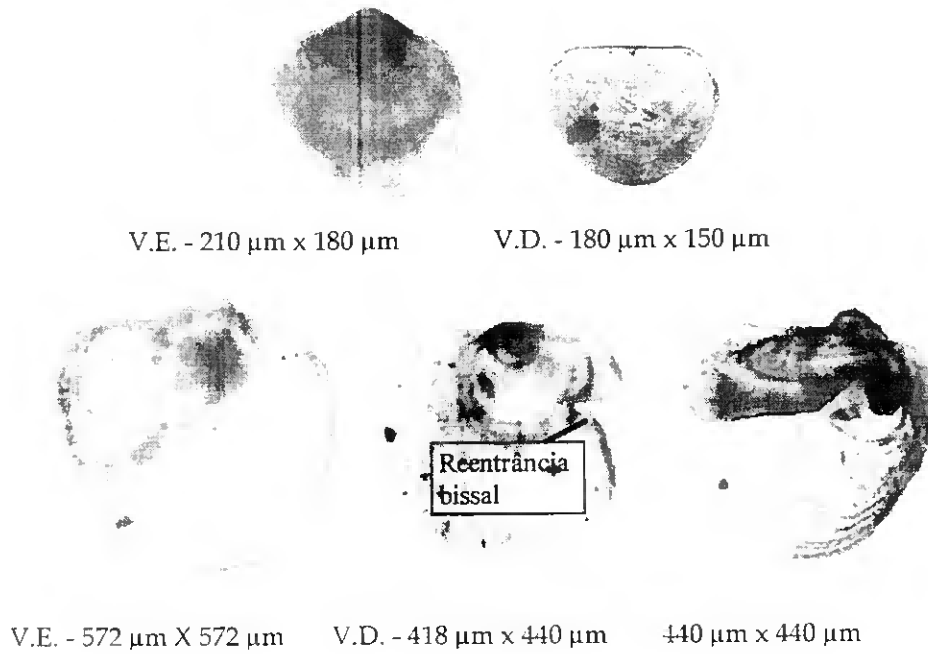


Figura 3.69 - Aspectos das conchas larvares de *Anomia ephippium*. Pormenor da reentrância bissal da valva direita.

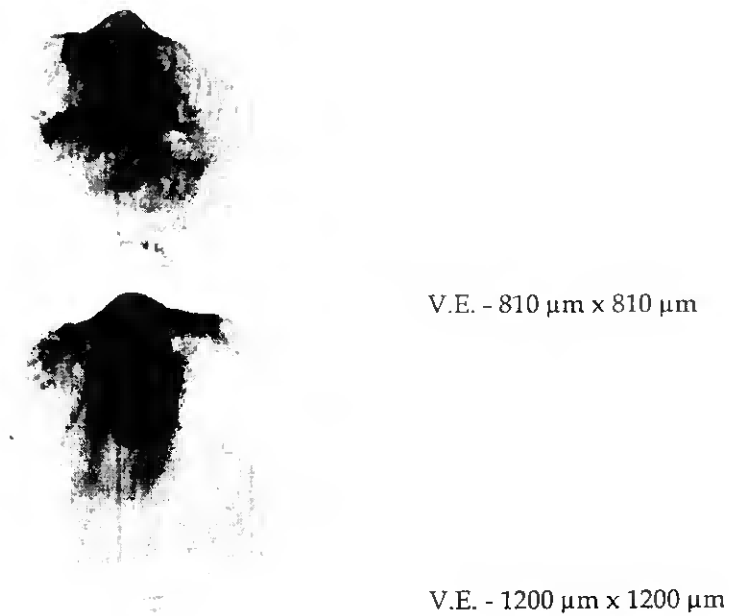


Figura 3.70 - Larvas e pós-larvas de *Anomia ephippium* fotografadas ao microscópio de inversão: V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

A larva de maiores dimensões mediu 211 μm de comprimento por 164 μm de altura. As dimensões na metamorfose, determinadas indirectamente pela alteração na textura da concha na valva esquerda, ocorreu com 225 μm de comprimento e 230 μm de altura, ligeiramente mais do que os 190 μm de comprimento e altura que refere Le Pennec (1977).

A dissoconcha, tal como a prodissoconcha II, é pouco espessa, frágil e transparente. O crescimento mais acentuado na valva esquerda torna cada vez mais nítida a assimetria entre as duas valvas. De facto, enquanto que o umbo se desenvolve principalmente na valva esquerda, acentua-se a reentrância da valva direita (Fig. 3.70).

As menores dimensões das pós-larvas desta espécie foram 362 μm de comprimento e 424 μm de altura. Segundo Le Pennec (1978), inicialmente a fixação é efectuada pelos filamentos do bisso ainda não calcificados e a valva direita, que é completamente plana, adere perfeitamente às superfícies (Fig. 3.70).

Charneira larvar e pós-larvar

O *provinculum* da prodissoconcha de *Anomia ephippium* com comprimento de 80 μm , caracteriza-se por um bloco central de 20 dentículos de pequenas dimensões, ladeados por dois dentículos maiores em cada extremo (Le Pennec, 1980).

Ainda durante a fase pelágica um terceiro dentículo pode ser adicionado nos extremos de cada uma das valvas, o que por vezes apenas acontece na valva esquerda, contribuindo para aumentar a assimetria entre as valvas.

Os dentículos desaparecem rapidamente, estando completamente ausentes na concha com 300 μm de comprimento. Nessa altura inicia-se o desenvolvimento do ligamento. Não se verifica o aparecimento de qualquer outro tipo de dente na charneira do juvenil, o que se mantém até ao estado adulto (Le Pennec, 1978).

5.1.4 - Superfamília Mytilacea

Forma e características gerais

Os trabalhos sobre a morfologia das fases iniciais da vida dos Mytilacea são muito numerosos, sendo de destacar os de Jorgensen (1946) sobre *Modiolus adriatica* e *Modiolus modiolus*, de Rees (1950) sobre *Modiolus modiolus*, *Mytilus edulis*, *Musculus marmoratus*, *Adula simpsoni* e *Crenella* sp., de Newell & Newell (1963) sobre *Modiolus modiolus* e *Mytilus edulis*, o de Loosanoff & Davis (1963) sobre *Modiolus demissus* e *Mytilus edulis*, de Loosanoff *et al.* (1966) sobre *M. edulis*, *Modiolus demissus*, de Bayne (1971) sobre *Mytilus edulis*, o de Chanley & Andrews (1971) sobre *Mytilus edulis*, *Modiolus demissus*, de Le Pennec & Masson (1976) sobre *Mytilus galloprovincialis*, o de Booth (1977) sobre *Mytilus edulis*, *Modiolus areolatus*, *Perna canaliculus*, *Xenostrobus pulex* e *Modiolarca impacta*, o de Le Pennec (1978) sobre *Mytilus edulis* e *M. galloprovincialis*, o de Lutz & Hidu (1979) sobre *Mytilus edulis* e *Modiolus modiolus*, de Lutz *et al.* (1982) sobre *Mytilus californianus* e *Geukensia demissa*, de Fuller & Lutz (1989b) sobre *Brachidontes exustus*, *Ischadium recurvum*, *G. demissa*, *Amygdalum papyrium*, *Mytilus edulis* e *Modiolus modiolus* e o trabalho de Flyachinskaya & Kulakovsky (1992) sobre *M. edulis*.

A prodissoconcha II desta superfamília caracterizou-se por apresentar a margem posterior arredondada e a margem anterior ligeiramente pontiaguda, bem como os umbos pouco diferenciados.

Um pouco antes da metamorfose torna-se visível através da concha uma zona escura, a mancha ocular, que indica que o final da vida planctónica se aproxima. Com a metamorfose, a secreção da dissoconcha é acompanhada por uma alteração nos eixos de crescimento, passando a verificar-se um crescimento mais acentuado ao longo do eixo postero-ventral.

Na concha, a transição entre a prodissoconcha II e a dissoconcha é bastante nítida, uma vez que as linhas de crescimento são muito ténues na concha larvar mas acentuam-se significativamente depois da metamorfose.

A primeira fixação ao substrato é efectuada através da secreção de um filamento de muco pelas margens do manto (Fig. 3.71). Este filamento possibilita a deslocação das jovens pós-larvas, nomeadamente através da fixação a um objecto flutuante, eventualmente para o local de uma possível segunda fixação, nesta altura já concretizada pelo bisso (Le Pennec, 1978).

A forma do adulto é adquirida com o deslocamento progressivo do umbo para a extremidade anterior. A migração do umbo é de tal forma acentuada que a charneira do juvenil toma uma posição perpendicular à original.

Charneira larvar e pós-larvar

O desenvolvimento da charneira é muito rápido nos Mytilacea e, normalmente, encontra-se completamente definida na prodissoconcha com 100 µm de comprimento (Fuller & Lutz, 1989b).

As fases larvares desta superfamília caracterizaram-se por apresentar um *provinculum* longo constituído por uma série contínua de dentículos, localizando-se os maiores nos extremos. A dimensão do *provinculum* e o número de dentículos aumentam com o comprimento da concha, durante a vida larvar. O aumento de número de dentículos resulta da adição de dentes sucessivamente maiores nos extremos anterior e posterior do *provinculum*.

Depois da metamorfose desenvolve-se um ligamento numa depressão inferior ao *provinculum*, entre os dentes medianos e posteriores. Esse ligamento é denominado primitivo por Le Pennec (1980) e primário por Fuller & Lutz (1989b). Pouco depois desenvolve-se na margem postero-dorsal o ligamento embrionário (Le Pennec, 1980) ou secundário (Fuller & Lutz, 1989b).

A charneira juvenil caracterizou-se por apresentar três dentes cardinais no bordo anterior da charneira. O desenvolvimento dos dentes no bordo posterior é, segundo Le Pennec (1980), restringido pelo crescimento do ligamento secundário.

Mytilus edulis (Linnaeus, 1758)

A controvérsia sobre a posição sistemática de *Mytilus galloprovincialis* data já de 1860, sendo considerada quer uma espécie distinta, quer como uma subespécie de *Mytilus edulis*. No entanto, os estudos citológicos e imunológicos efectuados indicaram que as diferenças são muito pequenas, pelo que dificilmente se podem considerar duas espécies distintas (Gosling, 1984). Este autor, tal como Gardner (1992), propõe que *M. galloprovincialis* seja considerada uma variedade ou subespécie de *M. edulis*, sendo referida como *Mytilus edulis galloprovincialis*. Por conseguinte, neste estudo as larvas e pós-larvas capturadas foram identificadas como *M. edulis*.

As menores larvas de *M. edulis* apresentaram um comprimento de 110 μm e uma altura de 80 μm . A prodissoconcha I apresentou a forma típica de um D invertido, sem qualquer depressão no bordo dorsal. O comprimento mínimo desta primeira concha, obtido indirectamente através da medição na prodissoconcha II, foi de 90 μm , para 70 μm de altura.

O comprimento do *provinculum*, bem como a sua complexidade em número de dentículos, aumentaram durante o desenvolvimento larvar e início da vida pós-larvar. Assim, uma larva com um comprimento de 100 μm apresenta 27 dentículos, com 110 μm tem 28 dentículos, com 120 μm possui 30 dentículos e com 150 μm caracteriza-se por apresentar 35 dentículos (Lutz & Hidu, 1979).

Os dentículos, como foi anteriormente referido, são diferentes entre si, encontrando-se os mais volumosos nos extremos laterais da charneira. Segundo Fuller & Lutz (1989b) os dentículos centrais do *provinculum* têm uma altura entre 1,7 e 2,5 μm , enquanto que os dentículos dos extremos anterior e posterior podem atingir os 6,6 μm .



Figura 3.71 - Ligação de uma pós-larva de *Mytilus edulis* (350 μm x 300 μm) ao substrato através de um filamento.

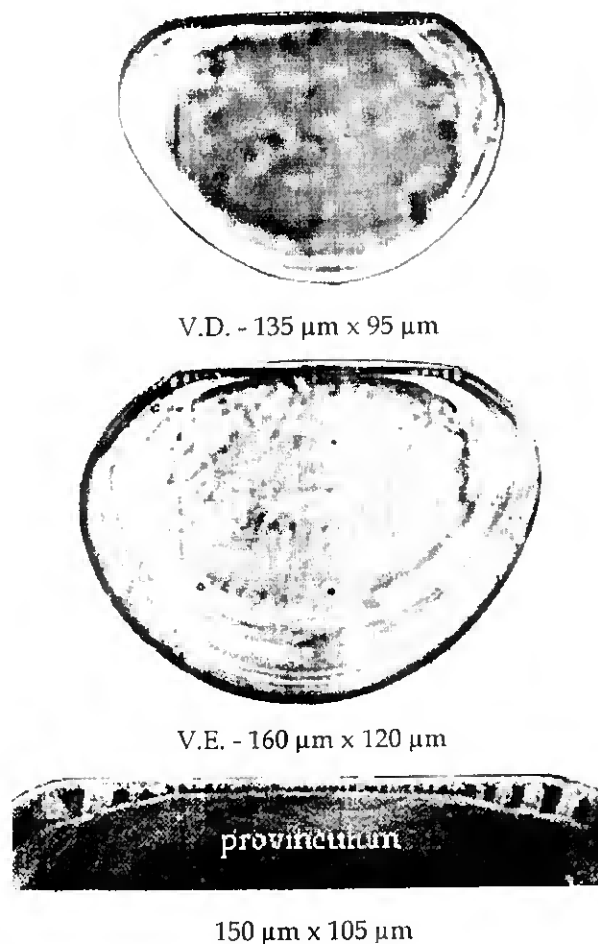


Figura 3.72 - Larvas de *Mytilus edulis* de diferentes dimensões observadas num microscópio de inversão e pormenor do *provinculum* observado ao microscópio electrónico de varrimento. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

Inicialmente, as larvas caracterizaram-se por apresentarem apenas 3 denticulos de maiores dimensões em cada um dos extremos, anterior e posterior das valvas. O número destes denticulos aumentou com o desenvolvimento da larva (Fig. 3.72) e, quando os indivíduos possuíam comprimentos da ordem dos 250 μm , o número de denticulos observado foi de 5 em cada extremo.

O comprimento do *provinculum* variou entre 86 e 127 μm , enquanto que Fuller & Lutz (1989b) referem valores entre 70 e 147 μm e Lutz & Hidu (1979) indicam uma variação entre 71 e 133 μm .

Quando as larvas atingiram comprimentos da ordem dos 180 a 200 μm observa-se o aparecimento de uma mancha escura em cada valva (Redfearn *et al.*, 1986), que indica o início da metamorfose. Esta mancha é denominada mancha pigmentar e ainda se encontra nas pós-larvas (Fig. 3.73B). Neste estudo foram capturadas no plâncton larvas com 260 μm de comprimento e 240 μm de altura, pelo que a metamorfose terá ocorrido em indivíduos com dimensões superiores às referidas por aquele autor.

A formação da dissoconcha foi facilmente detectada pelo aumento da intensidade das linhas de crescimento (Fig. 3.73A). O menor comprimento verificado para o início da deposição da dissoconcha foi 300 μm para 265 μm de altura. No entanto, a menor pós-larva de *M. edulis* capturada no sedimento mediu 250 μm de comprimento e 200 μm de altura. Estes valores aproximam-se dos 270 μm de comprimento observados por Le Pennec & Masson (1976) para a ocorrência da metamorfose.

O umbo formou-se tardiamente e apenas se tornou mais nítido quando o comprimento ultrapassou os 250 μm . Nessa altura, verificou-se uma alteração no sentido do crescimento, que passou a efectuar-se principalmente pelo bordo ventro-lateral posterior (Fig. 3.73B).

Segundo Lutz & Hidu (1979), a fossa ligamentar primitiva surge com um comprimento da concha de aproximadamente 280 μm , enquanto que Fuller & Lutz

(1989b) referem a formação dessa estrutura mais tarde, quando a concha atinge 365 μm . Neste trabalho o ligamento primário só se observou aproximadamente aos 400 μm (Fig. 3.73A), numa altura em que também já se podiam observar esboços do ligamento secundário.

Em pós-larvas com 820 μm encontraram-se seis dentículos distintos, apesar de Le Pennec & Masson (1976) referirem sete. Segundo estes autores, os dentículos posteriores à fossa ligamentar dispõem-se em forma de leque, enquanto que os anteriores são paralelos entre si.

Sob o umbo desenvolvem-se os dentes cardinais, que apenas se distinguiram nas pós-larvas com 1000 μm . No entanto, utilizando microscopia electrónica de varrimento, Le Pennec & Masson (1976) observaram que as dissoconchas com 800 μm já possuíam dois dentes cardinais na valva esquerda e três na valva direita e que, quando o juvenil atingia os 900 μm , formava-se o terceiro dente cardinal na valva esquerda.

Em pós-larvas com estas dimensões os dentículos larvares já não são observáveis e o desenvolvimento do ligamento secundário provoca a desagregação completa da charneira larvar. Neste caso verificou-se que, com um comprimento de 4700 μm , os juvenis apresentavam os dentes cardinais bem desenvolvidos e o ligamento secundário completamente formado.

Modiolus barbatus (Linnaeus, 1758)

As descrições das fases larvares e pós-larvares desta espécie são praticamente inexistentes. De facto, no género *Modiolus* apenas a espécie *Modiolus modiolus* tem merecido uma maior atenção, nomeadamente por Lutz & Hidu (1979) e Fuller & Lutz (1989b).

As larvas dos géneros *Mytilus* e *Modiolus* (Fig. 3.74) distinguiram-se de forma relativamente simples, uma vez que para a mesma gama de dimensões, as primeiras apresentaram um maior número de dentes provinculares.

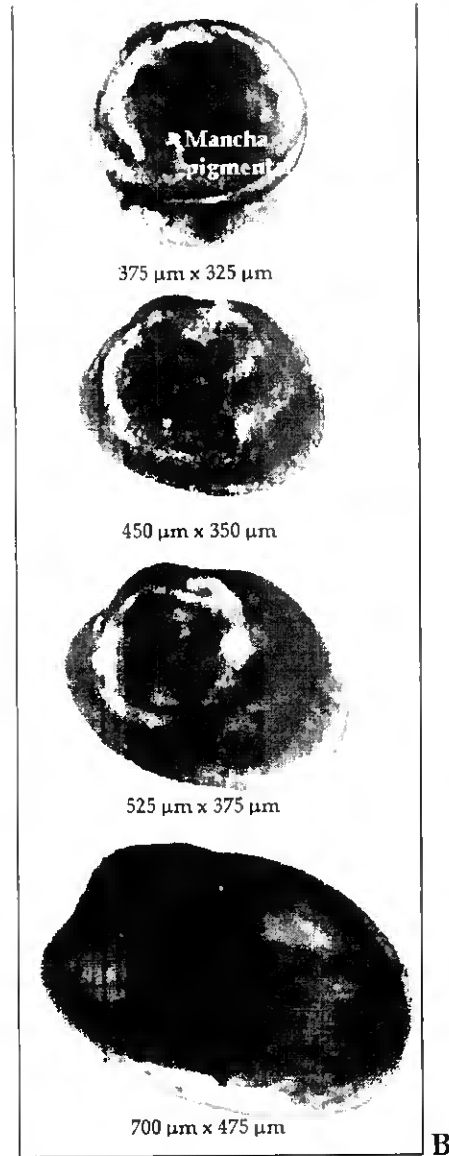
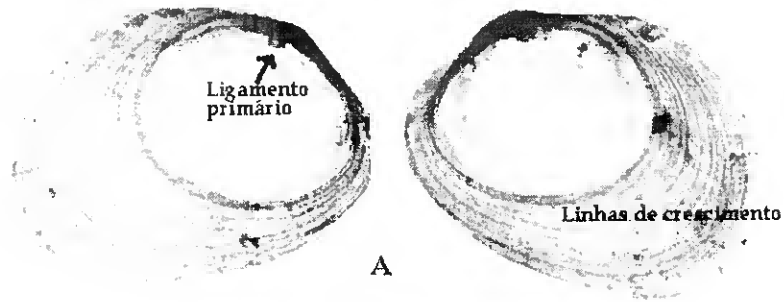


Figura 3.73 - Valvas de uma pós-larva de *Mytilus edulis* com 449 μm x 434 μm (A); Evolução da forma das pós-larvas de *Mytilus edulis* através do crescimento mais acentuado do eixo dorsoventral (B). V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

O comprimento calculado para a prodissoconcha I de *Modiolus* spp. foi de 80 μm , para 65 μm de altura. A menor prodissoconcha II foi identificada com um comprimento de 90 μm e uma altura de 75 μm , enquanto que a maior larva mediu 154 μm de comprimento e 142 μm de altura.

Nas larvas com 100 μm de comprimento eram já evidentes os dentes provinculares que, segundo Fuller & Lutz (1989b), só se formam depois dos 130 μm . Também Lutz & Hidu (1979) observaram dentículos mais cedo, já que referem que conchas com comprimentos de 120 μm e 150 μm possuíam, respectivamente, *provincula* com 23 e 28 dentículos.

O menor comprimento de *Modiolus barbatus* medido no substrato foi 300 μm para uma altura de 280 μm . A fixação ocorreu em indivíduos com 294 μm de comprimento e 252 μm de altura. Também Lutz & Hidu (1979) verificaram o início da metamorfose nesta espécie, através da formação da fossa ligamentar primária, quando a concha atingiu um comprimento de 300 μm .

A forma da pós-larva é a típica dos mitilídeos, mas mais arredondada do que a de *Mytilus*. A ornamentação da concha é muito importante na distinção entre os géneros *Mytilus* e *Modiolus*. De facto, enquanto que a concha de *M. edulis* é lisa, em *M. barbatus* observou-se a presença de filamentos nas valvas (Fig. 3.75).

Em relação à charneira destes bivalves observaram-se os dentes laterais, cujo número aumentou com o comprimento da concha, mas não foram encontrados quaisquer dentes cardinais. A adição de dentículos larvares continuou em *Modiolus barbatus* durante a fase pós-larvar.

Musculus marmoratus (Forbes)

Apenas foram identificadas pós-larvas desta espécie. Os menores exemplares mediram 875 μm de comprimento e 740 μm de altura. Em indivíduos com 1500 μm verificou-se a existência de dentes laterais, mas a ausência de

cardinais. A metamorfose terá ocorrido em indivíduos com 625 µm de comprimento por 564 µm de altura.

Observou-se também a existência de diversas estruturas semelhantes aos dentículos primitivos situados anteriormente ao umbo (Fig. 3.76C).

A concha apresenta uma escultura típica, com 15 a 18 estrias radiais muito vincadas na zona anterior e 20 a 35 no bordo posterior.

5.1.5 - Superfamília Ostreacea

Forma e características gerais

As principais descrições das fases larvares e pós-larvares de espécies pertencentes a esta superfamília foram realizadas por Rees (1950) sobre *Ostrea edulis*, Loosanoff & Davis (1963) sobre *Crassostrea gigas*, Loosanoff *et al.* (1966) sobre *Ostrea edulis*, *O. lurida*, *C. virginica*, *C. gigas*, Chanley & Andrews (1971) sobre *C. virginica*, Pascual (1971) sobre *C. angulata*, Le Pennec (1978) sobre *O. edulis* e *C. gigas*, Lutz *et al.* (1982) sobre *C. virginica*, Borgne & Le Pennec (1983) sobre *Ostrea denselamellosa*, Booth (1979a, 1983) sobre *Saccostrea glomerata*, Le Pennec *et al.* (1985) sobre *O. edulis* e Castro & Le Pennec (1988) sobre *Ostrea puelchana*.

A única espécie desta superfamília identificada no presente estudo foi *Crassostrea angulata*. As descrições desta espécie na fase larvar e pós-larvar são pouco numerosas e, segundo Le Pennec (1978), podem confundir-se com as de *Crassostrea gigas*. As descrições de Pascual (1971) são pouco pormenorizadas e não permitem uma separação rigorosa entre os *provincula* das duas espécies. Por outro lado, Imai & Sakai (1969) e Lubet (1976) referem que o cruzamento destas espécies origina híbridos que se reproduzem produzindo descendentes férteis, o que sugere que se trata apenas de uma espécie.

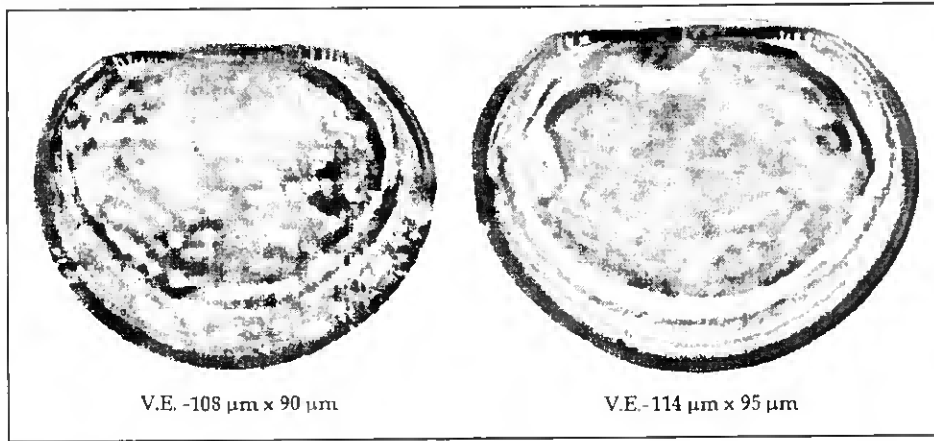


Figura 3.74 - Valvas de larvas de *Modiolus* spp.

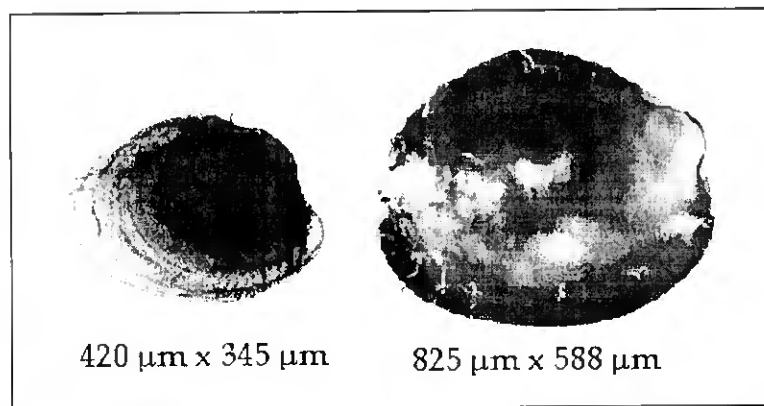


Figura 3.75 - Pós-larvas de *Modiolus barbatulus*.

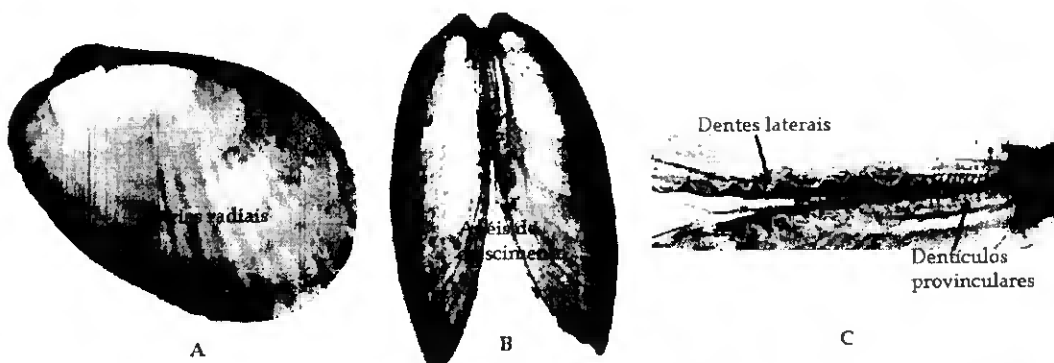


Figura 3.76 - Pós-larva de *Musculus marmoratus* com 1500 µm de comprimento e 1080 µm de altura. (A) Vista da face interna da valva direita; (B) Vista do bordo dorsal; (C) Aspecto da charneira pós-larvar. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

As menores larvas identificadas no plâncton como pertencendo à espécie *C. angulata* mediram 90 μm de comprimento e 70 μm de altura (Fig. 3.77A). A prodissoconcha I mediu 80 μm de comprimento e 65 μm de altura. Devido à reduzida dimensão do *provinculum* (35 μm) e à curvatura mais acentuada do bordo posterior, que conferiu à larva uma forma ligeiramente circular, nestas larvas não se observou a forma típica de "D" (Fig. 3.77B). A maior larva capturada mediu 200 μm de comprimento por 190 μm de altura.

O umbo surge cedo no desenvolvimento da larva, mas apenas na valva esquerda, tornando-se mais nítido quando o comprimento da concha atingiu os 160 μm , enquanto que a valva direita permanece com o bordo dorsal rectilíneo (Fig. 3.77D).

O crescimento da concha larvar faz-se preferencialmente ao longo do bordo ventral e a larva desenvolve-se sobretudo em altura. Na metamorfose, o comprimento da concha calculado indirectamente, foi de 336 μm , enquanto a altura foi 290 μm . Considerando a descrição de Le Pennec (1978) para *C. gigas*, a fixação e a metamorfose ocorrerão aproximadamente com comprimentos de concha de 205 μm e 230 μm , respectivamente. No entanto, neste estudo não foram capturadas pós-larvas recém-fixadas, tendo o menor indivíduo medido 800 μm de comprimento por 775 μm de altura (Fig. 3.77E).

A assimetria que afectou os bordos laterais da prodissoconcha larvar desde uma fase muito inicial, foi-se acentuando à medida que o umbo se desenvolveu. Também a assimetria entre as duas valvas se acentuou cada vez mais até aos 2000 μm .

Na dissoconcha, desaparece a concavidade da valva esquerda da prodissoconcha II devido a ser essa a valva que o bivalve utiliza para se fixar ao substrato.

Charneira larvar e pós-larvar

A prodissoconcha II com 90 µm apresentou já o *provinculum* desenvolvido e característico do *taxon* (Fig. 3.77C). Também nesta superfamília e, tal como nos mitilídeos, podem distinguir-se na charneira larvar três zonas: uma zona central mais estreita e com dentículos pequenos, e as zonas anterior e posterior que são mais extensas e apresentam cada uma dois dentículos de dimensão e forma diferente. O dentículo mais exterior de cada uma destas margens, de ambas as valvas, é de altura superior aos restantes.

Com o desenvolvimento do umbo, a charneira larvar regrediu rapidamente sobretudo na valva esquerda. O desaparecimento dos dentes primitivos não é substituído por dentes cardinais ou laterais, o que é compensado em parte pela ondulação das margens das valvas que asseguram a coesão das mesmas (Le Pennec, 1978). Observou-se a presença de um ligamento embrionário extraordinariamente desenvolvido que, na dissoconcha com 2000 µm, ocupou toda a região sub-umbonal. A charneira nesta fase já apresenta todas as características do adulto (Le Pennec, 1980).

5.1.6 - Superfamília PectinaceaForma e características gerais

O desenvolvimento morfológico das fases iniciais da vida das espécies pertencentes a esta superfamília foi analisado por vários autores, sendo de referir nomeadamente os trabalhos de Jorgensen (1946) sobre *Pecten striatus*, *P. septenradiatus* e *P. tigrinum*, de Rees (1950) sobre *P. striatus*, de Newell & Newell (1963) sobre *Lima* sp., de Loosanoff & Davis (1963), Loosanoff *et al.* (1966) e Chanley & Andrews (1971) sobre *Aequipecten irradians*, de Le Pennec (1974) sobre *P. maximus*, de Le Pennec (1978) sobre *P. maximus*, *Chlamys opercularis*, *A. irradians*, *C. varia* e *C. distorta*, de Lutz *et al.* (1982) sobre *Argopecten* (= *Aequipecten*) *irradians* e *P. magellanicus*, de Booth (1983) sobre *Chlamys zelandiae*, de Le Pennec & Diss-Mengus

(1987) sobre *C. varia*, de Tremblay *et al.* (1987) sobre *Placopecten magellanicus* e de Salaün *et al.* (1989, 1991) sobre *Pecten maximus*.

Inicialmente a concha larvar dos Pectinacea apresentou a forma D típica. O comprimento da prodissoconcha I varia entre 90 e 100 μm segundo é referido por Le Pennec (1978), no entanto, não foi possível determinar essas dimensões neste caso. O menor comprimento das larvas de Pectinidae foi 90 μm , para 70 μm de altura (Fig. 3.79). Por outro lado, as menores larvas de *Chlamys* mediram 102 μm de comprimento e 84 μm de altura (Fig. 3.78).

O umbo formou-se relativamente cedo, existindo já um esboço nas larvas com comprimento de 100 μm , mas nunca foi muito proeminente. A forma da larva "D" alterou-se rapidamente após os 110 μm como consequência da assimetria do crescimento entre os bordos ventral anterior e posterior. Este último desenvolveu-se mais rapidamente, pelo que adquiriu uma grande curvatura, enquanto que o bordo anterior manteve-se mais pontiagudo.

A presença de uma ou várias manchas pigmentares visíveis no bordo postero-dorsal durante a fase larvar é característica de espécies como *Chlamys varia* ou *C. distorta*, estando ausentes em *P. maximus* (Le Pennec, 1978). Por conseguinte, nestas espécies as manchas pigmentares constituem características com valor taxonómico.

As larvas de Pectinidae com maiores dimensões capturadas no plâncton mediram 190 μm de comprimento e 180 μm de altura (Fig. 3.79), enquanto que no género *Chlamys* mediram 156 μm de comprimento por 150 μm de altura.

O crescimento da dissoconcha inicia-se pelos bordos ventrais e continua ao longo dos bordos anterior e posterior (Le Pennec & Diss-Mengus, 1987). Estes autores referem o comprimento mínimo na metamorfose como sendo 160 μm . No entanto, neste estudo o menor comprimento na metamorfose foi, em *Chlamys*, 200 μm para 156 μm de altura. Nessa altura formou-se uma reentrância bissal, como se pode observar nas pós-larvas de *Chlamys* spp. (Fig. 3.80). O menor comprimento de

concha que ocorreu no sedimento foi de 484 μm , a que correspondeu uma altura de 490 μm .

Charneira larvar e pós-larvar

A placa cardinal primitiva da larva "D" apresenta uma região central pouco espessa. Nas extremidades, os dentículos desenvolvem-se rapidamente no interior de depressões e já se distinguem quando a concha mediu 100 μm de comprimento. Nessa altura, já existem três dentículos anteriores e posteriores, situados em cada extremo do bordo dorsal. Na zona central desenvolve-se o ligamento interno.

Em determinadas espécies podem aparecer dentículos extra após a metamorfose. No entanto, na maioria dos casos os dentículos do *provinculum* perdem-se progressivamente (Le Pennec, 1978) e, com aproximadamente 400 μm , desaparecem na totalidade.

Após a metamorfose, o ligamento interno desenvolve-se em duas direcções, por debaixo do umbo e para fora ao longo da margem dorsal (Le Pennec, 1980). Na ausência de dentes cardinais, estes são substituídos por lâminas dentais. A ligação entre as valvas é mantida pelo ligamento e através da ondulação das valvas.

5.1.7 - Superfamília Lucinacea

Forma e características gerais

As fases larvares e pós-larvares desta superfamília não têm sido descritas detalhadamente, sendo no entanto de referir o trabalho de Rees (1950) sobre *Myrtea spinifera* e *Lucinoma borealis*.

Não se identificaram larvas desta superfamília nas recolhas de plâncton. Os juvenis capturados pertenceram às espécies *Myrtea spinifera*, *Divaricella divaricata* e *Loripes lucinalis*.

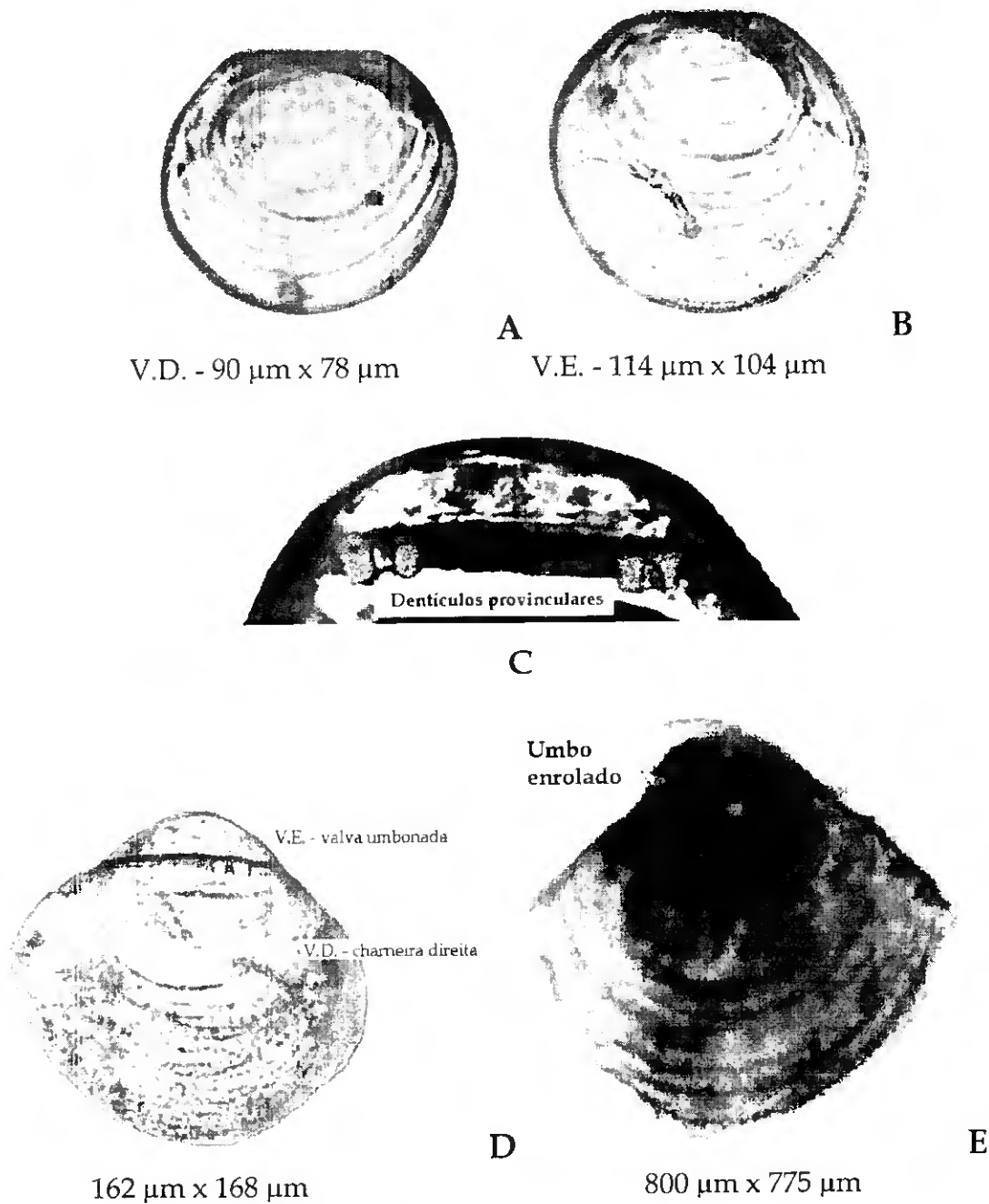


Figura 3.77 - Valvas de larvas de *Crassostrea angulata* (A, B); Aspecto do *provinculum* de uma larva com 90 μm de comprimento (C); Larva umbonada (D); Pós-larva (E). V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

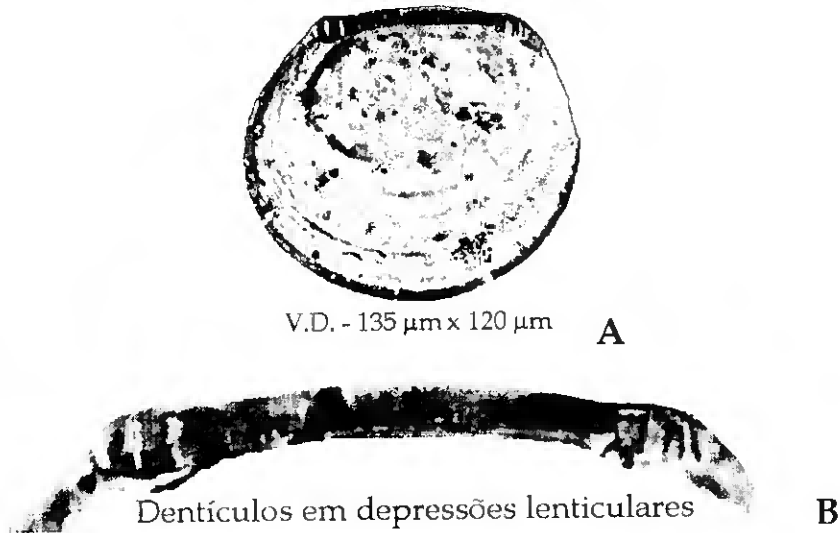


Figura 3.78 - Valva de uma larva de *Chamys* spp. (A); Pormenor do *provinculum* (B).

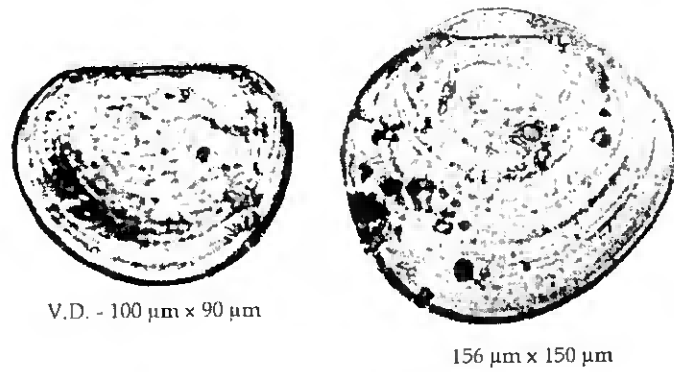


Figura 3.79 - Valva "D" e umbonada de larvas de Pectinidae.

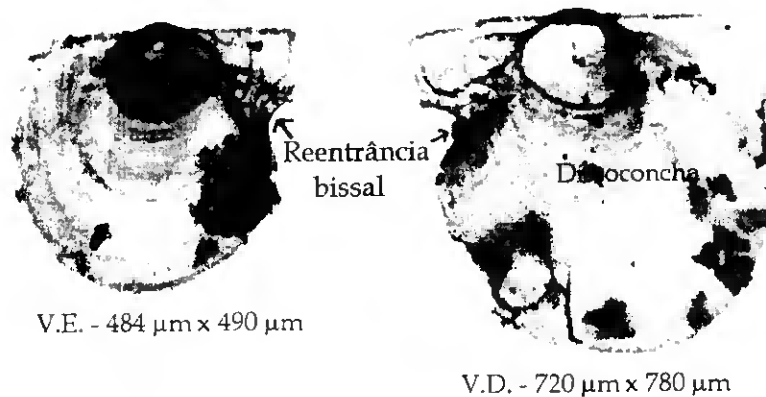


Figura 3.80 - Valvas de pós-larvas de *Chlamys* spp.. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

Estas espécies caracterizaram-se por apresentarem ligamento externo, mas por vezes inserido tão profundamente que parece interno, uma concha equivalve maioritariamente inequilateral com esculturas de linhas ou cristas concêntricas e/ou radiais, a marca do músculo aductor anterior normalmente maior que a do posterior e, para além disso, a marca do músculo aductor anterior apresenta normalmente um lóbulo ventral oblíquo em relação à linha paleal, a qual nunca apresenta seio paleal (Tebble, 1966).

As menores conchas dos indivíduos capturados nos colectores mediram 1200 µm de comprimento e 960 µm de altura em *Myrtea spinifera* e, em *Divaricella divaricata*, 600 µm de comprimento por 480 µm de altura. Para além destes, o menor exemplar de *Loripes lucinalis* mediu 950 µm de comprimento e 800 µm de altura.

As menores dimensões em que ocorre a metamorfose não se encontram descritas, tendo sido neste estudo 760 µm de comprimento por 650 µm de altura para *M. spinifera*, 420 µm por 370 µm para *D. divaricata* e 510 µm por 420 µm para *L. lucinalis*.

Charneira pós-larvar

A charneira típica desta superfamília caracteriza-se por apresentar dois dentes cardinais em cada valva e dentes laterais anteriores e posteriores, que podem encontrar-se reduzidos, ou mesmo faltarem (Fischer *et al.*, 1987).

Myrtea spinifera (Montagu, 1803)

Esta espécie caracterizou-se por apresentar o umbo na zona média das valvas, um contorno oval, lúnula curta e profunda, esculturas de cristas concêntricas com finas linhas entre elas e margem da concha lisa (Fig. 3.81).

Relativamente à charneira, na valva direita existe apenas um dente cardinal e um dente lateral anterior e outro posterior enquanto que, na valva esquerda,

existem dois dentes cardinais e no mínimo um dente lateral anterior e outro posterior. No entanto, as cristas concêntricas marginais podem ser consideradas como dentes laterais adicionais (Tebble, 1966). O ligamento atinge quase metade da distância do umbo até à margem posterior.

Divaricella divaricata (Linnaeus, 1758)

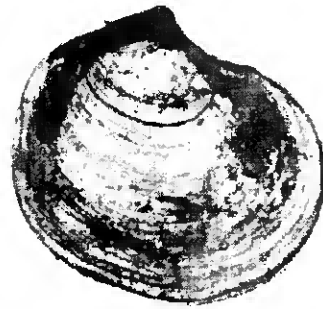
As principais características desta espécie consistem em possuir umbo na zona média das valvas, contorno aproximadamente circular mas tendencialmente mais alto do que comprido, lúnula curta, esculturas da concha com linhas concêntricas e linhas radiais divergentes desde o centro da concha até às margens que são caneladas (Tebble, 1966).

A charneira da valva direita apresenta um dente cardinal e dois dentes laterais pequenos, enquanto que a valva esquerda possui dois dentes cardinais, dois dentes laterais anteriores e posteriores e um ligamento muito profundo.

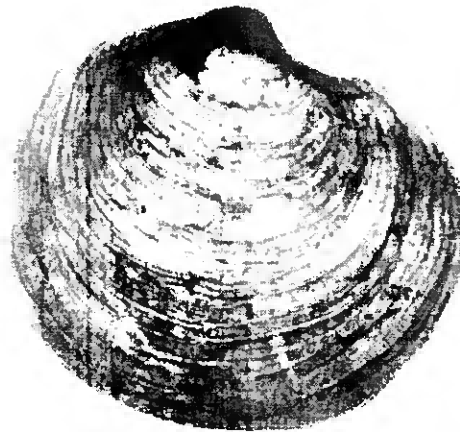
Loripes lucinalis (Lamarck, 1818)

Esta espécie caracterizou-se por possuir o umbo deslocado sobre o bordo anterior, apesar de nos adultos ocupar uma posição aproximadamente central, e para além disso por apresentar contorno circular, lúnula profunda, esculturas de linhas concêntricas e radiais muito finas, sendo estas últimas indistintas à vista desarmada e margem da concha lisa (Fig. 3.82).

Cada valva apresenta dois dentes cardinais, dos quais o posterior da valva direita e o anterior da valva esquerda são bífidos e de maior dimensão relativamente ao outro dente cardinal. O ligamento é profundo e está inserido imediatamente atrás do umbo, prolongando-se por metade da distância até ao bordo posterior.



V.D. - 2000 μm x 1920 μm



V.D. - 2880 μm x 2720 μm

Figura 3.81 - Valvas de pós-larvas de *Myrtea spinifera*.



950 μm x 800 μm

Figura 3.82 - Concha pós-larvar de *Loripes lucinalis*. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

5.1.8 - Superfamília Erycinacea

Forma e características gerais

A morfologia das formas iniciais da vida desta superfamília não tem sido particularmente estudada, com excepção dos trabalhos de Lebour (1938) sobre *Kellia suborbicularis*, Rasmussen (1944) sobre *Mysella bidentata*, Jorgensen (1946) que descreveu as espécies *M. bidentata*, *Montacuta substriata* e *Montacuta ferruginosa*, Rees (1950) que, para além destas três últimas espécies descreveu também *K. suborbicularis* e *Lepton squamosum*, bem como as descrições de Derioux (1960) sobre *Montacuta phascalionus* e as de Booth (1979b) relativamente a *Kellia cycladiformis*, *Lasea rubra hinemoa*, *L. maoria*, *Borniola reniformis*, *Arthritica crassiformis* e *A. bifurca*.

A maioria das espécies desta superfamília, senão todas, têm um período de incubação das fases larvares iniciais (Lebour, 1938; Rees, 1950; Oldfield, 1964), pelo que não existem fases larvares integralmente planctónicas. Deste modo, as larvas no plâncton encontram-se já numa fase avançada do seu desenvolvimento e assemelham-se aos adultos. Neste estudo identificaram-se pós-larvas, mas não larvas da superfamília Erycinacea.

Os indivíduos pertencentes a este *taxon* são muito pequenos e com conchas frágeis, pelo que geralmente não se encontram nas amostras de bentos, ou por que passam por entre as malhas dos crivos, ou porque se deterioram e não se conseguem identificar (Tebble, 1966).

O comprimento da concha na metamorfose sugerido por Rasmussen (1944) situou-se, para o género *Montacuta*, entre 440 μm e 520 μm , enquanto que Lebour (1938) indicou 320 μm como sendo o comprimento em que ocorre a metamorfose no género *Mysella*. Neste estudo apenas foi possível determinar indirectamente a dimensão na altura da metamorfose nas pós-larvas de *Lepton nitidum* e de *Mysella bidentata*.

As principais características morfológicas desta superfamília são a concha frágil e equivalve, maioritariamente inequilateral, a cor branca ou translúcida, o

facto das principais esculturas da concha serem concêntricas, a presença de marcas dos músculos aductores aproximadamente iguais e da linha paleal não possuir seio paleal.

Identificaram-se cinco espécies de Erycinacea, três da família Leptonidae, concretamente *L. nitidum*, *N. sulcatulum* e *N. sykesi*, e duas da família Montacutidae, *M. bidentata* e *M. ferruginosa*. Os menores comprimentos medidos nos indivíduos destas espécies foram 300 µm em *Lepton nitidum*, 660 µm em *Neolepton sulcatulum*, 290 µm em *N. sykesi*, 550 µm em *M. bidentata* e 525 µm para *M. ferruginosa*.

Charneira pós-larvar

A charneira normalmente apresenta dentes, sendo a diferença no seu tipo, número e forma que permite distinguir as espécies da superfamília com maior segurança. De facto, enquanto que na família Leptonidae as espécies identificadas possuem um dente cardinal em cada valva, já na família Montacutidae, concretamente em *M. ferruginosa*, apenas se encontra um dente cardinal na valva direita. O ligamento interno localiza-se sempre abaixo e atrás do umbo.

Lepton nitidum (Turton)

Esta espécie caracterizou-se por apresentar a concha comparativamente mais espessa, o umbo na zona média das valvas e um contorno oval, com a margem dorsal curva e a ventral quase direita.

O comprimento máximo que os indivíduos desta espécie podem atingir é, segundo Tebble (1966), inferior a 3000 µm. Neste trabalho, o maior exemplar recolhido mediu 2424 µm de comprimento.

Não existem referências à dimensão desta espécie na metamorfose que, no entanto, terá ocorrido com 245 µm de comprimento e 180 µm de altura, como foi determinado de forma indirecta.

Na charneira, para além do ligamento interno, verificou-se em cada valva a presença de um dente cardinal. Na valva direita existem ainda dois laterais anteriores e dois posteriores enquanto que, na valva esquerda, observou-se um dente lateral anterior e um posterior (Figs. 3.83A e B).

Neolepton sulcatulum (Jeffreys)

Os indivíduos pertencentes a esta espécie caracterizaram-se por apresentar o umbo na zona média das valvas, um contorno circular e anéis de crescimento evidentes. De acordo com a descrição de Tebble (1966) esta espécie apresenta um comprimento que raramente ultrapassa os 1600 μm . Com efeito, o comprimento máximo medido neste estudo foi de 1500 μm .

Cada uma das valvas possui um dente cardinal e também um dente lateral anterior e outro posterior. Na valva esquerda, o dente lateral anterior une-se ao dente cardinal. Quer os dentes laterais quer os cardinais são de dimensões relativamente grandes comparativamente à dimensão da concha.

Neolepton sykesi (Chaster)

Estes bivalves apresentaram características muito semelhantes às da espécie anterior, diferindo apenas pelo facto dos anéis de crescimento serem pouco marcados e pelos dentes da charneira serem de dimensão mais reduzida. O maior comprimento de concha medido nesta espécie foi de 1741 μm , enquanto que o valor máximo referido por Tebble (1966) é de 1600 μm .

Montacuta ferruginosa (Montagu)

Estes indivíduos caracterizaram-se principalmente por apresentarem um contorno oval regular e pela posição do umbo na metade posterior das valvas. O maior comprimento de concha medido no presente estudo foi de 1922 μm . No entanto, segundo Tebble (1966), pode atingir os 7900 μm .

A charneira apresenta na valva direita um dente cardinal contínuo na base com uma crista pouco saliente e, na valva esquerda, um dente lateral anterior. Não se encontraram dentes laterais posteriores em nenhuma das valvas (Fig. 3.84).

Mysella bidentata (Montagu)

Tal como a espécie anterior, também *M. bidentata* caracterizou-se por apresentar o umbo na metade posterior das valvas e por ter contorno oval (Figs. 3.85 e 3.86). A metamorfose terá ocorrido nos indivíduos com 510 µm de comprimento e 370 µm de altura. O comprimento máximo que esta espécie atinge é 3200 µm (Tebble, 1966), mas nas recolhas o maior exemplar mediu 2660 µm.

As diferenças a nível da charneira são já mais acentuadas relativamente à espécie anterior dado que, neste caso, observou-se a presença de dois dentes laterais proeminentes, anterior e posterior, na valva direita, enquanto que na valva esquerda estes dentes encontravam-se muito pouco desenvolvidos.

5.1.9 - Superfamília Isocardiacea

Forma e características gerais

Não foram encontradas quaisquer descrições sobre a morfologia das fases larvares ou pós-larvares desta superfamília.

Nas recolhas de plâncton não se capturaram larvas de Isocardiacea, no entanto encontraram-se juvenis de *Glossus humanus*. O maior exemplar mediu 1680 µm de altura por 1320 µm de comprimento. Por outro lado, o menor indivíduo mediu 770 µm de comprimento por 760 µm de altura.

A ocorrência da metamorfose não parece provocar alterações significativas na escultura externa da concha, pelo que não foi possível determinar as dimensões nessa altura.

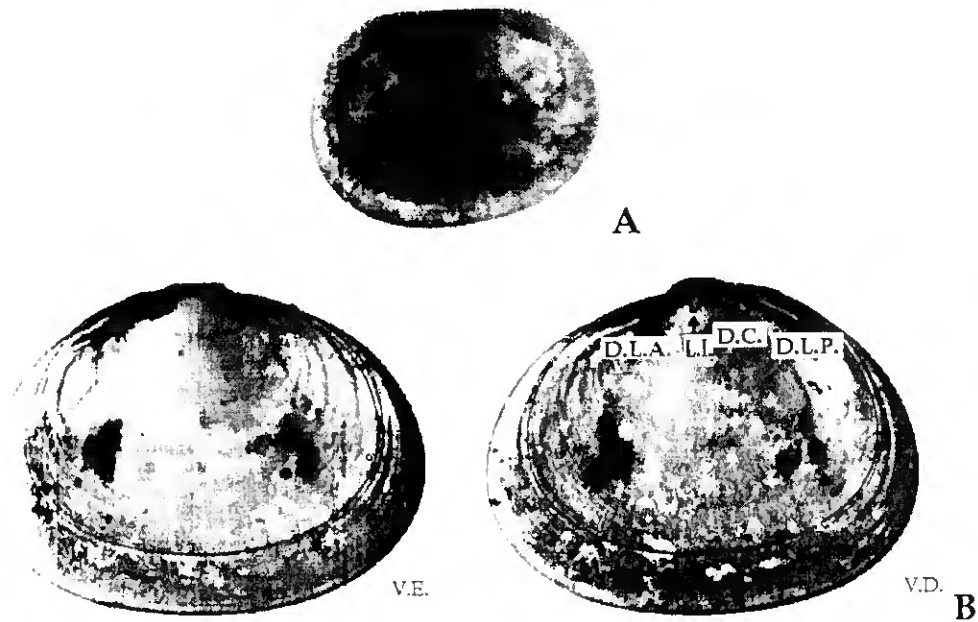


Figura 3.83 - Pós-larva de Leptonidae imediatamente após a metamorfose (A); Aspectos da morfologia da face interna de uma pós-larva de *Lepton nitidum* com 1140 μm de comprimento e 900 μm de altura.

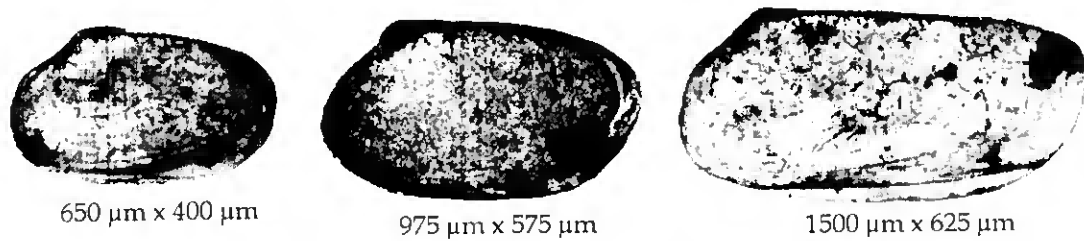


Figura 3.84 - Pós-larvas de *Montacuta ferruginosa*.

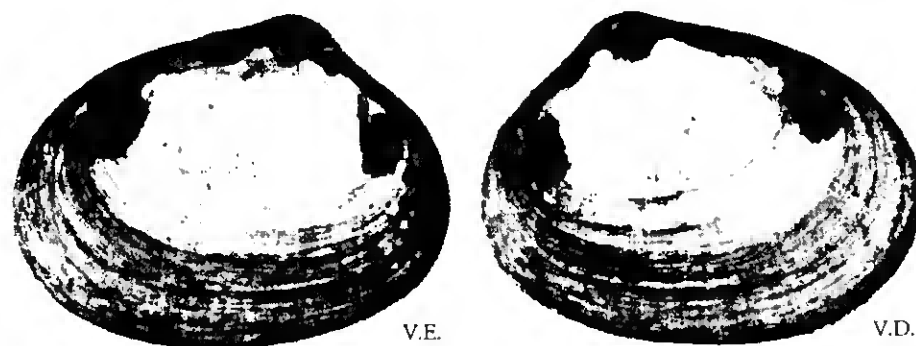


Figura 3.85 - Face interna das valvas de uma pós-larva de *Mysella bidentata* com 900 μm de comprimento e 720 μm de altura. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

Os exemplares de *G. humanus* caracterizaram-se por apresentar a concha equivalve e inequilateral, com uma forma arredondada e linhas concêntricas na face externa das valvas, bem como o umbo enrolado e afastado da linha da charneira (Fig. 3.87).

Charneira pós-larvar

A charneira caracterizou-se por apresentar um dente lateral posterior e três dentes cardinais em cada valva, bem como um ligamento espesso e arqueado. Os dentes cardinais são praticamente paralelos à linha da charneira e não divergem na zona do umbo (Tebble, 1966).

5.1.10 - Superfamília Cardiacea

Forma e características gerais

Apesar da ampla distribuição e abundância das espécies de Cardiacea, existe pouca informação sobre as fases larvares comparativamente às de outros bivalves edíveis. De acordo com Kingston (1974), tal resulta da dificuldade em efectuar o cultivo laboratorial destas espécies. Apesar disso, a primeira experiência de cultivo foi realizada com *Cardium edule* por Lovén em 1848 (Le Pennec & Yankson, 1985). Um século mais tarde, Lebour (1938) cultivou com sucesso até à metamorfose larvas de *C. edule* e *C. scabrum*. Autores como Jorgensen (1946), Rees (1950) ou Newell & Newell (1963) descreveram, para além destas, as espécies *C. exiguum*, *C. crassium*, *C. minimum*, *C. ovale* e *Cardium echinata*. Mais recentemente, Loosanoff *et al.* (1966) e Chanley & Andrews (1971) descreveram *Laevicardium mortoni*, enquanto que os trabalhos de Le Pennec (1978) e de Le Pennec & Yankson (1985) possibilitaram a caracterização rigorosa das larvas e pós-larvas do género *Cardium*.

A prodissoconcha II apresenta ainda a forma "D" da prodissoconcha I e caracteriza-se também por possuir o bordo dorsal muito fino. Notaram-se algumas

diferenças em relação à forma da concha e do umbo entre as larvas das várias espécies de Cardicea identificadas. Por outro lado, estas apresentaram em comum uma linha paleal bem marcada e situada a alguma distância da margem da concha.

A ocorrência da metamorfose foi detectada pelo início da formação das estrias radiais da concha. As dimensões das várias espécies variaram entre os Cardicea, tendo o menor comprimento sido, nessa altura, 290 μm em *Cardium edule* e 200 μm para as espécies do género em *Acanthocardia*.

Charneira larvar e pós-larvar

O *provinculum* desenvolve-se tarde nesta superfamília (Le Pennec, 1974) e, de facto, nas prodissoconchas com 110 μm de comprimento ainda não se observava. A charneira larvar surge, em larvas com comprimento de 120 μm , como uma prega fina que se desenvolve ao longo de metade da margem dorsal (Le Pennec, 1980). Nessa altura ainda não apresenta dentes e, quando a larva atinge aproximadamente 160 μm , o *provinculum* desaparece rapidamente. Os dentes cardinais nascem tardiamente. Efectivamente, apenas nas dissoconchas com comprimento superior a 600 μm verificou-se a existência de dentes cardinais já desenvolvidos, concretamente um em cada valva. Foi também nessa altura que se começaram a distinguir os dentes laterais. A charneira do juvenil encontra-se completamente formada com a presença de dois dentes cardinais em cada valva, bem como três a quatro dentes laterais alongados na valva direita e dois na valva esquerda. O ligamento aumentou muito rapidamente de espessura mas não ocupou muito espaço no bordo dorsal das pós-larvas.

Cardium

As fases larvares e pós-larvares das espécies *C. edule* (Linnaeus, 1758) e *C. glaucum* (Bruguière, 1789) foram descritas, respectivamente, por Le Pennec (1978) e Le Pennec & Yankson (1985) não tendo sido encontradas diferenças importantes

entre as duas espécies, sobretudo a nível da prodissoconcha II, que possibilitassem a identificação destas fases. De facto, a distinção entre as espécies *C. edule* e *C. glaucum* através de características morfológicas não é óbvia, quer a nível de adulto (Machado & Costa, 1994), quer sobretudo em relação às larvas, dado que o ambiente pode desempenhar um efeito importante sobre a morfologia das conchas, o que se traduz em alterações na forma (Le Pennec & Yankson, 1985). Por conseguinte, neste trabalho optou-se por classificar os exemplares apenas até ao nível do género.

As larvas de *Cardium* caracterizaram-se por apresentar o bordo dorsal ligeiramente deprimido no centro (Fig. 3.88A), bem como um *provinculum* estreito e muito pouco diferenciado (Fig. 3.88D). O menor comprimento da prodissoconcha I, determinado de forma indirecta, foi 86 μm para 65 μm de altura. Relativamente à prodissoconcha II, o menor comprimento foi de 115 μm para 90 μm de altura. Esta fase caracterizou-se pela concha arredondada com aspecto liso, com linhas de crescimento pouco marcadas (Figs. 3.88B e C). O umbo, em qualquer das valvas, foi sempre pouco proeminente. As maiores larvas de *Cardium* capturadas no plâncton mediram 200 μm de comprimento e 150 μm de altura.

Com a metamorfose iniciou-se a formação das estrias radiais da concha que não apresentaram qualquer ornamentação particular (Figs. 3.89A e B). O menor comprimento da concha na metamorfose foi 290 μm para uma altura de 200 μm . No entanto, o bivalve de menores dimensões encontrado no sedimento mediu 240 μm de comprimento e 200 μm de altura. A dimensão na metamorfose situou-se no intervalo de 275 a 345 μm indicado por Rasmussen (1944) e foi ligeiramente inferior aos 317 a 351 μm referidos por Kingston (1974). A forma semelhante à do adulto ocorreu, de um modo geral, nos indivíduos com comprimento superior a 500 μm (Fig. 3.90A).

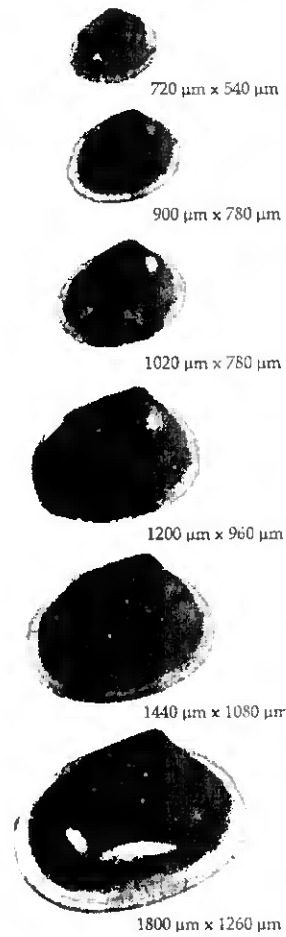


Figura 3.86 - Evolução da forma da concha de pós-larvas de *Mysella bidentata* (valvas direitas).

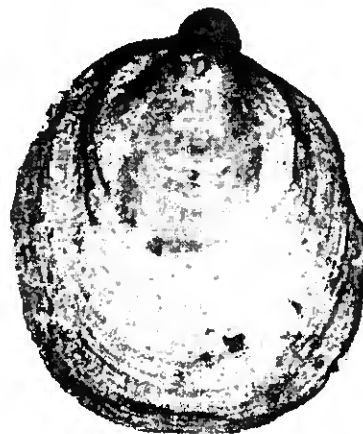


Figura 3.87 - Valva direita de uma pós-larva de *Glossus humanus*. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

Os primeiros elementos da charneira adulta formam-se a partir dos 170 μm de comprimento (Le Pennec, 1974). Na valva direita com 300 μm , paralelamente ao bordo dorsolateral anterior, notou-se uma saliência que correspondeu a um dente cardinal (Fig. 3.89C). Por outro lado, o primeiro dente cardinal da valva esquerda apenas se observou em bivalves com comprimentos da ordem dos 600 μm , o que está de acordo com Le Pennec (1978). Os segundos dentes cardinais desenvolveram-se mais tarde e distinguiram-se nos indivíduos com 900 μm . Os dentes cardinais da valva direita são lâminas estreitas divergentes em relação ao umbo. Na valva esquerda um dente volumoso ocupa a região central.

Inicialmente, os dentes laterais têm um aspecto arredondado, mas progressivamente alongam-se e, com um comprimento de 1900 μm , encontraram-se completamente paralelos aos bordos dorsolaterais (Fig. 3.90B).

Após a metamorfose o ligamento desenvolveu-se, ocupou uma maior extensão no bordo dorsal e tornou-se externo nas pós-larvas com aproximadamente 700 μm .

A charneira da dissoconcha com aproximadamente 3000 μm é em tudo semelhante à do adulto e caracteriza-se pela presença de dois dentes cardinais em cada valva e de um número variável de dentes laterais. Segundo Le Pennec & Yankson (1985), em *C. glaucum* existem quatro dentes laterais na valva direita e dois na valva esquerda. Esta descrição é, no entanto, semelhante à efectuada por Tebble (1966) relativamente a *C. edule*.

Acanthocardia

As descrições das fases iniciais da vida destes bivalves são praticamente inexistentes, com excepção do trabalho de Rees (1950). No entanto, neste estudo o desenvolvimento da charneira larvar não foi analisado em profundidade.

As larvas deste género caracterizaram-se por apresentar uma ligeira depressão no bordo dorsal e a marca do manto bem visível e algo afastada da

margem da concha (Fig. 3.91). A menor prodissoconcha I identificada mediu 94 μm de comprimento e 64 μm de altura, enquanto que a menor prodissoconcha II mediu 102 μm de comprimento e 84 μm de altura. Por outro lado, a maior larva mediu 190 μm de comprimento e 150 μm de altura.

As características do adulto eram já evidentes nos indivíduos com comprimento de cerca de 500 μm , pelo que utilizando o número de estrias radiais e a sua ornamentação distinguiram-se as espécies.

A charneira dos juvenis, quando completamente formada, caracterizou-se por apresentar dois dentes cardinais em cada valva. Para além disso, na valva direita existem dois dentes laterais anteriores e um dente lateral posterior enquanto que, na valva esquerda existe apenas um lateral anterior e um lateral posterior, tal como é referido por Tebble (1966).

Acanthocardia paucicostata (Sowerby, 1839)

O menor comprimento das pós-larvas desta espécie foi de 545 μm para 484 μm de altura. O comprimento calculado para a ocorrência da metamorfose, considerando as alterações na textura da transição da prodissoconcha para a dissoconcha foi 200 μm , para 150 μm de altura. *A. paucicostata* apresentou 15 a 19 estrias radiais de aspecto anguloso (Fig. 93A) com fiadas de tubérculos salientes que se tornam mais fortes, em forma de bolbo ou espatulados na zona anterior das valvas, sendo no entanto pequenos e pontiagudos na zona posterior (Fig. 3.93B).

Acanthocardia echinata (Linnaeus, 1758)

Os exemplares desta espécie caracterizaram-se por apresentar 18 a 22 estrias radiais, com espinhos curtos e grossos, tornando-se mais ou menos espatulados nas regiões ventral e anterior (Fig. 3.92).

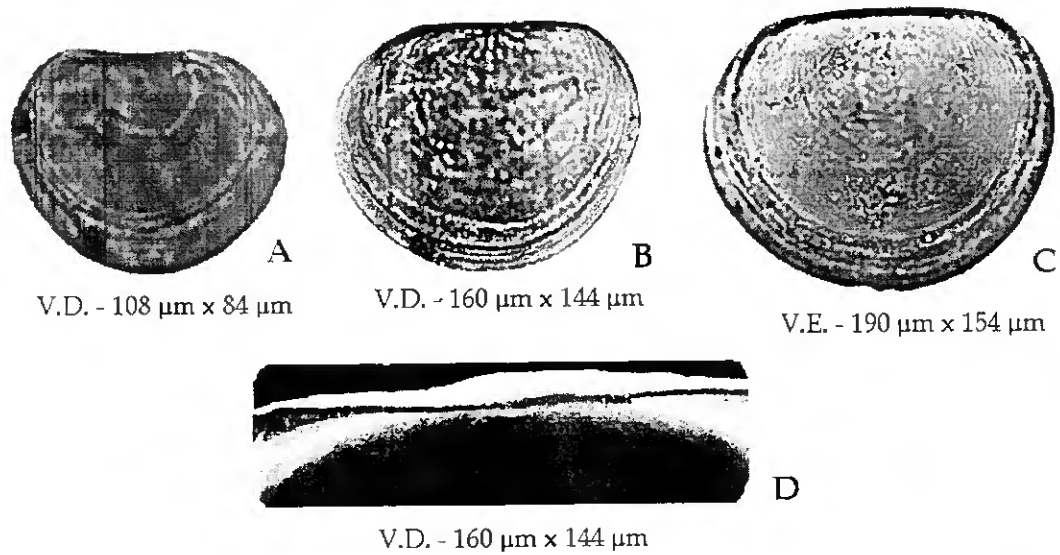


Figura 88 - Valvas de larvas de *Cerastoderma* spp. (A, B, C); Pormenor do *provinculum* (D).

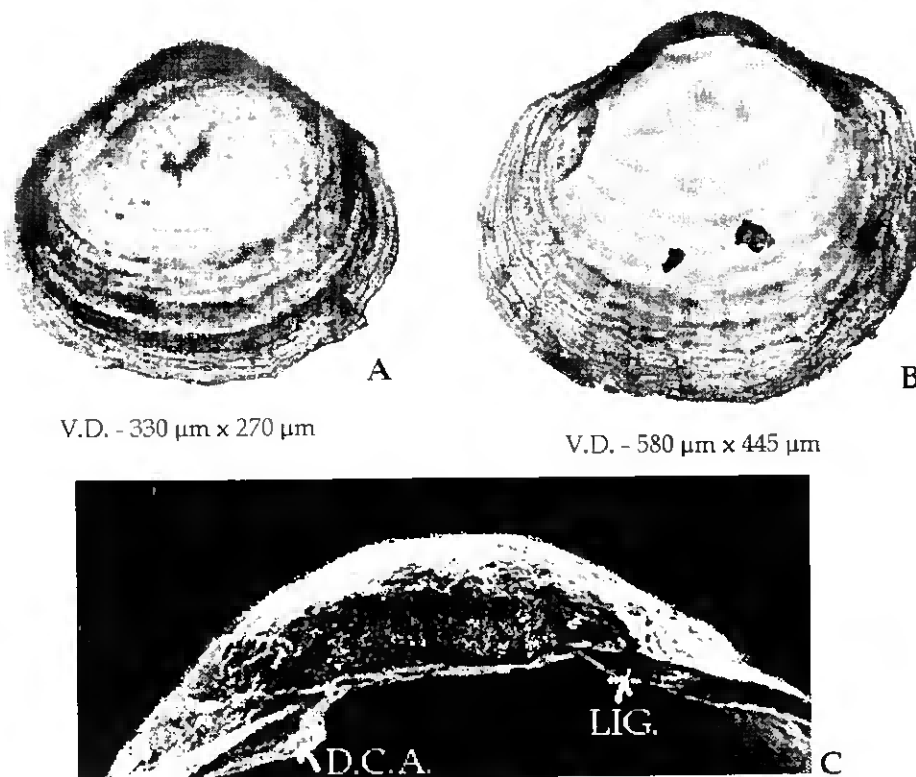
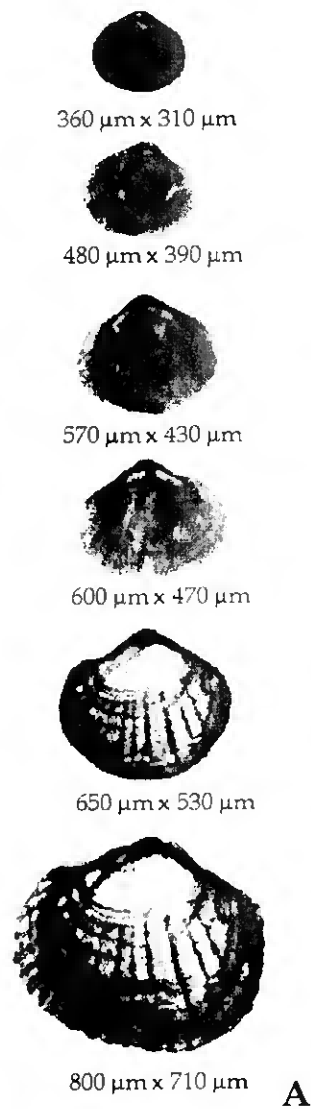


Figura 89 - Valvas de pós-larvas de *Cerastoderma* spp. no início da deposição das estrias radiais (A e B); Aspecto da charneira de uma pós-larva recém-fixada: D.C.A. - dente cardinal anterior; Lig. - ligamento. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.



V.D. - 1900 μm x 1700 μm

Figura 3.90 - Evolução da forma inicial das pós-larvas de *Cardium* spp. (A); Aspecto da charneira pós-larva de *Cardium* spp. onde se pode observar: D.L.A. - dente lateral anterior; D.C.A. - dente cardinal anterior; D.F.P. - dente cardinal posterior; LIG. - ligamento; D.L.P. - dente lateral posterior. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

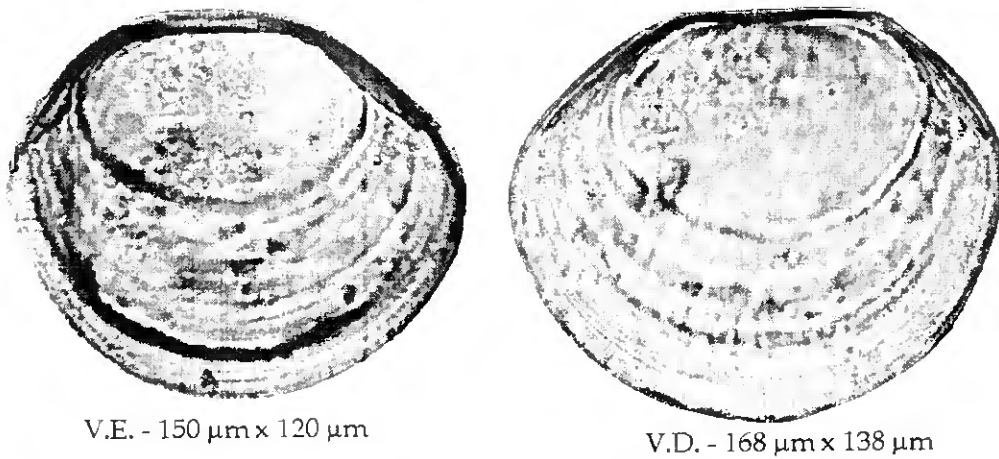


Figura 3.91 - Valvas de fases larvares de *Acanthocardia* spp..

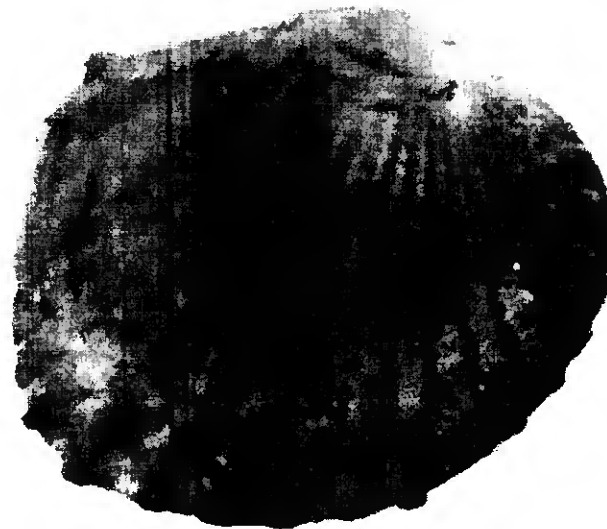


Figura 3.92 - Concha de uma pós-larva de *Acanthocardia echinata*. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

A metamorfose nesta espécie terá ocorrido em indivíduos com 210 μm de comprimento e 130 μm de altura, enquanto que o menor exemplar encontrado no sedimento mediu 550 μm e 450 μm , respectivamente.

Acanthocardia aculeata (Linnaeus, 1758)

A espécie *A. aculeata* distinguiu-se das anteriores, numa primeira observação, por apresentar o bordo posterior truncado, enquanto que as outras espécies possuem uma forma geral mais arredondada. A nível do número e da ornamentação das estrias radiais apresentou 19 a 23, cada uma com uma fiada de espinhos espessos e curtos anteriormente, recurvados em gancho no sentido do meio das valvas, longos e afiados posteriormente (Fig. 3.94).

O menor indivíduo identificado como pertencendo a esta espécie mediu 550 μm de comprimento e 450 μm de altura. A metamorfose terá ocorrido em indivíduos medindo 226 μm de comprimento e 200 μm de altura.

5.1.11 - Superfamília Veneracea

Forma e características gerais

As fases larvares e pós-larvares das espécies desta superfamília têm sido bastante estudadas, sendo de salientar os trabalhos efectuados por Jorgensen (1946) sobre *Venus ovata*, de Rees (1950) sobre *V. ovata*, *V. striatula*, *Dosinia*, *Paphia*, *Petricola pholadiformis* e *Gemma gemma*, de Quayle (1952) sobre *Venerupis pullastra*, de Loosanoff & Davis (1963) sobre *Mercenaria mercenaria*, *Tapes semidecussata*, *Pitar morrhuana*, os de Loosanoff *et al.* (1966) que para além destas últimas espécies descreveram *Mercenaria* (= *Venus*) *campechiensis*, *Pitar morrhuana* e *Petricola pholadiformis*, os de Newell & Newell (1963) sobre *V. striatula*, *V. ovata*, *Dosinia* sp., *Petricola pholadiformis*, os de Chanley & Andrews (1971) sobre *Mercenaria*

mercenaria, *Gemma gemma*, *Pitar morrhuana* e *Petricola pholadiformis*, o de Camacho & Cabello (1973) sobre *V. pullastra*, os de Le Penec (1973) sobre *V. pullastra*, *V. aurea*, *Venus fasciata*, *Venus verrucosa* e *Venus striatula*, os de Le Penec (1978) sobre *V. aurea*, *R. decussata*, *R. philipinarum*, *V. verrucosa*, os Lutz et al. (1982) *M. mercenaria* e os de Webb (1987) sobre *V. striatula*.

Em termos gerais a concha larvar das espécies pertencentes a esta superfamília caracterizou-se pela presença de bordos dorsolaterais (“ombros”) assimétricos e muito marcados. De facto, enquanto que o bordo dorsolateral anterior da prodissoconcha I tende a ser rectilíneo, o bordo dorsolateral posterior é mais arredondado, o que altera ligeiramente a forma habitual das larvas de bivalves nesta fase. No entanto, é na prodissoconcha II que esta característica típica dos Veneracea se tornou mais evidente.

Nas prodissoconchas II com comprimentos compreendidos entre 110 µm e 130 µm, o bordo dorsolateral anterior aumentou de tamanho, mas manteve o seu aspecto rectilíneo. Enquanto isso, também o bordo dorsolateral posterior, inicialmente arredondado, se tornou rectilíneo. Nesta fase a concha evidencia os “ombros” típicos dos Veneracea na fase larvar.

Nas larvas com 160 µm começou a notar-se, na valva direita, um arredondamento do bordo dorsal que se atribuiu ao início da formação do umbo. Por conseguinte a concha adquiriu uma forma aproximadamente circular, a qual manteve até cerca dos 350 µm de comprimento. A partir dessa dimensão o bordo posterolateral cresceu na maioria das espécies de forma mais pronunciada.

Na metamorfose, o umbo de *R. decussatus* apesar de ser nítido não é ainda proeminente, o que apenas sucede em pós-larvas com comprimentos entre 440 e 500 µm. A forma do umbo, no entanto, não foi idêntica nas várias espécies e, por exemplo, enquanto que em *Ruditapes* é mais arredondado, no género *Venerupis* é mais pontiagudo. A transição entre a prodissoconcha II e a dissoconcha foi, nalgumas espécies de Veneridae bastante nítida, nomeadamente em *Chamelea gallina*, enquanto que noutras, como em *R. decussatus* não foi tão evidente.

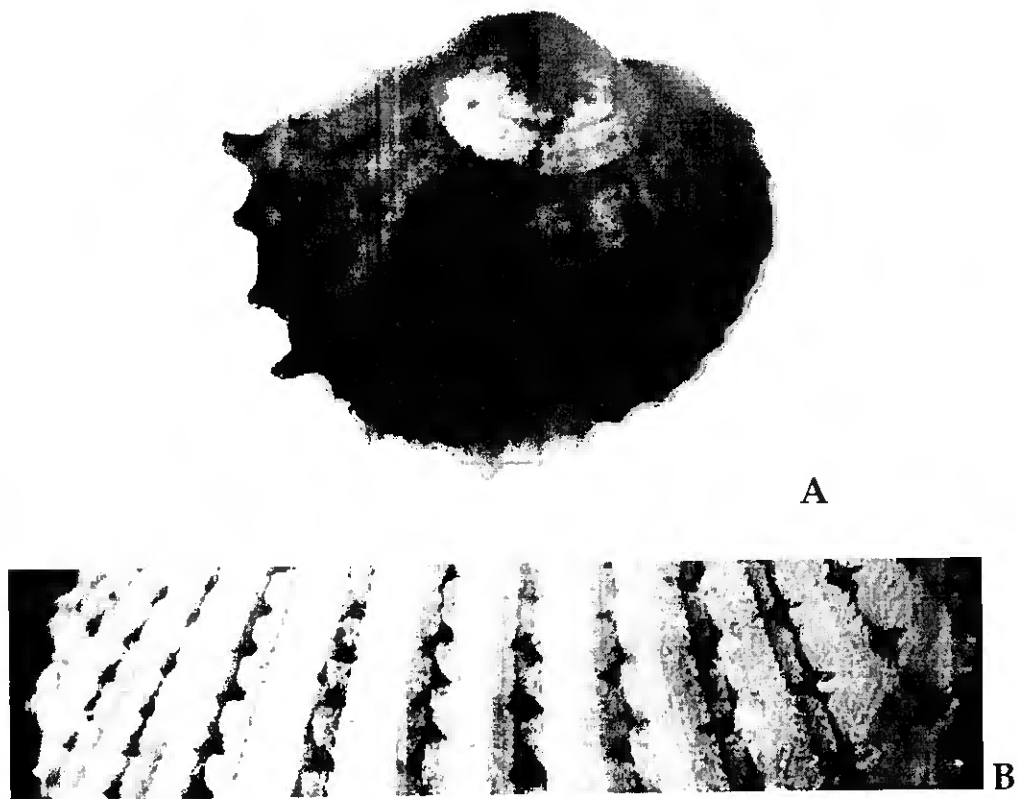


Figura 3.93 - Valvas de uma pós-larva de *Acanthocardia paucicostata* medindo 480 μm de comprimento e 400 μm de altura (A); Pormenor da ornamentação da concha (B).



Figura 3.94 - Valvas de uma pós-larva de *Acanthocardia aculeata* medindo 840 μm de comprimento e 720 μm de altura. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

Charneira larvar e pós-larvar

Os dentículos do *provinculum* são observáveis em prodissoconchas com aproximadamente 100 µm de comprimento. Embora os dentículos da prodissoconcha II sejam característicos da maioria das espécies de Veneracea, nalgumas espécies não se encontraram visíveis ou foram apenas vestigiais, como se verificou, por exemplo, no género *Venus*.

O *provinculum* dos Veneracea apresentou normalmente uma forma típica que consiste em aumentar progressiva e ligeiramente de espessura do bordo posterior para o anterior. Por conseguinte, quando existem, os dentículos apresentam diferentes dimensões, situando-se os maiores na extremidade anterior. Estas estruturas não ocupam todo o bordo dorsal e terminam normalmente a alguma distância do extremo posterior do *provinculum*. Segundo Le Penec (1980) essa distância é de aproximadamente 1/3 do comprimento da margem dorsal.

Os dentículos aumentam de dimensões até à altura da metamorfose, após o que regridem rapidamente. Efectivamente, em conchas de comprimento superior a 500 µm normalmente estão ausentes, como refere Le Penec (1978). Ainda segundo este autor, os dentes cardinais iniciam o seu desenvolvimento antes da metamorfose, normalmente entre os 150 e 200 µm, através do aparecimento de um dente cardinal em cada valva. Posteriormente, quando o comprimento da concha é de aproximadamente 400 µm, os dentes cardinais dividem-se originando dois por valva. O terceiro dente cardinal já foi observado em pós-larvas com um comprimento aproximado de 1300 µm.

No espaço da zona posterior da margem dorsal não ocupado pelo *provinculum* desenvolve-se o ligamento interno, o qual após a metamorfose migra para o exterior, tornando-se completamente externo nos juvenis com cerca de 2000 µm de comprimento. Tal favorece um maior desenvolvimento dos dentes cardinais.

Ruditapes decussatus (Linnaeus, 1758)

O menor comprimento de prodissoconcha I de *Ruditapes* spp. medido indirectamente foi de 82 µm para 65 µm de altura. As dimensões mínimas da prodissoconcha II foram 90 µm de comprimento e 70 µm de altura. Nesta fase, o bordo dorsal era rectilíneo e o bordo posterior mais arredondado que o anterior (Fig. 3.95A). Os “ombros” característicos desta superfamília começaram a notar-se a partir dos 100 µm de comprimento, mas tornaram-se mais evidentes normalmente nas larvas com comprimentos de cerca de 115 µm (Fig. 3.95B).

O desenvolvimento do umbo tornou-se distinto nas larvas com cerca de 160 µm (Fig. 3.95D), o que conferiu à parte superior da concha um aspecto mais triangular, enquanto que o bordo ventral se manteve mais arredondado. Como o crescimento do bordo lateral posterior foi ligeiramente mais acentuado do que o bordo lateral anterior, o umbo tornou-se progressivamente descentrado, localizando-se anteriormente (Fig. 3.96).

A metamorfose ocorrerá, segundo Le Pennec (1978) e Beiras *et al.* (1994) respectivamente com comprimentos da concha de 225 µm e de 240 µm a 260 µm. No entanto, neste estudo a maior larva de *Ruditapes* spp. capturada no plâncton mediu 262 µm de comprimento por 220 µm de altura, enquanto que a menor pós-larva de *Ruditapes decussatus* mediu 340 µm de comprimento e 300 µm de altura.

As alterações da textura e esculturas da concha que normalmente ocorrem na altura da metamorfose não foram observadas nas pós-larvas desta espécie. As estrias radiais nos bordos anterior e posterior que caracterizam os adultos e que, conjuntamente com os sulcos concêntricos, originam o aspecto entrelaçado nessas zonas, apenas foram observadas em comprimentos superiores a 500 µm (Fig. 3.96).

O *provinculum* com as características típicas desta superfamília evidenciou-se muito cedo, sendo já nítido em larvas com cerca de 100 µm de comprimento. Em cada valva ocupou cerca de 2/3 do bordo dorsal e apresentou uma série de denticulos de dimensões variadas, em número entre 12 a 15 (Figs. 3.95E, F, G).

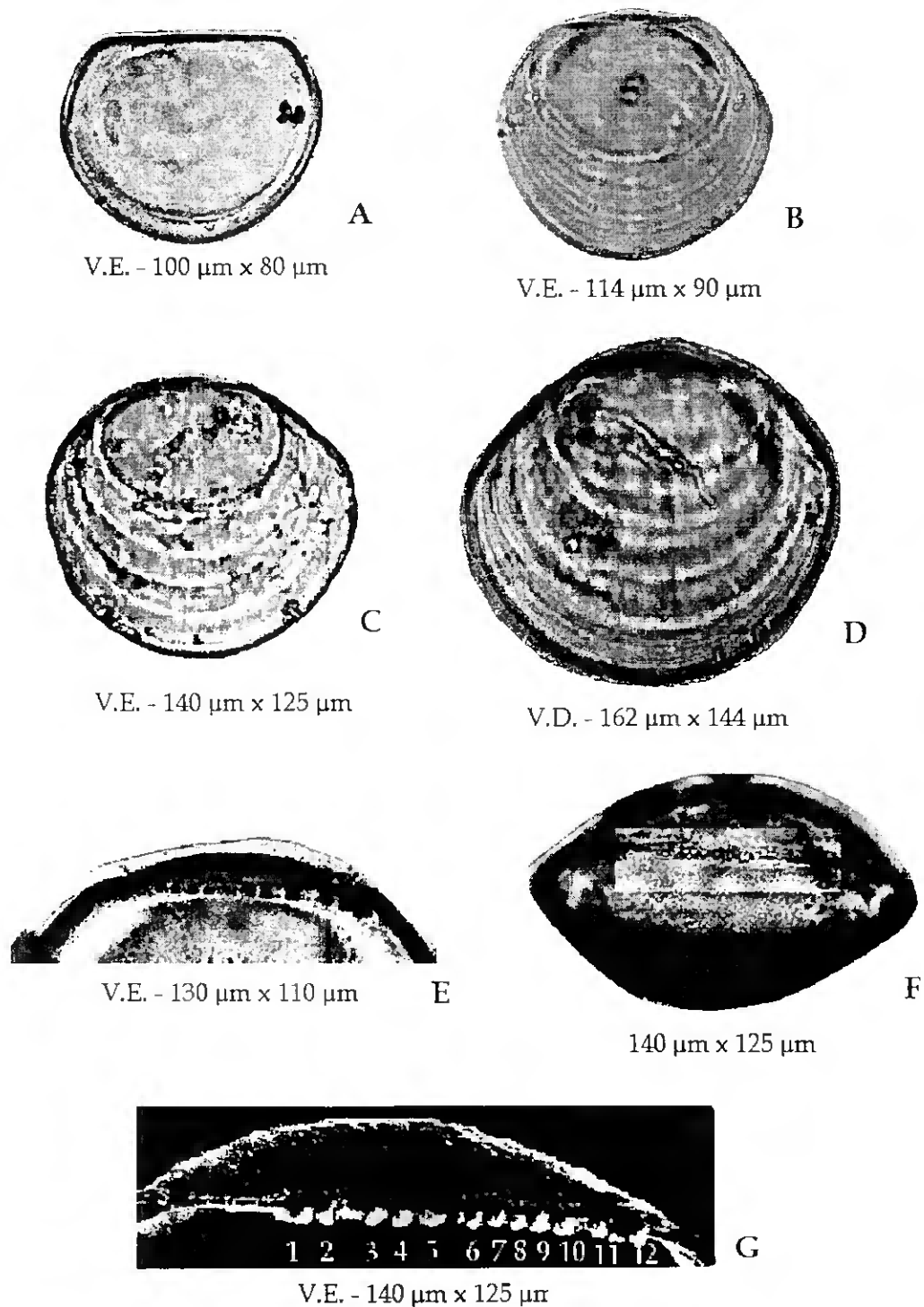


Figura 3.95 - Valvas de larvas de *Ruditapes* spp. (A, B, C, D); Pormenores dos denticulos do *provinculum* (E, F, G - imagem obtida com o microscópio electrónico de varrimento). V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

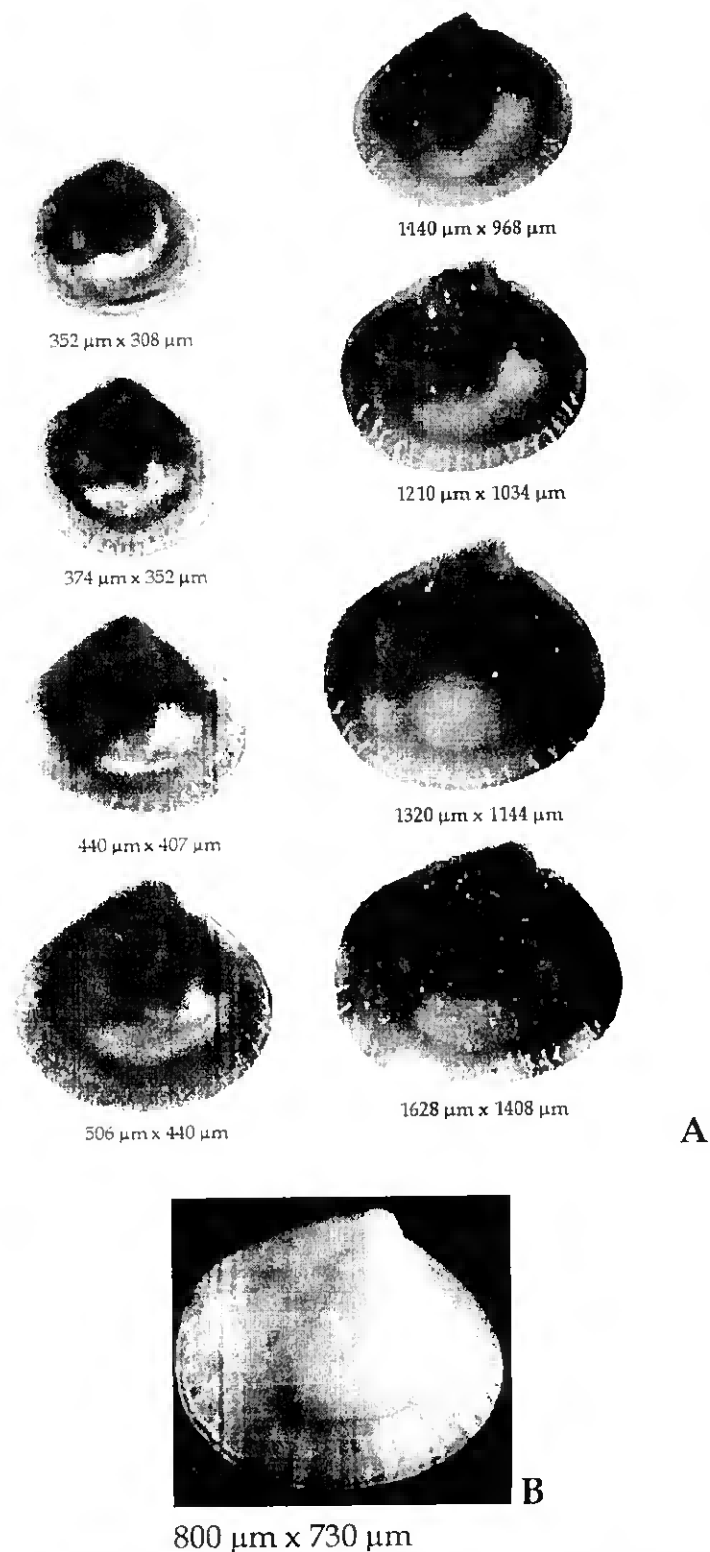


Figura 3.96 - Evolução da forma da concha nas pós-larvas de *Ruditapes decussatus* (A); Aspecto das estrias radiais recentes numa pós-larva (B). V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

O espaço deixado livre pelos dentículos na zona posterior do bordo dorsal é ocupado pelo ligamento interno (Fig. 3.97A) o qual, depois da metamorfose, migra para o exterior. Normalmente, a partir dos 3000 μm , a charneira da dissoconcha já apresenta as características definitivas do adulto, concretamente a ausência de dentes laterais e a presença de três dentes cardinais em cada valva completamente formados, sendo o dente central da valva esquerda, e o central e posterior da valva direita, bífidos (Figs. 3.97B e C).

Venerupis (Venerupis aurea (Gmelin, 1791) e V. pullastra (Montagu, 1803))

A prodissoconcha I mediu 86 μm de comprimento e 76 μm de altura. As menores larvas de *Venerupis* spp. mediram 90 μm de comprimento por 70 μm de altura, enquanto que a maior larva mediu 160 μm de comprimento e 138 μm de altura.

A forma das larvas é inicialmente semelhante à de *Ruditapes* spp., com os “ombros” bem marcados, no entanto distinguindo-se por apresentar um *provinculum* com os dentículos mais facilmente individualizáveis (Fig. 3.98A, B, D, E, F).

Nas larvas com 150 μm de comprimento começou a notar-se o esboço do umbo, o que resultou em que o bordo dorsal se tornasse mais proeminente, conferindo à parte superior da concha um aspecto triangular (Fig. 3.98F).

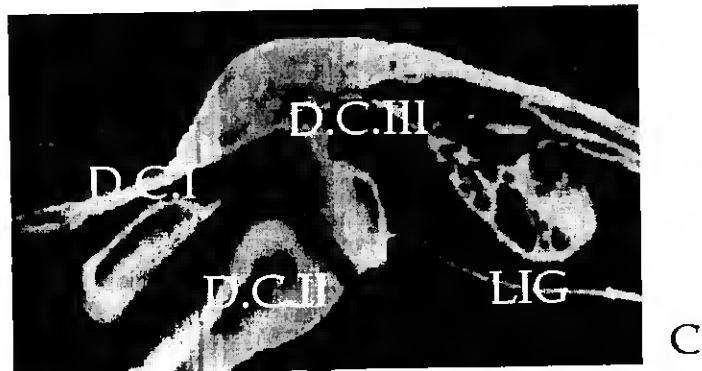
A charneira larvar apresenta vários dentículos, normalmente triangulares ou rectangulares, que se desenvolvem perpendicularmente à margem dorsal. O número de dentículos variou entre 13 e 15 e encontram-se melhor definidos do que em *Ruditapes* spp., pelo que podem contar-se com maior facilidade (Fig. 3.98C e G). Tal como é característico desta superfamília, os dentículos aumentaram progressivamente de tamanho do bordo posterior para o anterior. A evolução do ligamento e o desenvolvimento dos dentes cardinais foi semelhante ao anteriormente descrito para as espécies de Veneracea.



V.E - 300 μm x 240 μm



V.E. - 790 μm x 720 μm



V.D. - 1250 μm x 1175 μm

Figura 3.97 - Pormenores da charneira pós-larvar de *Ruditapes decussatus*:
LIG - ligamento; D.C.I. - dente cardinal I; D.C.II; dente cardinal II; D.C. III - dente
cardinal III. Imagens obtidas com o microscópio electrónico de varrimento. V.D. -
valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar
os aspectos diagnosticantes.

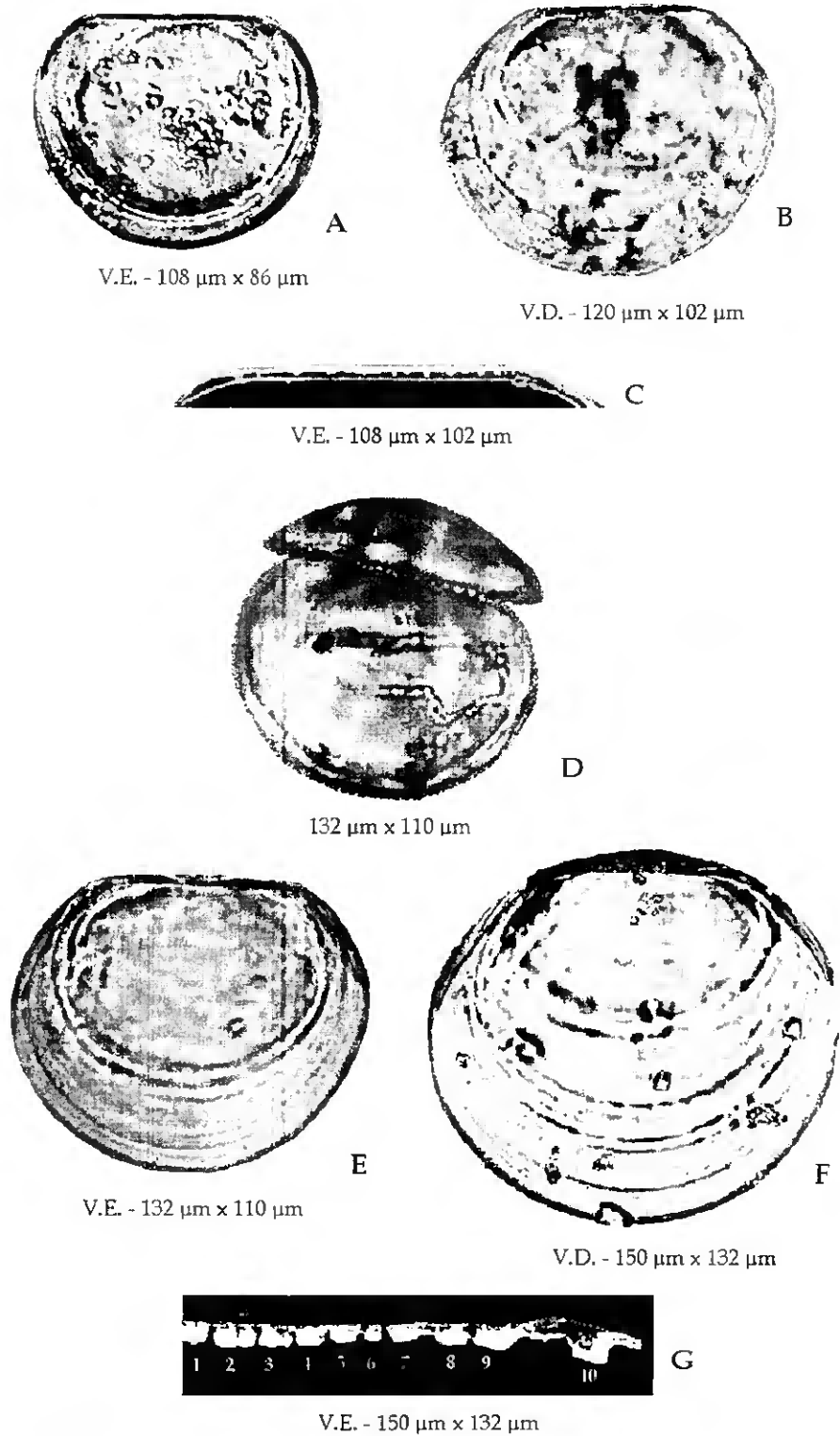


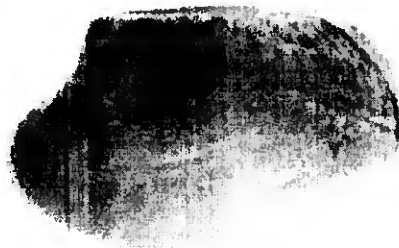
Figura 3.98 - Valvas de larvas de *Venerupis* spp. e pormenores do *provinculum*. Figura G obtida com o microscópio electrónico de varrimento. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.



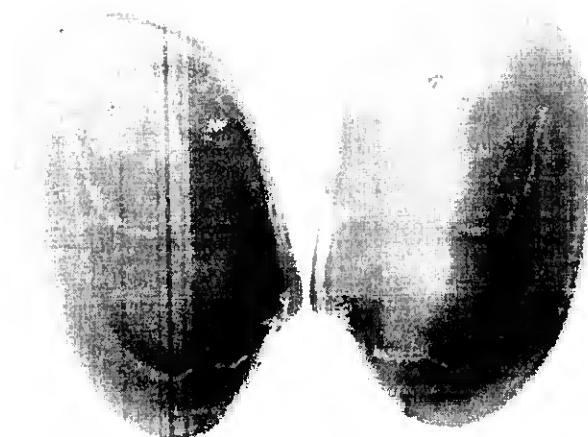
3574 μm x 2288 μm



4576 μm x 3146 μm



5005 μm x 3432 μm



5501 μm x 3575 μm

Figura 3.99 - Conchas pós-larvares de *Venerupis pullastra*. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

A distinção entre as larvas de *V. pullastra* e *V. aurea* baseia-se na diferença do número de denticulos presentes no *provinculum*. Assim, enquanto que em *V. aurea* podem encontrar-se 13 a 15 denticulos, em *V. pullastra*, apenas existem de 8 a 10 (Le Pennec, 1973). No entanto, devido à dificuldade em efectuar a separação entre estas duas espécies, optou-se por incluir as larvas globalmente no género *Venerupis*.

As menores pós-larvas pertencentes ao género *Venerupis* mediram 362 µm de comprimento e 303 µm de altura. Não foram observadas alterações significativas a nível de forma, textura ou escultura como consequência da metamorfose, o que contraria a descrição efectuada por Webb (1987), segundo o qual nessa fase inicia-se a deposição de cristas concêntricas.

Nas pós-larvas com comprimento até 660 µm, o umbo manteve-se praticamente centrado e os dois bordos laterais apresentaram um desenvolvimento semelhante. Nas larvas com 840 µm o umbo começou a enrolar-se sobre o bordo anterior. O crescimento mais acentuado que se passou a verificar no bordo posterior, comparativamente ao bordo anterior, provocou o deslocamento do umbo para este último. O "ombro" do bordo anterior manteve a inclinação adquirida nas fases anteriores relativamente ao eixo antero-posterior. Por outro lado, o "ombro" do bordo posterior tornou-se paralelo ao eixo antero-posterior, desenvolvendo-se em continuidade com o umbo.

O grau de desenvolvimento do bordo posterior facilitou a separação entre as pós-larvas das espécies *V. aurea* e *V. pullastra*, quando o comprimento atingiu aproximadamente os 500 µm. As pós-larvas desta última espécie apresentaram o bordo posterior significativamente mais prolongado do que a primeira. Por conseguinte, *V. pullastra* adquiriu uma forma mais rectangular (Fig. 3.99), enquanto que *V. aurea* manteve uma forma mais arredondada (Fig. 3.100). Comparativamente às pós-larvas de *R. decussatus*, o umbo das espécies de *Venerupis* é mais pontiagudo e apresentou uma mancha violeta característica, que se manteve mesmo após a fixação em formaldeído.

Venus verrucosa (Linnaeus, 1758) e *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758)

A prodissoconcha I de *Venus* apresentou um comprimento mínimo de 75 µm e uma altura de 60 µm. As menores prodissoconchas II de *Venus* mediram 102 µm de comprimento e 90 µm de altura, enquanto que, do género *Chamelea*, apenas se identificaram larvas com um comprimento mínimo de 120 µm por 105 µm de altura. Para este género não foi possível determinar as medições da prodissoconcha I. A maior larva identificada como pertencendo ao género *Venus* mediu 190 µm de comprimento por 152 µm de altura, enquanto que em *Chamelea* essas dimensões foram 200 µm por 164 µm, respectivamente.

As características gerais da concha larvar destes géneros foram semelhantes às dos restantes Veneracea descritos, mas distinguíram-se pelo facto da margem dorsal ser relativamente lisa, na qual praticamente não se distinguíram quaisquer rugosidades ou a presença de denticulos.

O abaulamento do bordo dorsal, atribuído ao início do aparecimento do umbo, começou a evidenciar-se em larvas de *Venus* com comprimento de 190 µm (Fig. 3.101), enquanto que as larvas de *Chamelea* com 120 µm já apresentavam o bordo dorsal bastante abaulado. Para além disso, as larvas destes dois géneros distinguíram-se pelo facto das de *Chamelea* apresentarem linhas concêntricas muito marcadas comparativamente às de *Venus* (Figs. 3.101 e 3.102).

A charneira larvar destes géneros caracterizou-se por apresentar um espessamento que ocupou cerca de 2/3 do comprimento da margem dorsal. O ligamento, situado na extremidade posterior do *provinculum*, desenvolveu-se paralelamente ao bordo dorsal e apresentou uma forma semi-circular.

O menor indivíduo de *C. gallina* encontrado no sedimento apresentou um comprimento de concha de 250 µm e uma altura de 215 µm. A dimensão na metamorfose terá sido 240 µm de comprimento por 205 µm de altura. Por outro lado, o menor exemplar de *Venus* mediu 575 µm de comprimento por 500 µm de

altura, tendo a dimensão na metamorfose sido 280 μm por 235 μm , respectivamente.

Após a metamorfose em *C. gallina* iniciou-se a deposição, em intervalos regulares, de cristas concêntricas bastante pronunciadas contrastando com as linhas pouco nítidas na escultura da prodissoconcha II. As cristas encontravam-se separadas normalmente 26,6 μm entre si, nas pós-larvas com comprimento entre 300 e 600 μm (Fig. 3.103A). Para conchas maiores verificou-se o aumento progressivo da distância entre as cristas.

Notou-se também que, após a metamorfose, a concha tornou-se mais espessa e perdeu rapidamente a transparência. Esta alteração do aspecto exterior das valvas com a ocorrência da metamorfose não se verificou nos *taxa* de Veneracea anteriormente descritos, nos quais as conchas das pós-larvas apenas se tornaram opacas depois dos 500 μm de comprimento.

Inicialmente a forma da dissoconcha evidenciou o contorno da prodissoconcha II, mas gradualmente os bordos laterais tornaram-se mais angulares, atingindo-se a forma característica do adulto, oval na margem ventral e triangular na margem dorsal, a partir de 1300 μm de comprimento.

Com um comprimento de concha de 900 μm os três dentes cardinais encontravam-se já completamente formados. O aumento de volume dos dentes cardinais e, conseqüentemente do espaço por eles ocupado, resultou no deslocamento do ligamento para o exterior da concha.

O desenvolvimento da charneira nestes dois géneros não foi simultâneo. De facto, enquanto que as pós-larvas de *C. gallina* com 900 μm apresentavam já a charneira com a conformação definitiva, nos exemplares de *V. verrucosa* apenas cerca dos 2000 μm surgiu o dente lateral anterior na valva esquerda com a depressão correspondente na valva direita que, segundo Webb (1987), caracteriza os adultos desta espécie.

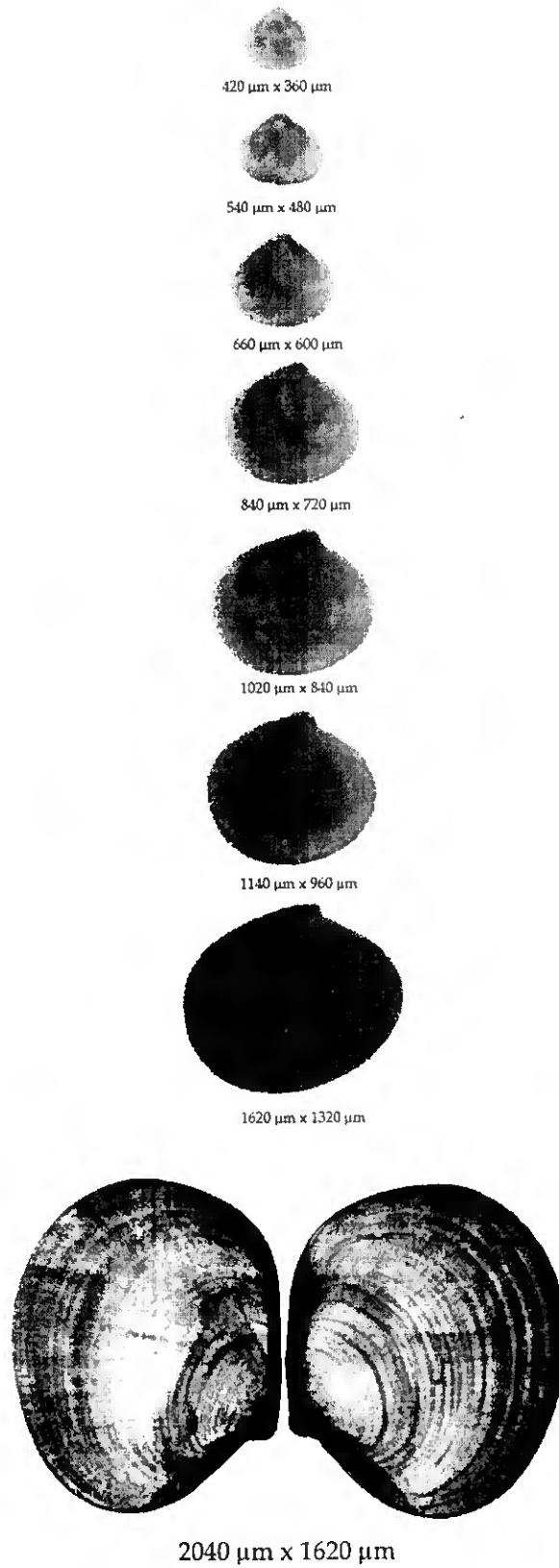


Figura 3.100 - Evolução da forma das pós-larvas de *Venerupis aurea*.

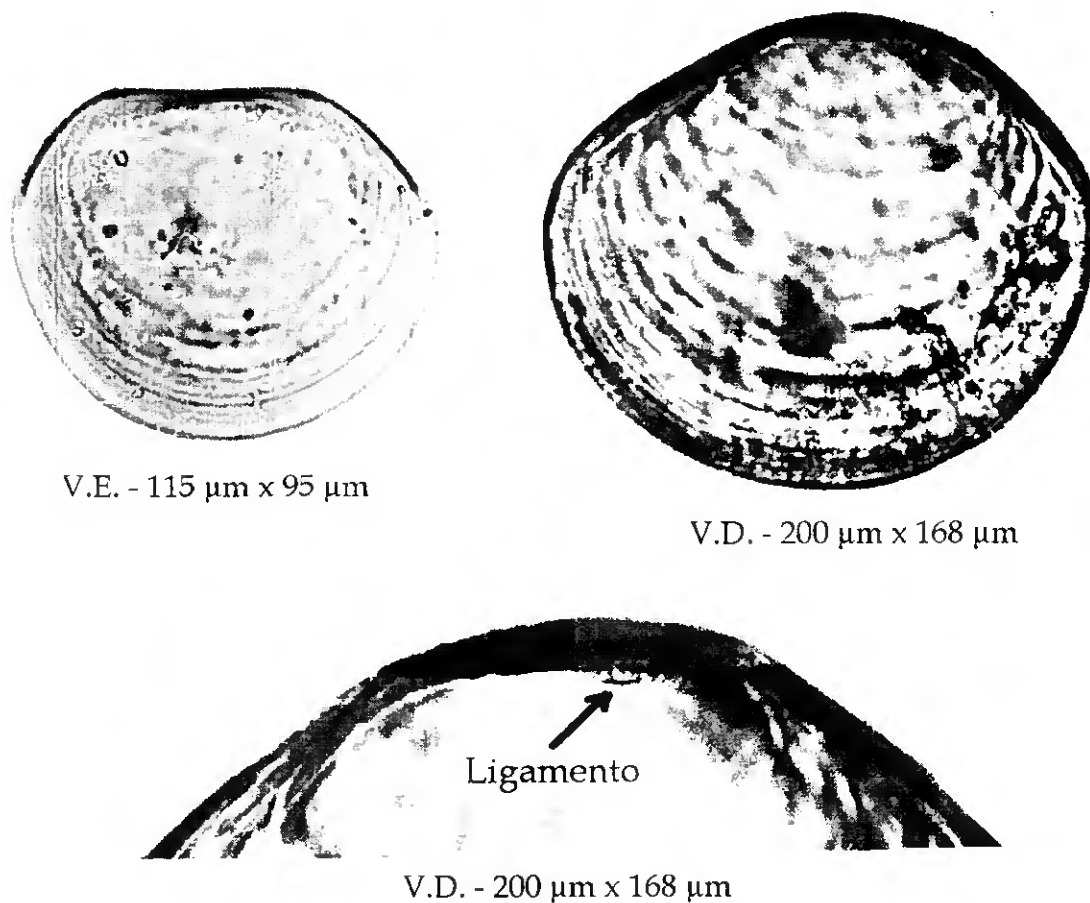


Figura 3.101 - Valvas de larvas de *Venus* e pormenor do *provinculum*.

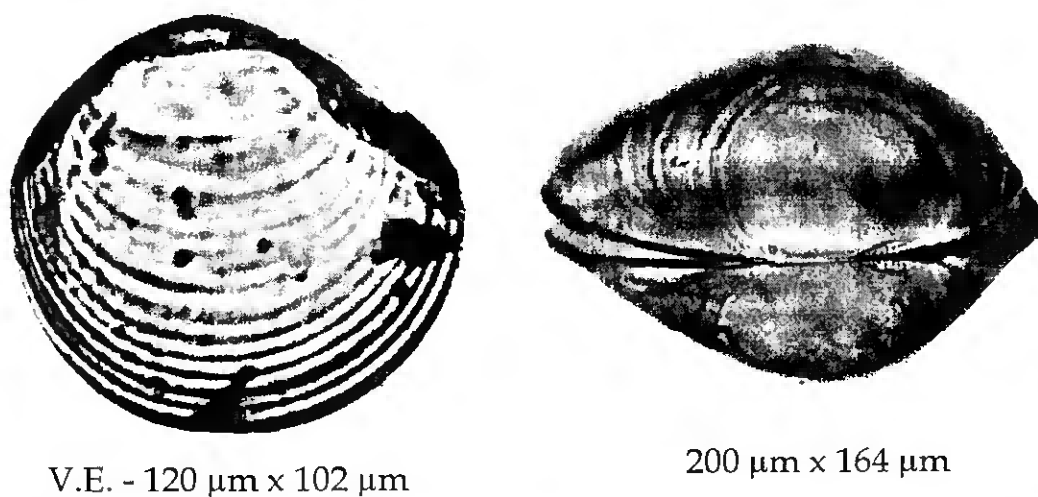


Figura 3.102 - Valva e concha de larvas de *Chamelea* sp.. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.



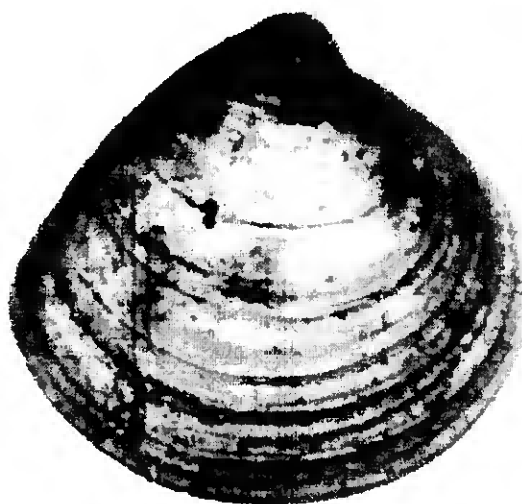
425 μm x 400 μm



500 μm x 475 μm



525 μm x 500 μm **A**



B

900 μm x 810 μm

Figura 3.103 - Evolução da forma em pós-larvas de *Chamelea* (A); Concha pós-larvar de *Dosinia* (B).

Dosinia

Apenas foram identificadas pós-larvas pertencentes a este género, a menor das quais mediu 480 µm de comprimento por 420 µm de altura. A metamorfose terá ocorrido com a dimensão mínima de 250 µm de comprimento por 180 µm de altura.

Os indivíduos caracterizaram-se por apresentar uma forma triangular no bordo dorsal e oval no bordo ventral, pela presença de três dentes cardinais divergentes em cada valva e, tal como na espécie *V. verrucosa*, pela presença de um dente lateral anterior na valva esquerda.

A escultura externa da concha apresentou várias linhas concêntricas separadas, em intervalos regulares, por cristas (Fig. 3.103B).

5.1.12 - Superfamília Mactracea

Forma e características gerais

As descrições efectuadas sobre as fases larvares e pós-larvares das espécies desta superfamília são relativamente poucas, sendo de referir nomeadamente a de *Lutraria lutraria* por Rees (1950), *Mactra corallina* por Rees (1950) e Newell & Newell (1963), *Mulinia lateralis* por Loosanoff *et al.* (1966) e Lutz *et al.* (1982), *Spisula elliptica* por Rees (1950), Newell & Newell (1963) e Webb (1987), *S. solidissima* por Rees (1950), Newell & Newell (1963), Loosanoff *et al.* (1966) e Lutz *et al.* (1982), *Spisula subtruncata* por Rees (1950), Chanley & Andrews (1971) e Webb (1987) e *Phaphies australis* por Booth (1983).

As larvas caracterizaram-se por apresentarem uma forma ligeiramente arredondada, como consequência de possuírem uma altura acentuada relativamente ao comprimento. Para além disso, normalmente apresentaram o bordo anterior mais proeminente e o posterior arredondado, o umbo pouco saliente e a margem ventral arredondada (Fig. 3.104A).

As menores larvas identificadas mediram 80 μm de comprimento e 60 μm de altura. O comprimento calculado para a prodissoconcha I, medido através da alteração da textura na prodissoconcha II foi 71 μm , para 50 μm de altura. Este valor está compreendido no intervalo de 70 a 100 μm que Webb (1987) refere para o comprimento da prodissoconcha II nas larvas do género *Spisula*. A larva de maiores dimensões identificada como pertencendo a esta superfamília mediu 291 μm de comprimento e 279 μm de altura.

A forma geral, bem como as esculturas formadas pelas linhas de crescimento na prodissoconcha II mantiveram-se na dissoconcha, pelo que, com excepção de *Donacilla cornea*, não foi possível determinar a dimensão dos indivíduos na metamorfose.

Spisula e *Mactra*

As pós-larvas mais pequenas identificadas como pertencendo ao género *Spisula* mediram 300 μm de comprimento e 275 μm de altura. Estes indivíduos não teriam ainda efectuado a metamorfose, já que segundo Webb (1987) o comprimento da concha na altura da metamorfose será 380 μm . Por outro lado, Le Pennec (1980) refere a ocorrência da metamorfose em *Spisula subtruncata* com comprimentos de 235 μm .

As pós-larvas de *Spisula* com 600 μm o bordo anterior apresentaram o bordo anterior pontiagudo e o bordo posterior arredondado. A progressiva expansão da margem ventroposterior fez com que a concha adquirisse uma forma triangular (Fig. 105). Externamente as esculturas da concha são essencialmente concêntricas.

As pós-larvas de *Mactra*, por outro lado, apresentaram ambos os bordos arredondados mas, tal como no género anterior, a escultura da concha é formada basicamente por linhas concêntricas. O menor indivíduo de *Mactra* mediu 380 μm de comprimento por 280 μm de altura.

Donacilla cornea (Poli, 1795)

Os juvenis caracterizaram-se por apresentar uma concha espessa de forma oval. As esculturas externas, tal como no caso anterior, são essencialmente concêntricas. As marcas da linha paleal e do seio paleal são bem nítidas e encontram-se a alguma distância das margens (Fig. 3.106).

Os menores exemplares desta espécie capturados no sedimento mediram 600 µm de comprimento por 450 µm de altura. A transição entre a prodissoconcha II e a dissoconcha não é muito nítida. Apesar disso, determinou-se o comprimento da concha na altura da metamorfose, a qual terá ocorrido aos 460 µm de comprimento e 330 µm de altura.

Charneira larvar e pós-larvar

O *provinculum* é geralmente espesso e pode apresentar duas conformações distintas: uma formada por vários dentículos mais ou menos espaçados de onde se destaca um dentículo rectangular de maiores dimensões na extremidade anterior do bordo dorsal (mactracea 1) (Fig. 3.104B), e outra, onde normalmente não se observam dentículos, mas apenas algumas protuberâncias irregulares na margem dorsal (mactracea 2) (Fig. 3.104C).

As larvas identificadas como mactracea 1 pertencerão à família Mesodesmatidae, já que se caracterizaram por apresentar o *provinculum* espesso com 12 dentes regularmente espaçados em ambas as valvas e um dente rectangular maior e espatulado na margem dorsal da valva esquerda. As larvas de mactracea 2 não possuem o *provinculum* diferenciado e pertencerão à família Mactridae. Assim, "mactracea 1" incluirá as larvas de *D. cornea*, enquanto que "mactracea 2" incluirá os géneros *Spisula* e *Mactra*, taxa que foram posteriormente identificados no sedimento.

Nos Mactridae, a charneira pós-larvar caracterizou-se pela presença de dois dentes cardinais com a forma de um V invertido (/ \), o que já se distinguiu

claramente em indivíduos com 1500 μm (Figs. 3.105 e 3.106). Na valva esquerda nessa altura distinguiu-se também o terceiro dente cardinal, em posição posterior, mais pequeno e frágil que os restantes. Nessa fase, os dentes laterais anteriores e posteriores encontravam-se já completamente diferenciados, sendo dois em cada bordo na valva direita e um na valva esquerda. O ligamento interno é claramente visível e situa-se numa depressão triangular (condróforo), por debaixo do umbo e posteriormente aos dentes cardinais (Figs. 3.105 e 3.106).

O aparecimento das estrias nos dentes laterais que caracterizam o género *Spisula*, e que faltam no género *Mactra*, acontece com comprimento de concha superior a 1300 μm . O ligamento externo está pouco desenvolvido relativamente ao interno e só aparece posteriormente. A charneira adquire a conformação final do adulto quando o comprimento atinge os 1800 μm , de acordo com observações de Webb (1987).

Os juvenis de Mesodesmatidae distinguiram-se dos de Mactridae pelo facto de na primeira família os dentes cardinais não formarem um "V" invertido e os dentes laterais serem sempre lisos (Fischer *et al.*, 1987).

5.1.13 - Superfamília Tellinacea

Forma e características gerais

As fases mais iniciais do ciclo de vida das espécies da superfamília Tellinacea têm sido objecto de um número considerável de estudos, nomeadamente os de Thorson (1936) sobre *Macoma calcarea*, de Jorgensen (1946) sobre *M. balthica*, de Rees (1950) sobre *Donax venustus*, *Tellina pygmaea*, *T. fabula*, *T. crassa*, *Abra alba*, *A. prismatica*, *A. nitida* e *Gari fervensis*, de Newell & Newell (1963) sobre *Tellina crassa* e *T. fabula*, de Chanley (1969) sobre *Donax variabilis*, de Chanley & Andrews (1971) sobre *T. agilis*, de Frenkiel & Moueza (1979) sobre *Scrobicularia plana* e *Donax vittatus*, de Bachelet *et al.* (1986) sobre *Abra*, de Webb (1986) sobre *T. fabula*, *D. vittatus* e *Abra alba* e de Sprung (1994a) sobre *A. ovata*.

As conchas larvares planctônicas apresentaram o umbo pouco desenvolvido, o bordo anterior maior do que o posterior, bem como o bordo ventral desenvolvido, o que conferiu às larvas um aspecto ligeiramente oval (Figs. 3.107 e 3.108). No entanto, esta superfamília inclui também o gênero *Abra*, que se caracteriza por não possuir fases larvares planctônicas livres, ocorrendo o desenvolvimento dentro de uma cápsula embrionária, até à eclosão.

As menores prodissoconchas identificadas como pertencendo aos Tellinacea mediram 70 μm de comprimento por 50 μm de altura, não tendo sido possível distinguir a dimensão da prodissoconcha I. A maior larva capturada mediu 206 μm de comprimento por 162 μm de altura.

A metamorfose ou eclosão ocorreu, para as várias espécies, com comprimentos entre 230 μm e 430 μm . Esta amplitude sobrepõe-se parcialmente ao intervalo de comprimentos entre 250 e 280 μm referido por Webb (1986).

Após a fixação, iniciou-se a deposição de estrias concêntricas mais ou menos acentuadas consoante as espécies. Nessa altura a forma da concha acompanhou ainda o contorno da concha larvar, a qual gradualmente deixou de se notar. De um modo geral, as pós-larvas a partir de 600 μm de comprimento apresentaram a forma típica dos adultos.

Charneira larvar e pós-larvar

Normalmente, a charneira larvar caracterizou-se pela presença de catorze dentículos rectangulares de dimensões aproximadamente iguais, em cada valva. Os dentículos foram nitidamente individualizáveis e, apesar de variarem pouco de tamanho, os da zona central apresentaram uma altura ligeiramente menor (Fig. 3.108).

A morfogénese da charneira pós-larvar inicia-se muito antes da metamorfose com o desenvolvimento dos dentes cardinais, os quais ocorrem

normalmente em número de dois em cada valva, podendo ser bífidos (Webb, 1986).

A forma definitiva da concha, bem como a conformação final da charneira do adulto, atingiu-se normalmente entre os 1200 μm e 2000 μm de comprimento.

Tellina

Com a metamorfose que terá ocorrido em indivíduos com 230 μm de comprimento por 220 μm de altura, ocorreu uma alteração significativa na escultura da concha. De facto, enquanto que a prodissoconcha II apresentava linhas pouco marcadas, na dissoconcha depositaram-se cristas concêntricas bastante salientes.

O menor exemplar deste género mediu 480 μm de comprimento por 420 μm de altura. À medida que a pós-larva cresceu foi perdendo gradualmente a forma da concha larvar, sobretudo como consequência do alongamento das valvas no sentido antero-posterior e também em virtude do desenvolvimento do bordo ventral posterior.

A charneira pós-larvar, tal como a do adulto, caracterizou-se pela presença de dois dentes cardinais em cada valva. A ausência de condróforo deixou o dente cardinal posterior da valva esquerda distinto e inalterado, mesmo nos adultos, contrariamente ao que se verificou nos restantes *taxa* desta superfamília.

Aproximadamente aos 1200 μm já se notavam os dentes laterais anterior e posterior na valva direita, que coexistiam com o ligamento interno, que ainda se encontra presente.

A forma definitiva do adulto encontrava-se já nos exemplares com comprimentos da ordem dos 1400 μm , nos quais o ligamento externo surgiu bastante saliente e também completamente desenvolvido.

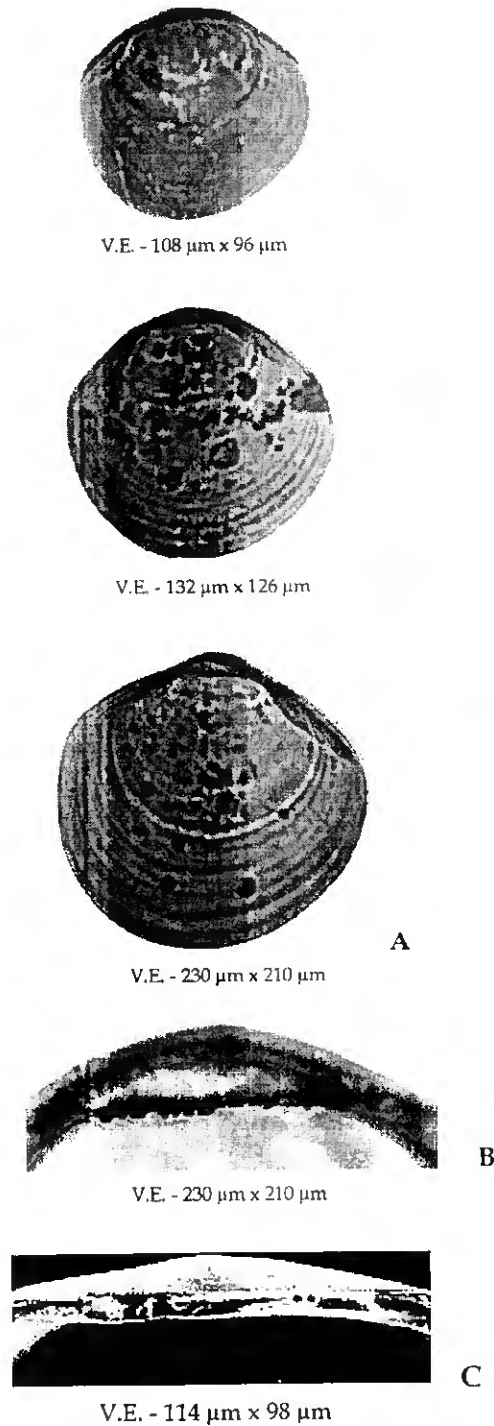
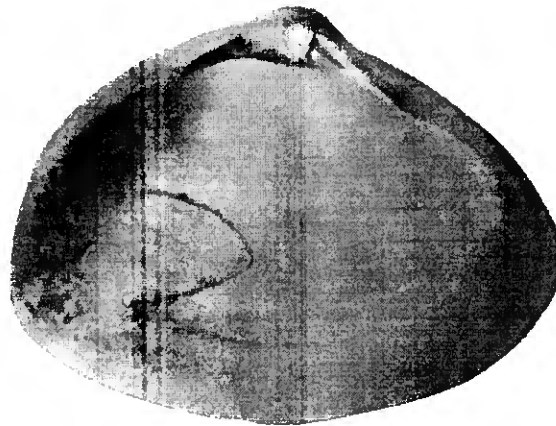


Figura 3.104 - Valvas de larvas de espécies da família Mactridae (A); Aspecto do *provinculum* de larvas de Mesodesmatidae (?) (B); Aspecto do *provinculum* de larvas de Mactridae ao microscópio electrónico de varrimento (C). V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

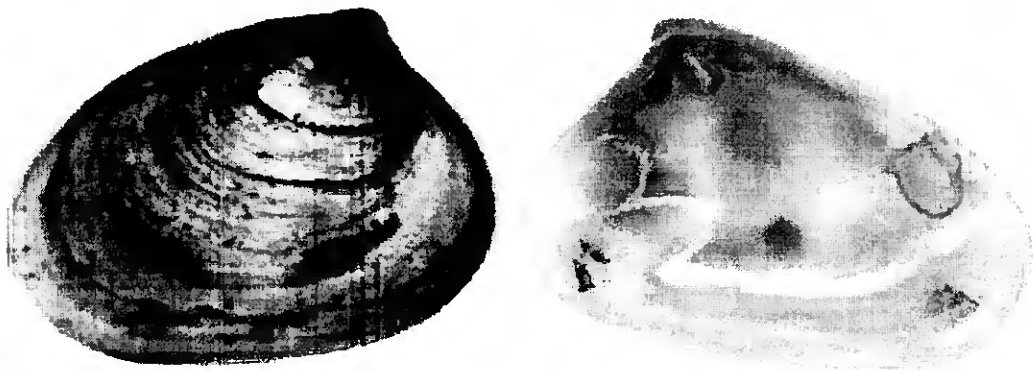


650 μm x 580 μm



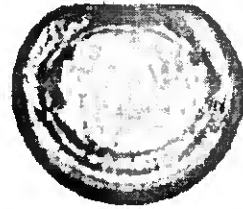
V.E. - 1580 μm x 1260 μm

Figura 3.105 - Concha e valva de pós-larvas de *Spisula*.



2400 μm x 1560 μm

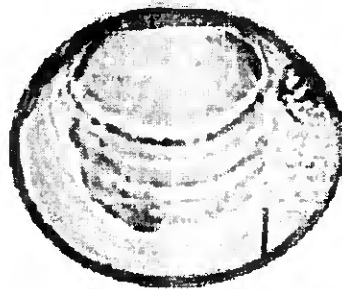
Figura 3.106 - Face interna e externa de uma pós-larva de *Donacilla cornea*.



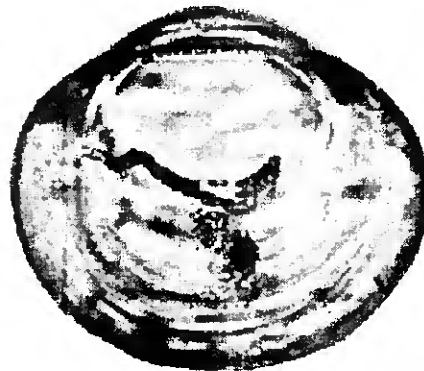
V.E. - 102 μm x 84 μm



V.E. - 110 μm x 90 μm

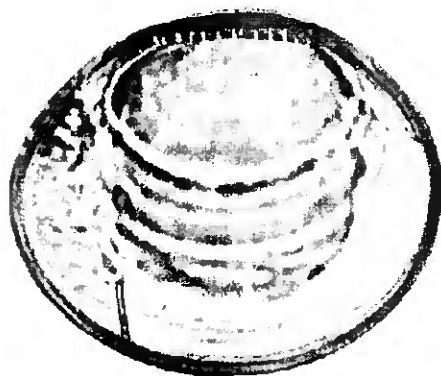


V.E. - 144 μm x 120 μm

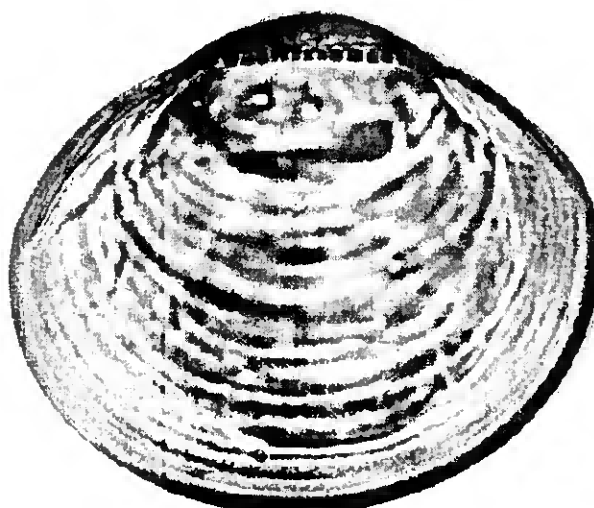


V.E. - 175 μm x 150 μm

Figura 3.107 - Valvas de larvas de espécies da superfamília Tellinacea. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.



V.D. - 144 μm x 120 μm



V.D. - 180 μm x 150 μm



144 μm x 120 μm

Figura 3.108 - Valvas de larvas de espécies da superfamília Tellinacea. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

Donax

O início da formação da dissoconcha foi facilmente identificado pelo facto de se começarem a depositar cristas concêntricas bem marcadas que contrastavam com as linhas de crescimento pouco nítidas da prodissoconcha II. Esta transição terá ocorrido em *Donax trunculus* (Fig. 3.109) com um comprimento de 260 μm e uma altura de 205 μm , em *Donax variegatus* com 336 μm e 270 μm (Fig. 3.110A) e em *Donax vittatus* (Fig. 3.110B) com 240 μm de comprimento para uma altura de 190 μm . Por outro lado, as menores pós-larvas capturadas mediram, de comprimento e de altura, respectivamente 520 μm e 460 μm em *D. variegatus*, 540 μm e 450 μm em *D. trunculus* e 400 μm e 340 μm em *D. vittatus*.

Com o crescimento principalmente segundo o eixo anteroposterior, a dissoconcha que no início reflectia a forma larvar arredondada tomou um contorno mais triangular. O desenvolvimento do bordo posterior fez-se em continuidade com a margem do umbo do mesmo lado, enquanto que o desenvolvimento do bordo anterior fez uma depressão relativamente à margem correspondente do umbo.

A charneira juvenil da valva direita possui dois dentes cardinais, um posterior bífido e outro anterior pouco evidente. Por outro lado, na valva esquerda encontram-se dois dentes cardinais, sendo o anterior maior que o posterior.

O ligamento interno desaparece algum tempo após a metamorfose, enquanto que o ligamento externo se tornou aparente nas pós-larvas com comprimento superior a 1000 μm .

Abra alba (Wood) e *Abra ovata* (Philippi, 1836)

Os juvenis das espécies *Abra alba* e *Abra ovata* foram capturados com o comprimento mínimo de 480 μm e 430 μm , respectivamente, e com a altura de 400 μm e 370 μm .

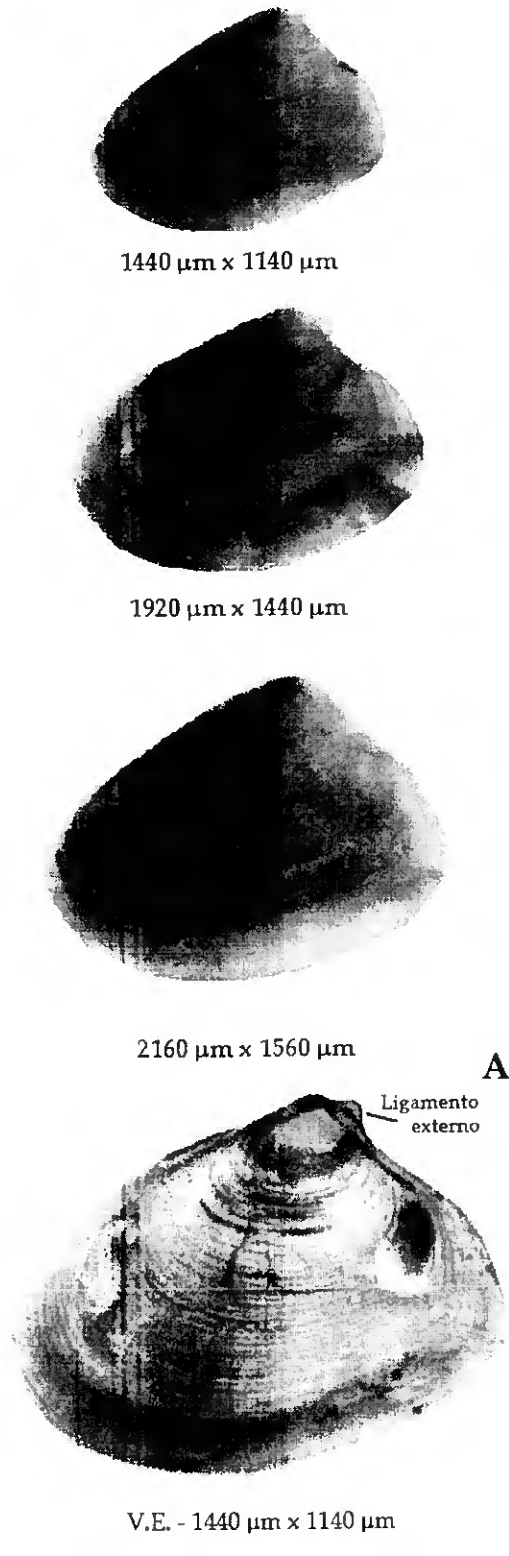


Figura 3.109 - Evolução da forma de pós-larvas de *Donax trunculus* (A); Aspecto da face interna da valva direita de uma pós-larva (B).

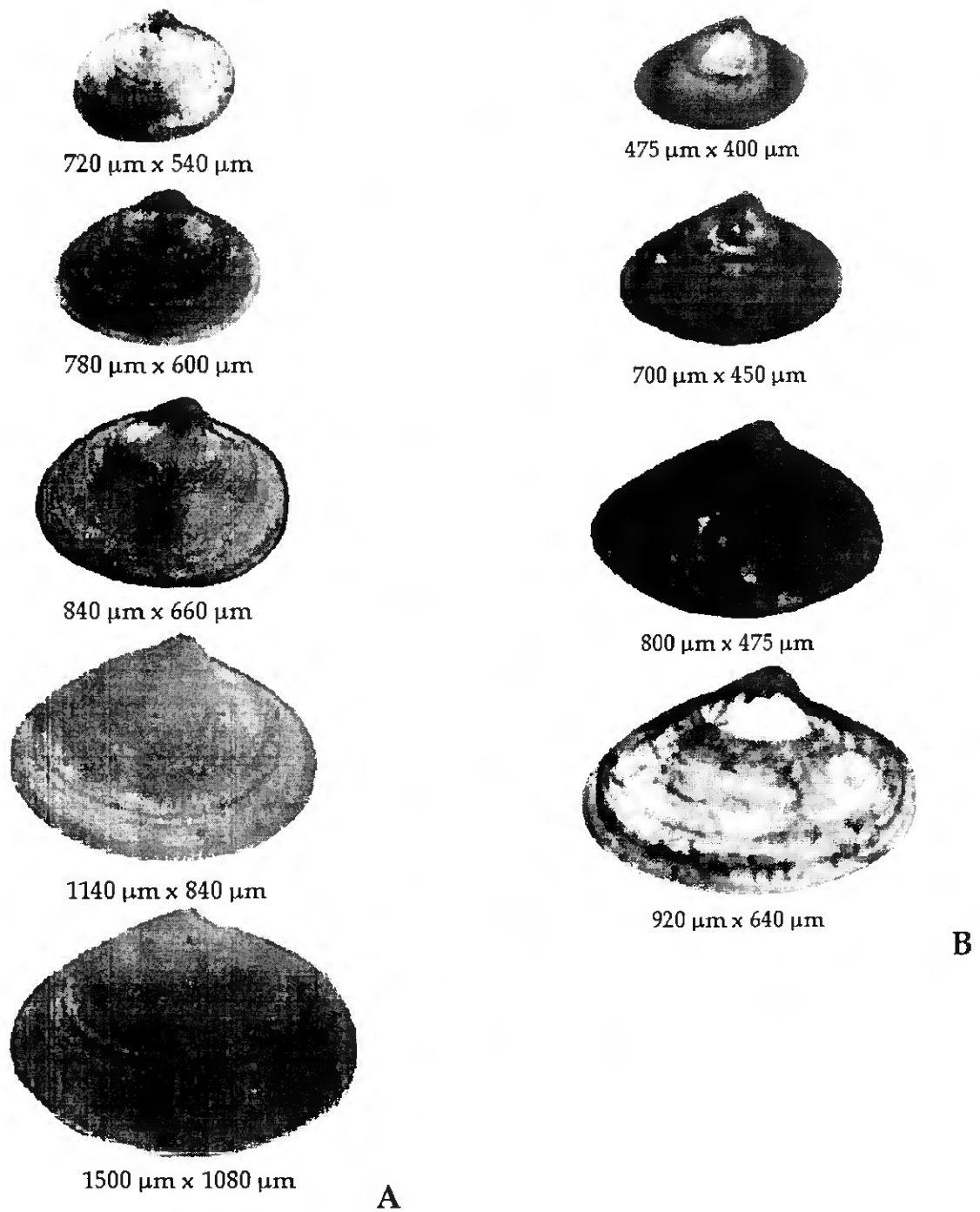
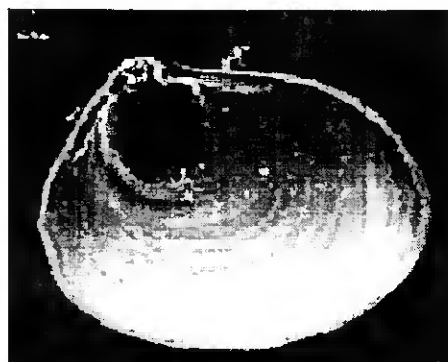


Figura 3.110 - Evolução da forma de pós-larvas de *Donax variegatus* (A) e de *Donax vittatus* (B).

Contrariamente a *Tellina* e *Donax*, no género *Abra* não existem larvas planctónicas pelo que a alteração das marcas da concha refere-se à eclosão. Apesar da distinção entre a concha embrionária e a pós-larvar ser pouco nítida, caracterizando-se ambas pela presença de linhas concêntricas pouco marcadas, notaram-se algumas diferenças. Assim, em *A. ovata* a eclosão terá ocorrido em indivíduos com comprimento de 400 µm e altura de 360 µm, enquanto que em *A. alba* tal terá ocorrido aos 430 µm de comprimento e 360 µm de altura. Estes valores estão muito próximos dos 400 µm referidos por Webb (1986) para a eclosão em *A. alba* e são bastante superiores aos 210 µm a 220 µm indicados por Bachelet *et al.* (1986), e aos 175 µm determinados por Sprung (1994a) para *A. ovata*.

O desenvolvimento da charneira pós-larvar destas espécies iniciou-se pelo aparecimento de dois dentes cardinais em cada uma das valvas. Desses, o dente cardinal anterior da valva esquerda desenvolve-se, enquanto que o cardinal posterior regride, tornando-se rudimentar e já não sendo observável nas conchas com 1200 µm de comprimento. Deste modo, é a partir dessa dimensão que o bivalve apresentou as características do adulto, caracterizando-se pela presença de um único dente cardinal na valva esquerda, enquanto que os dentes laterais são pouco visíveis (Figs. 3.111 e 3.112). Na valva direita, o dente cardinal de maiores dimensões é o posterior, apresentando-se o dente cardinal anterior no início de desenvolvimento pós-larvar como um espessamento do bordo dorsal, mas que progressivamente adquire uma maior individualização. Os dentes laterais da valva direita são bastante nítidos, o que permite distinguir as duas valvas. O ligamento interno inserido no condróforo situa-se, tal como o ligamento externo, posteriormente aos dentes cardinais (Figs. 3.111 e 3.112).

A distinção entre as espécies *A. ovata* e *A. alba* é bastante difícil, sobretudo logo após a eclosão. No entanto, o recurso à microscopia electrónica de varrimento permitiu verificar que os dentículos da charneira embrionária estão mais marcados e melhor definidos na concha pós-larvar da *A. alba* (Fig. 3.111)



V.E. - 600 μm x 450 μm



V.E. - 600 μm x 450 μm



V.E. - 1170 μm x 840 μm



V.E. - 1170 μm x 840 μm



V.E. - 2040 μm x 1250 μm



V.E. - 2040 μm x 1250 μm

Figura 3.111 - Valvas de pós-larvas de *Abra alba* e evolução da charneira pós-larvar: D.C.P. - dente cardinal posterior; D.C.A. - dente cardinal anterior; D.L.P. - dente lateral posterior. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram obtidas com o microscópio electrónico e processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

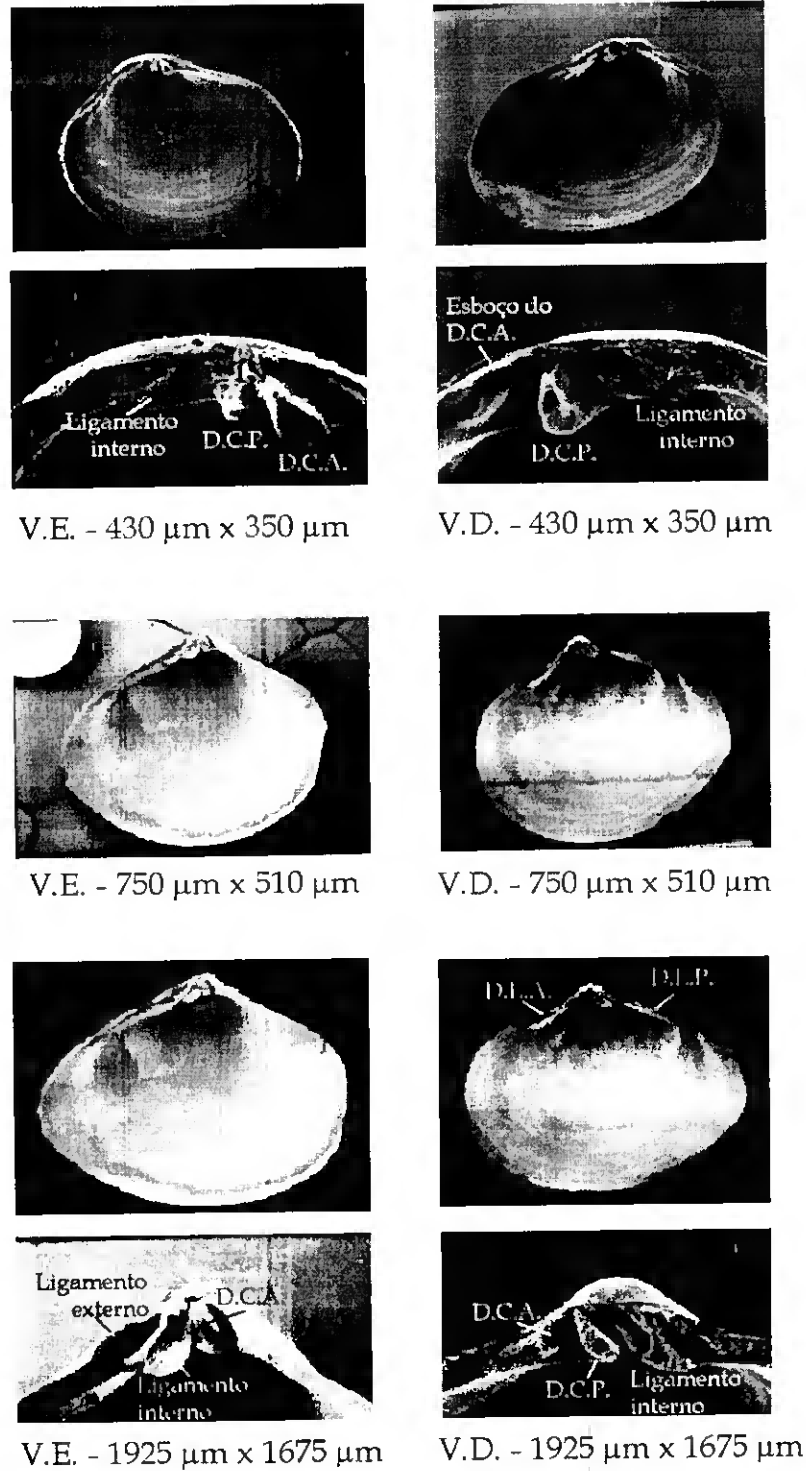


Figura 3.112 - Valvas de pós-larvas de *Abra ovata* e evolução da charneira pós-larvar: D.C.P. - dente cardinal posterior; D.C.A. - dente cardinal anterior; D.L.P. - dente lateral posterior; D.L.A. - dente lateral anterior. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram obtidas com o microscópio electrónico e processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

do que na de *A. ovata* (Fig. 3.112). Nas pós-larvas com comprimento de 800 μm a identificação tornou-se mais fácil dado que as espécies adquirem formas próximas das dos adultos. *A. ovata* apresentou uma concha mais triangular, mais espessa e com o umbo mais centrado do que *A. alba*, a qual é mais alongada e fina, para além de apresentar o umbo deslocado para o bordo posterior (Fig. 3.113).

Scrobicularia plana (da Costa, 1778)

As pós-larvas desta espécie apresentaram as dissoconchas com esculturas pouco distintas relativamente às das prodissoconchas II. Apesar disso, pequenas alterações na textura da concha sugerem que a metamorfose tenha ocorrido em indivíduos com 340 μm de comprimento e 230 μm de altura. Estes valores ficaram muito perto dos comprimentos de concha entre 250 e 350 μm observados por Frenkiel & Moueza (1979). Os menores exemplares de *S. plana* identificados mediram 380 μm de comprimento e 300 μm de altura.

A charneira larvar, constituída por numerosos dentes de pequena dimensão, coexistiu durante algum tempo com a charneira pós-larvar, a qual se caracterizou pela presença de dentes cardinais (Fig. 114). Tal como no género *Abra*, dos dois cardinais presentes em cada valva na altura da fixação o posterior da valva esquerda regrediu, já não sendo observado em pós-larvas com comprimento superior a 1200 μm , enquanto que, por outro lado, o cardinal anterior da valva direita se desenvolveu (Fig. 3.114). Nesta espécie não existem dentes laterais nas valvas.

A distinção entre as pós-larvas de *S. plana* e as do género *Abra*, para dimensões inferiores a 1200 μm , antes da formação dos dentes laterais, fez-se normalmente através da forma da concha que é mais arredondada e com o umbo mais central e menos distinto em *S. plana* (Fig. 3.115). Para além disso, o dente cardinal posterior da valva esquerda, que com estas dimensões ainda não desapareceu, está melhor definido nesta espécie.

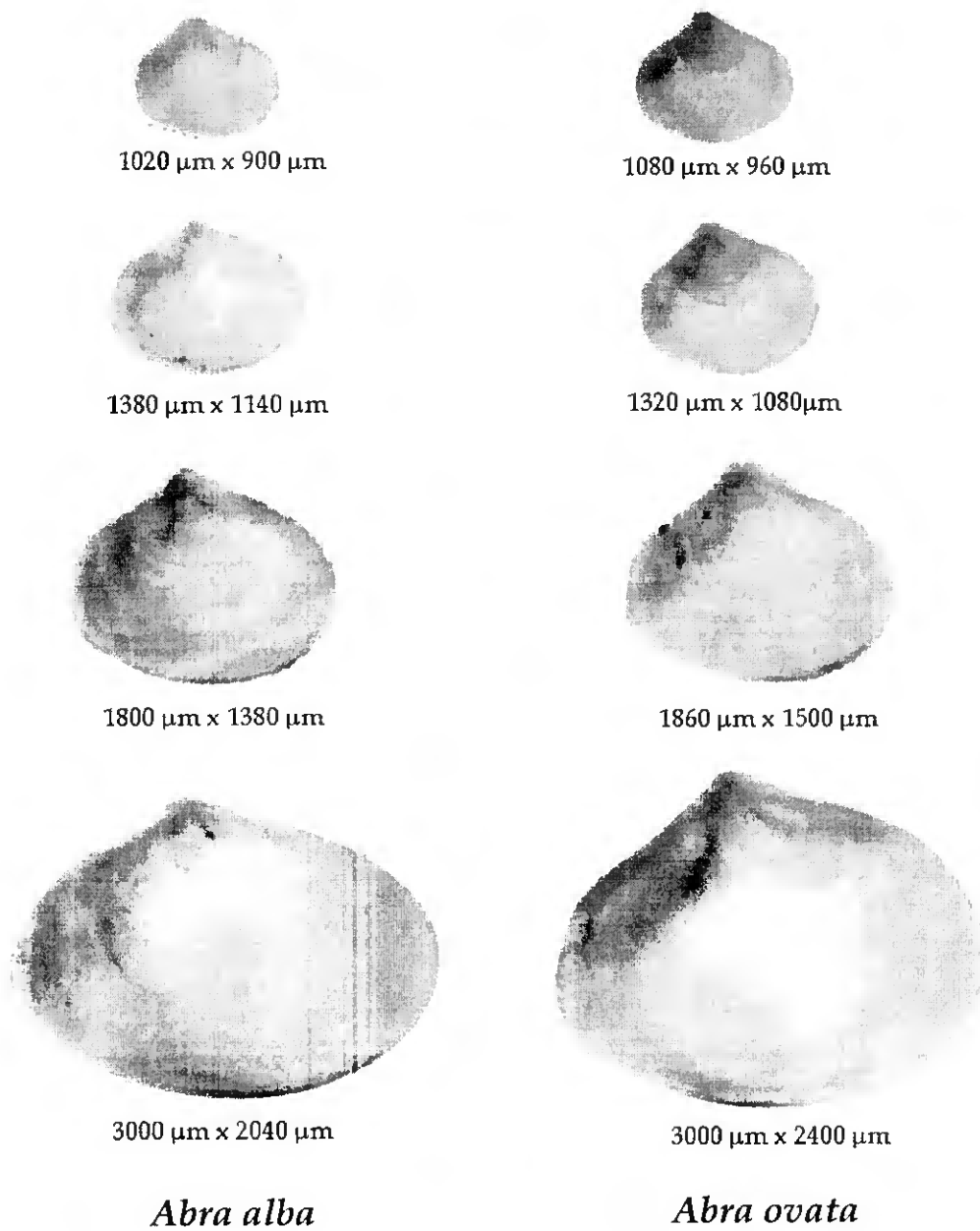
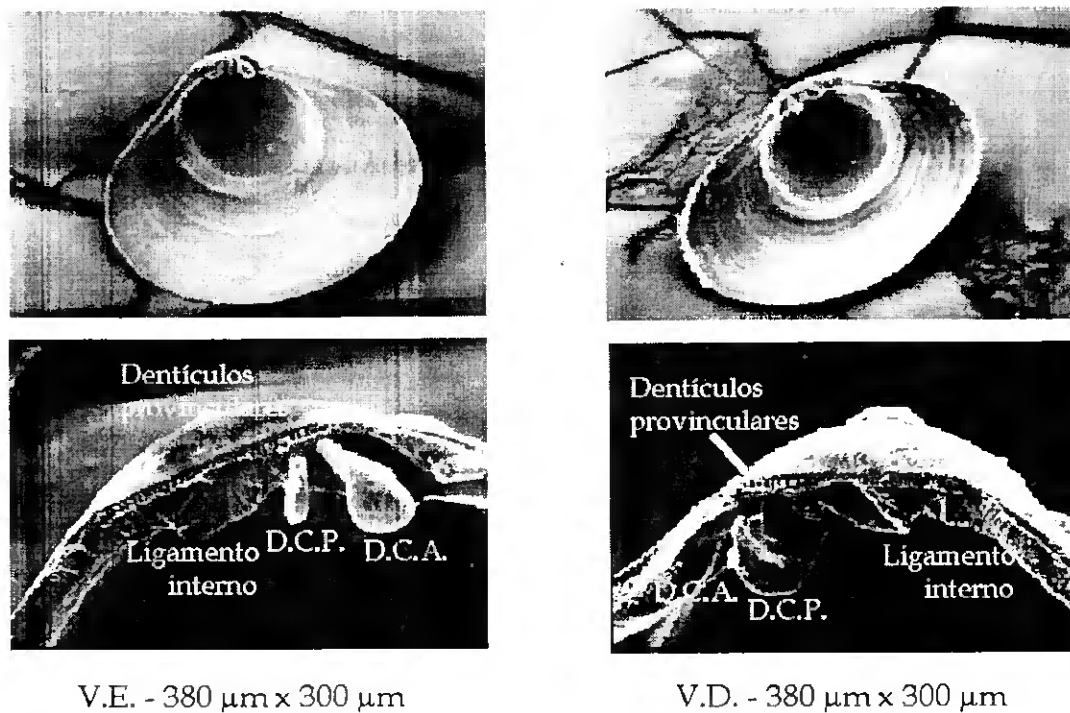
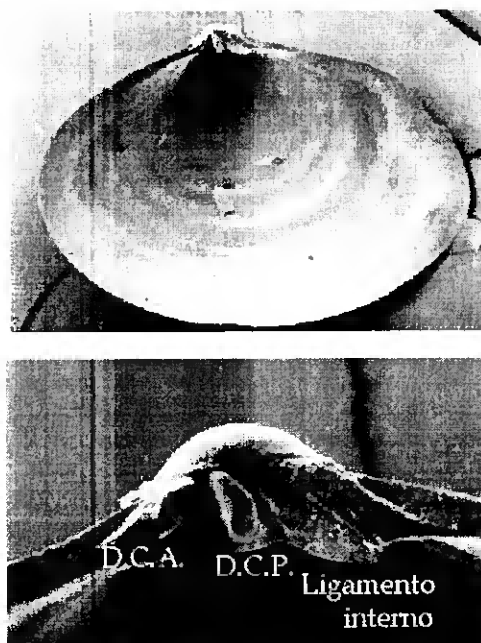


Figura 3.113 - Comparação da evolução da forma externa das conchas pós-larvares de *Abra alba* e *Abra ovata*.



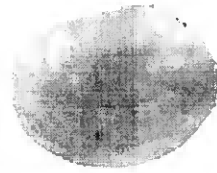
V.E. - 380 μm x 300 μm

V.D. - 380 μm x 300 μm

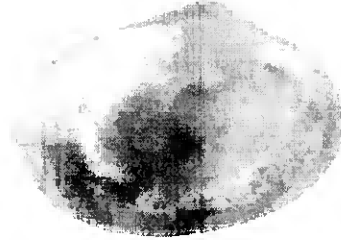


V.D. - 1125 μm x 840 μm

Figura 3.114 - Valvas de pós-larvas de *Scrobicularia plana* e evolução da charneira pós-larvar: D.C.P. - dente cardinal posterior; D.C.A. - dente cardinal anterior. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram obtidas com o microscópio electrónico e processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.



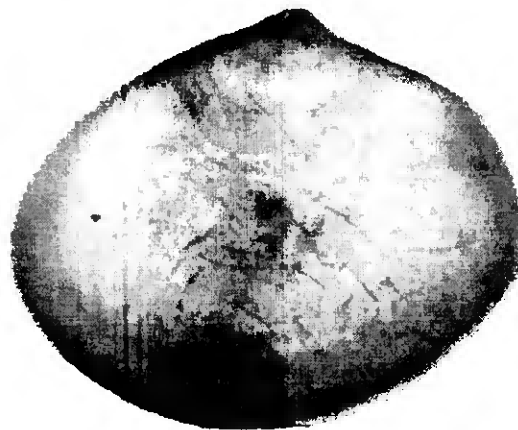
520 μm x 400 μm



1000 μm x 820 μm



1500 μm x 1200 μm



1750 μm x 1500 μm

Figura 3.115 - Evolução da forma da concha das pós-larvas de *Scrobicularia plana*.

5.1.14 - Superfamília Solenacea

Forma e características gerais

As descrições das fases larvares e pós-larvares de indivíduos desta superfamília são em número reduzido, sendo de referir os trabalhos efectuados sobre *Cultellus pellucidus* (Lebour, 1938; Rees, 1950; Jorgensen, 1946; Newell & Newell, 1963), *Ensis directus* (Loosanoff & Davis, 1963; Loosanoff *et al.*, 1966; Chanley & Andrews, 1971; Lutz *et al.*, 1982), *Ensis ensis* (Rees, 1950; Newell & Newell, 1963) e *Ensis siliqua* (Lebour, 1938; Rees, 1950; Newell & Newell, 1963).

Globalmente as larvas caracterizaram-se por apresentarem um umbo pouco proeminente, bordos de igual dimensão, sendo o anterior ligeiramente mais pontiagudo que o posterior. A menor larva de Solenacea identificada mediu 102 µm de comprimento e 80 µm de altura. As larvas que inicialmente apresentaram uma forma elíptica passaram, a partir dos 200 µm de comprimento, a desenvolver-se sobretudo pelo bordo posterior e segundo o eixo dorsoventral, o que lhes conferiu uma forma mais circular (Fig. 3.116).

Em virtude de não ocorrer uma alteração nítida na escultura da concha aquando da realização da metamorfose, não foi possível determinar a dimensão dos indivíduos nessa altura. No entanto, as menores pós-larvas de *Solen marginatus* mediram 308 µm de comprimentos por 264 µm de altura. O facto de se terem capturado larvas no plâncton com um máximo de 245 µm de comprimento e 205 µm de altura, sugere que a metamorfose terá ocorrido pouco depois. Os valores encontrados neste estudo encontram-se incluídos no intervalo de 220 a 277 µm indicado por Chanley & Andrews (1971) para a ocorrência da metamorfose em *Ensis directus*.

Após a metamorfose verificou-se uma alteração no sentido do crescimento, que inicialmente é sobretudo no eixo dorsoventral e que, cerca dos 600 µm, passou a efectuar-se principalmente no sentido anteroposterior.

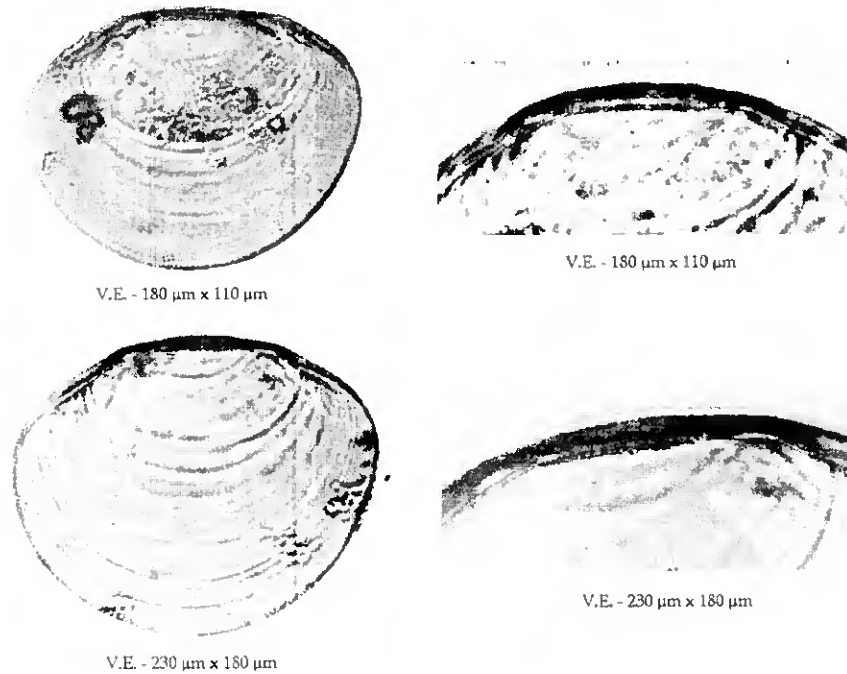


Figura 3.116 - Valvas de larvas de *Solenacea* e pormenor do *provinculum*.

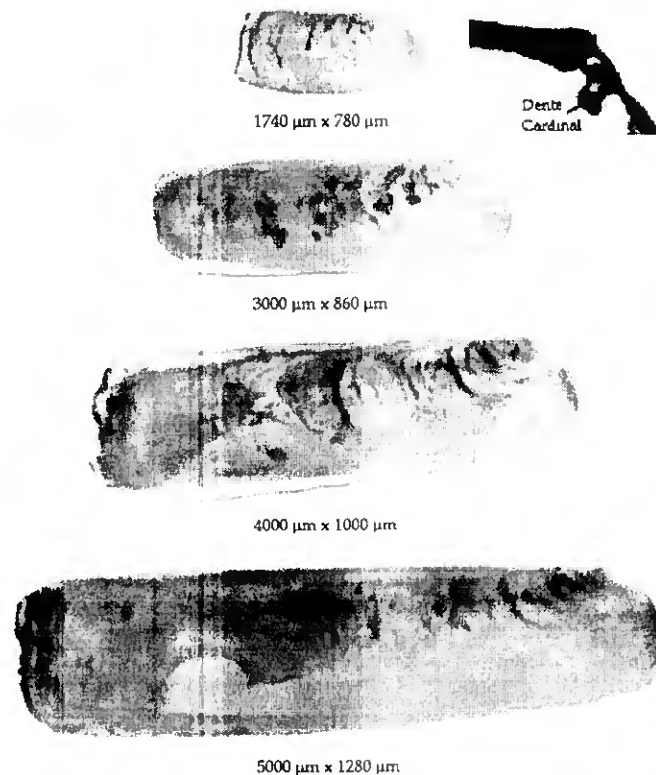


Figura 3.117 - Evolução da forma das pós-larvas de *Solen marginatus* (?) e pormenor da charneira pós-larvar. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

Apenas se conseguiram identificar pós-larvas, supostamente de *S. marginatus* com um comprimento de 5000 µm, o que possibilitou a identificação retrospectiva de pós-larvas com 1600 µm. Os juvenis caracterizaram-se por possuírem uma forma alongada quase rectangular com um comprimento que ultrapassa 4 a 5 vezes a altura, bem como por apresentarem umbos pouco salientes deslocados para o bordo anterior (Fig. 3.117).

Charneira larvar e pós-larvar

No *provinculum* observou-se uma zona média com uma série contínua de pequenos dentículos, enquanto que os extremos anterior e posterior da valva direita apresentavam, cada um deles, um dentículo pequeno a que correspondiam reentrâncias na valva esquerda.

O ligamento é externo e apenas foi observado em exemplares com comprimentos de concha superiores a 320 µm, ou seja, após a metamorfose. A charneira adulta foi observada nas pós-larvas com comprimentos superiores a 1600 µm, onde se encontrou um dente cardinal presente em cada valva (Fig. 3.117).

5.1.15 - Superfamília Myacea

Forma e características gerais

As descrições sobre as fases larvares e pós-larvares de espécies desta superfamília são pouco numerosas, sendo apenas de referir as de Rasmussen (1944), Jorgensen (1946), Loosanoff & Davis (1963), Loosanoff *et al.* (1966) e Chanley & Andrews (1971) sobre *Mya arenaria* e as de Jorgensen (1946) e Rees (1950) sobre *Mya truncata*.

Não foram identificadas larvas pertencentes a esta superfamília. No entanto, capturaram-se pós-larvas de *Corbula gibba* e *Sphenia binghami*. Dado não existirem quaisquer descrições sobre a fase inicial da vida bentónica destas espécies, a

identificação baseou-se nas características descritas para os adultos por Tebble (1966).

Assim, a espécie *C. gibba* caracterizou-se sobretudo por apresentar uma concha fortemente inequivalve com a valva direita mais convexa e maior que a esquerda (Fig. 3.118).

A concha de *S. binghami* possui também uma forma característica com o bordo anterior muito pontiagudo e o posterior fortemente truncado (Fig. 3.119).

O menor comprimento medido nas pós-larvas destas espécies foi 704 μm em *S. binghami* e 1080 μm em *C. gibba*, para alturas de 650 μm e 900 μm , respectivamente.

As dimensões na altura da metamorfose não estão descritas para estas espécies. Neste estudo apenas foi possível determinar essas dimensões em *S. binghami*, concretamente 226 μm de comprimento e 162 μm de altura.

Charneira pós-larvar

A charneira desta superfamília caracterizou-se pela presença de um ligamento interno fixo a um condróforo em forma colher que se projecta de uma valva em direcção à outra. A espécie *S. binghami* apresentou um condróforo pequeno na valva esquerda, a que correspondeu uma depressão de forma oval na margem anterior na valva direita. Em *C. gibba*, observou-se à frente do condróforo na valva esquerda uma profunda depressão triangular, na qual encaixa uma estrutura da valva direita semelhante a um dente cardinal.

5.1.16 - Superfamília Hiatellacea

Forma e características gerais

As descrições sobre as fases mais iniciais do ciclo de vida de espécies desta superfamília foram efectuadas por Jorgensen (1946) sobre *Hiatella artica* e

Saxicavella jeffreysi, por Rees (1950) que descreveu *H. artica*, *Panomya artica* e *S. jeffreysi* e por Le Pennec (1978) sobre a espécie *H. rugosa*.

Hiatella

A larva "D" apresentou uma concha de dimensões reduzidas, tendo a menor prodissoconcha I medido 71 μm de comprimento por 60 μm de altura, enquanto que a menor larva capturada no plâncton mediu 78 μm de comprimento e 70 μm de altura.

As larvas caracterizaram-se por apresentar o bordo dorsal com um *provinculum* muito fino, estreito e ligeiramente deprimido no centro, e um bordo ventral arredondado. Progressivamente formaram-se dois "ombros" assimétricos que delimitam o bordo dorsal, sendo o anterior maior que o posterior. O crescimento dá-se sobretudo ao longo do bordo ventral e as larvas tornaram-se quase tão compridas como altas, apresentando com 144 μm de comprimento uma altura de 132 μm (Fig. 3.120A).

Não foi possível determinar-se o comprimento na altura da metamorfose, a qual, segundo Le Pennec (1978) ocorre com um comprimento de 220 μm . Assim, o menor exemplar de *Hiatella* recolhido no substrato que mediu 350 μm de comprimento e 270 μm de altura, terá já efectuado a metamorfose a algum tempo. Por outro lado, a maior larva capturada no plâncton mediu 215 μm de comprimento por 215 μm de altura, pelo que estaria perto de realizar a metamorfose.

Depois da metamorfose, o bordo posterior desenvolveu-se muito mais rapidamente que o anterior. Como consequência, a concha adquiriu uma forma algo rectangular, tendo o umbo ficado claramente deslocado sobre o bordo anterior.

As esculturas da concha consistiram em linhas concêntricas irregulares, para além de duas estrias radiais em forma de cristas com espinhos, que partem do umbo em direcção ao bordo posterior da concha (Fig. 3.120B). Estes espinhos

desaparecem progressivamente devido, segundo Tebble (1966), ao desgaste que sofrem no contacto com o substrato.

Charneira larvar e pós-larvar

A charneira larvar desta superfamília consistiu apenas numa pequena prega na face interna da margem dorsal (Fig. 3.120A).

Após a metamorfose desenvolveu-se um dente cardinal em cada valva. Na valva esquerda este dente localizou-se junto ao ligamento enquanto que, na valva direita, o dente cardinal situou-se na transição entre o bordo dorsal e o bordo dorsolateral anterior. No entanto, frequentemente no adulto, os dentes cardinais desaparecem e a charneira é constituída apenas pelo ligamento (Tebble, 1966).

5.1.17 - Superfamília Pholadacea

Forma e características gerais

As fases larvares e pós-larvares das espécies desta superfamília foram objecto de várias descrições, nomeadamente as efectuadas por Lebour (1936) sobre *Teredo norvegica*, Barnea *parva* e *Pholadidae loscombiana*, Rasmussen (1944) sobre *Zirfaea crispata* e *Pholas dactylus*, Jorgensen (1946) sobre *Z. crispata*, *T. megotara* e *B. candida*, Rees (1950) sobre *T. navalis*, *P. dactylus*, *B. candida*, *Zirfaea* sp., *P. dactylus* e *Xylophaga dorsalis*, Loosanoff & Davis (1963) sobre *T. navalis*, Chanley & Andrews (1971) sobre *B. truncata*, *Cyrtopleura costata* e *T. navalis*, Culliney (1975) sobre *Bankia gouldi* e *T. navalis*, Boyle & Turner (1976) sobre *Martesia striata*, Le Penneec (1978) sobre *P. dactylus* e Fuller *et al.* (1989a) sobre *T. navalis*.

O comprimento da prodissoconcha I calculado indirectamente foi 63 µm para 57 µm de altura, enquanto que as menores larvas identificadas como pertencendo a esta superfamília mediram 70 µm de comprimento por 60 µm de altura.

As larvas apresentaram, durante toda a vida planctónica, uma forma praticamente esférica, já que a altura e o comprimento tenderam a igualar-se (Fig. 3.121). Efectivamente, as larvas de maiores dimensões mediram 250 μm de comprimento e altura.

As conchas larvares caracterizaram-se por possuir um *provinculum* espesso e pelo seu aspecto robusto, evidenciado pela banda escura que rodeou toda a margem das valvas.

O menor exemplar de *Teredo* encontrado no sedimento mediu 300 μm de comprimento e 350 μm de altura, enquanto que o menor bivalve identificado como pertencendo ao género *Pholas* mediu 350 μm de comprimento por 330 μm de altura. Estes valores não se afastaram muito dos descritos na bibliografia para a ocorrência da metamorfose. Com efeito, segundo Le Pennec (1980), a metamorfose ocorre em *P. dactylus* com 300 μm de comprimento, enquanto que Fuller *et al.* (1989a) referem 230 μm de comprimento para *Teredo navalis*.

Após a metamorfose, a alteração da morfologia externa da concha dos Pholadacea consistiu na formação de uma crista denticulada na margem anterior da concha, a que posteriormente se juntaram muitas outras. Para além disso, ocorreu uma alteração na forma, sobretudo na família Teredinidae, com a modificação do eixo de crescimento, de dorsoventral para anteroposterior.

Charneira larvar e pós-larvar

O desenvolvimento da charneira larvar ocorreu rapidamente nesta superfamília. A prodissoconcha II de menor dimensões que foi recolhida, com 70 μm de comprimento, já apresentava dois denticulos em cada valva (Fig. 3.121A). Na valva esquerda podem encontrar-se dois denticulos que se localizam nos extremos do bordo dorsal, enquanto que na valva direita, para além de dois denticulos semelhantes, desenvolveu-se um outro em posição central.

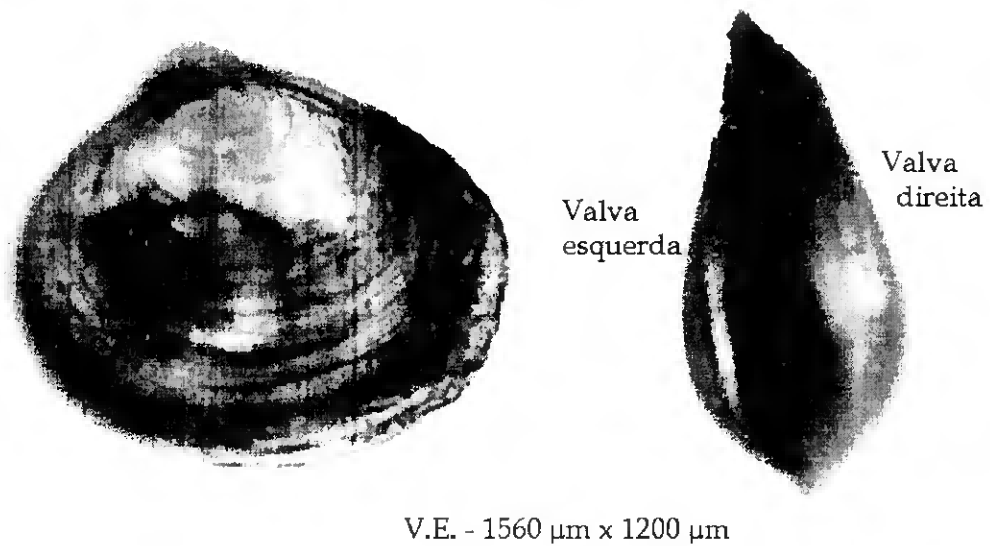


Figura 3.118 - Concha pós-larvar de *Corbula gibba*.

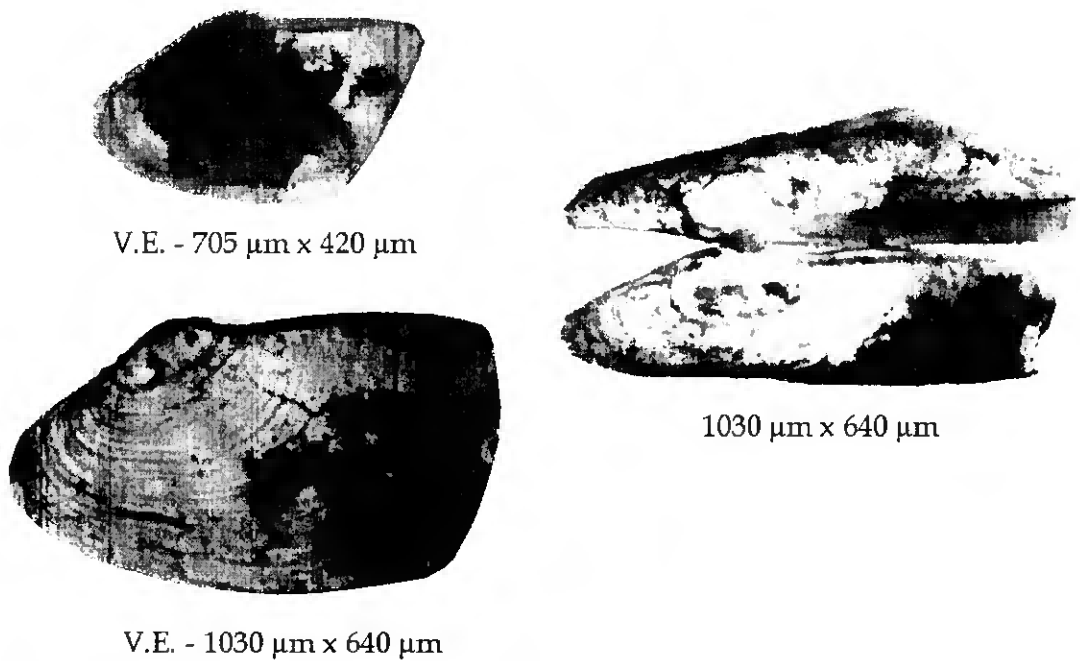
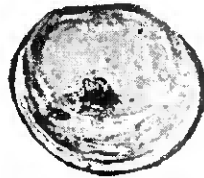


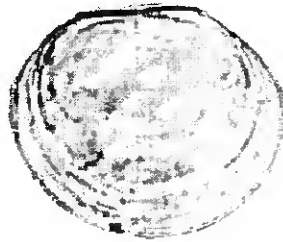
Figura 3.119 - Conchas pós-larvares de *Sphenia binghami*. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram obtidas com o microscópio electrónico e processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.



V.E. - 102 μm x 96 μm

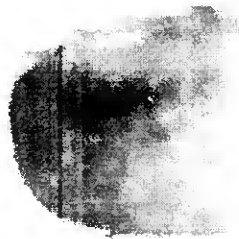


V.E. - 120 μm x 108 μm

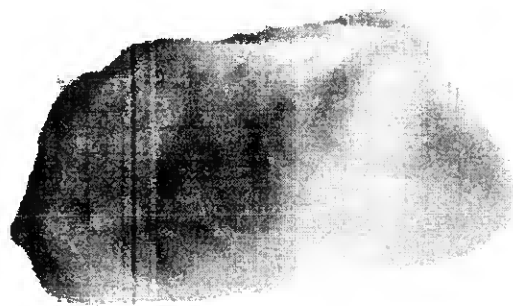


V.E. - 144 μm x 132 μm

A



750 μm x 575 μm



1140 μm x 690 μm

B

Figura 3.120 - Valvas de larvas (A) e conchas pós-larvares (B) de *Hiatella* spp. V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram obtidas com o microscópio electrónico e processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.

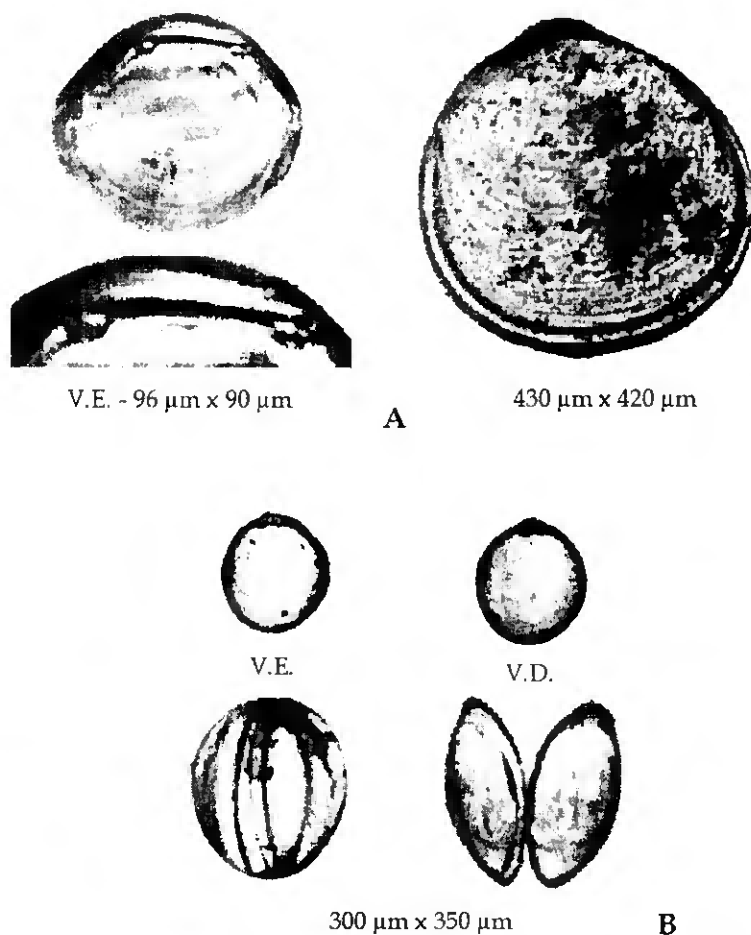


Figura 3.121 - Valvas de larvas de *Pholas dactylus* (A) e de *Teredo* sp. (B). V.D. - valva direita; V.E. - valva esquerda. As imagens foram obtidas com o microscópio electrónico e processadas para salientar os aspectos diagnosticantes.



V.D. - 2040 µm x 1230 µm

Figura 3.122 - Valva de uma pós-larva de *Pandora pinna*.

Segundo Le Pennec (1980) e Fuller *et al.* (1989a), todos os elementos da charneira larvar estão presentes quando as larvas atingem um comprimento de 100 μm , apesar do seu desenvolvimento continuar até à metamorfose.

A primeira evidência da metamorfose é a formação do ligamento. Nos Teredinidae ocorreu imediatamente após a metamorfose uma alteração profunda da morfologia da concha e da charneira como resultado do desenvolvimento, na valva esquerda, de uma apófise digitiforme na base do dente anterior que constitui o côndilo dorsal (Fuller *et al.*, 1989a).

Na família Pholadidae também se verificaram alterações importantes na charneira. Assim, segundo Le Pennec (1978), nas pós-larvas com 370 μm os dentes primitivos já não se observam e na extremidade posterior da charneira desenvolve-se o condróforo. As valvas não apresentam dentes cardinais nem laterais, sendo ligadas apenas pelo condróforo. Para além disso, na margem anterior da cavidade subumbonal de ambas as valvas forma-se uma apófise perpendicularmente ao bordo dorsal.

5.1.18 - Superfamília Pandoracea

Forma e características gerais

As únicas descrições sobre as fases iniciais da vida das espécies que integram esta superfamília foram realizadas por Rees (1950), que descreveu *Thracia sp.*, *Cochlodesma praetenuis* e *Lyonsia norwegica*.

Neste trabalho não foram identificadas larvas pertencendo a esta superfamília. Identificaram-se pós-larvas de *Pandora pinna* e *Thracia pubescens*, cujos exemplares de menores dimensões mediram 2040 μm por 1230 μm e 2550 μm por 2000 μm , de comprimento e altura, respectivamente.

Os juvenis apresentaram a concha quebradiça, inequivalve, claramente inequilateral com o bordo posterior muito desenvolvido, dando à concha uma

forma triangular. As marcas nas valvas consistiram em linhas concêntricas muito finas.

A espécie *P. pinna* apresentou a valva direita achatada e a esquerda convexa e não tem seio paleal (Fig. 3.122), enquanto que as valvas de *T. pubescens* são convexas e apresentam a marca do seio paleal.

A diferença na textura da prodissoconcha, mais espessa relativamente à dissoconcha de aspecto mais quebradiço, permitiu a determinação em *Pandora pinna* do comprimento na altura da metamorfose, a qual terá ocorrido aos 510 µm de comprimento e 410 µm de altura. Em *T. pubescens* não foi possível determinar o comprimento na metamorfose.

Charneira pós-larvar

Estas espécies apresentaram ligamento externo e interno. Segundo Tebble (1966), a charneira definitiva destas espécies caracteriza-se por não possuir dentes verdadeiros, desenvolvendo-se no entanto algumas protuberâncias junto ao bordo dorsal.

5.2 - Aplicações das características morfométricas das larvas e pós-larvas: identificação, ontogenia, filogenia, ecologia

Das várias características utilizadas na identificação das larvas as que maior fiabilidade apresentaram foram as da estrutura da charneira. No entanto, para a observação rotineira das larvas de bivalves utiliza-se normalmente um microscópio de luz, enquanto que algumas das características da charneira apenas podem ser observadas pormenorizadamente através de microscopia electrónica de varrimento. Por conseguinte, para a identificação frequente de larvas de bivalves em amostras multiespecíficas é necessário poder-se recorrer também a outras características das conchas larvares.

A análise da concha larvar recorrendo não apenas ao número, posição e forma dos denticulos do *provinculum*, mas também a características mais facilmente

reconhecíveis tais como a forma, a cor e a textura das valvas, ou as medições da concha, permitiu a separação de alguns *taxa* larvares e pós-larvares.

A variação do comprimento do *provinculum* entre os vários *taxa* larvares possibilitou a separação entre as larvas de *Ruditapes* spp., *Cardium* spp., *M. edulis*, *Venerupis* spp. e de Solenacea, das dos restantes *taxa*.

Os valores dos quocientes calculados para a razão comprimento/altura apresentaram uma maior sobreposição, mas permitiram a distinção das larvas de *M. edulis* e de Solenacea, das de *Chlamys* spp., *C. angulata* e *H. spp.*.

Através dos valores obtidos pelo cálculo da razão entre o comprimento da concha e o comprimento do *provinculum* foi possível separar as larvas de *Mytilus edulis* e de *Venerupis* spp. das de *Cardium* spp., Pholadacea, *Chlamys* spp. e *C. angulata*.

Os quocientes obtidos como resultado da aplicação da razão entre a altura da concha e o comprimento do *provinculum* permitiram distinguir as larvas de *M. edulis*, *Venerupis* spp. e Solenacea, das de Pholadacea, *Chlamys* spp., *C. angulata* e *Hiatella* spp..

O estabelecimento de regressões lineares entre as várias medições da concha tem sido efectuado por vários autores, nomeadamente Boyle & Turner (1976), Lutz & Hidu (1979), Booth (1983), Redfearn *et al.* (1986) e Pechenik *et al.* (1990). O cálculo destas equações, entre as várias medições das conchas larvares e pós-larvares, permitiu distinguir alguns *taxa*, cujos crescimentos relativos dos eixos diferiram.

Globalmente, a forma das conchas larvares e pós-larvares parece resultar da evolução do comprimento e da altura. O crescimento do *provinculum* não terá grande influência no aspecto geral da concha larvar, excepto em larvas com um maior desenvolvimento em altura, como *C. angulata* ou *A. ehippium*. Por outro lado, a espessura da concha pós-larvar revelou ser um aspecto diagnosticante na identificação de algumas espécies, nomeadamente *V. pullastra* e *V. aurea*, bem como *A. ovata* e *S. plana*.

As medições efectuadas nas prodissoconchas I dos vários *taxa*, com excepção das verificadas nas larvas de *Nucula*, caracterizaram-se pelos seus valores reduzidos, o que sugere que sejam de espécies planctotróficas.

Em termos ecológicos, o desenvolvimento larvar planctotrófico apresenta a vantagem de as larvas terem a capacidade de se alimentarem exogenamente (Thorson, 1950), permite-lhes dispersarem-se durante mais tempo, eventualmente para maiores distâncias e retardarem a metamorfose durante mais tempo. Como consequência podem efectuar uma selecção mais rigorosa do tipo de substrato mais adequado para a fixação, o que resultará em menores mortalidades no início da fase pós-larvar. As desvantagens deste tipo de desenvolvimento consistem na elevada dependência alimentar do plâncton e a maior exposição aos predadores, consequência da longa existência planctónica (Chanley, 1968).

As diferenças nas dimensões e na forma das conchas resultam de aspectos específicos, e dependem nomeadamente do tipo de desenvolvimento ecológico que as larvas apresentam. Com efeito, bivalves pequenos de qualquer *taxa* tendem a originar ovos de dimensões elevadas e a apresentarem desenvolvimento de tipo lecitotrófico (Chia, 1974), o que sucede por exemplo em *A. ovata* (Sprung, 1994a) e nos Leptonacea (Booth, 1979b). Por outro lado, a dimensão dos ovos influencia a dimensão das conchas larvares (Ockelmann, 1965). O tipo de desenvolvimento larvar exibido por uma espécie condiciona, numa perspectiva ecológica, a amplitude da distribuição espacial bem como as taxas de sobrevivência e mortalidade e determina, a longo prazo, as taxas de especiação e de extinção.

De um modo geral, as dimensões com que ocorreu a metamorfose foram superiores aos valores descritos na bibliografia (Tab. III.5). Tal poderá dever-se ao facto destes descrições resultarem de experiências efectuadas em laboratório, nas quais as larvas dispõem das condições ambientais ideais para a fixação.

Tabela III.5 - Comparação entre as dimensões na metamorfose das pós-larvas das espécies analisadas, com as de outros trabalhos.

	Comprimento das pós-larvas na metamorfose		
	Neste estudo	Outros trabalhos	Autores
<i>Nucula sp.</i>	362 (*)	140-180	Webb (1987)
<i>Arca tetragona</i>	424 (*)		
<i>Anomia ephippium</i>	225	190	Le Pennec (1978)
<i>Mytilus edulis</i>	300	270-320 280 230-250 365	Le Pennec & Masson (1976) Lutz & Hidu (1979) Le Pennec (1980) Fuller & Lutz (1989b)
<i>Modiolus barbatus</i>	294		
<i>Musculus marmoratus</i>	625		
<i>Crassostrea angulata</i>	336	300 205	Loosanoff <i>et al.</i> (1966) Le Pennec (1978)
<i>Chlamys spp.</i>	200	160-240 160-190	Le Pennec & Diss-Mengus (1987) Le Pennec (1978)
<i>Loripes lucinalis</i>	510		
<i>Divaricella divaricata</i>	420		
<i>Myrtea spinifera</i>	760		
<i>Lepton nitidum</i>	245		
<i>Neolepton sykesi</i>	290 (*)		
<i>Neolepton sulcatulum</i>	660 (*)		
<i>Mysella bidentata</i>	510	320	Lebour (1938)
<i>Montacuta ferruginosa</i>	525 (*)	340-520	Rasmussen (1944)
<i>Glossus humanus</i>	770 (*)		
<i>Cardium edule</i>	290	275-345 317-351	Rasmussen (1944) Kingston (1974) Lebour (1938)
<i>Acanthocardia echinata</i>	210		
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	200		
<i>Acanthocardia aculeata</i>	226		
<i>Ruditapes decussatus</i>	340 (*)	225 240-260	Le Pennec (1978) Beiras <i>et al.</i> (1994)
<i>Venerupis aurea</i>	362 (*)	230	Le Pennec (1978)
<i>Venerupis pullastra</i>	362 (*)	215	Le Pennec (1973)
<i>Chamelea gallina</i>	240	210 220	Le Pennec & Lucas (1970) Webb (1987)

(Tabela III.5- continuação)

	Comprimento das pós-larvas na metamorfose		
	Neste estudo	Outros trabalhos	Autores
<i>Venus verrucosa</i>	280	250	Le Pennec (1978)
<i>Dosinia spp.</i>	250		
<i>Mactra spp.</i>	380 (*)		
<i>Spisula spp.</i>	300 (*)	235 220-280	Le Pennec (1980) Webb (1987)
<i>Donacilla cornea</i>	460	280 (**)	Booth (1983)
<i>Donax variegatus</i>	336		
<i>Donax trunculus</i>	260		
<i>Donax vittatus</i>	240	250	Webb (1986)
<i>Scrobicularia plana</i>	340	250-350	Frenkiel & Moueza (1979)
<i>Abra ovata</i>	400	175 (***) 210-220	Sprung (1994a) Bachelet <i>et al.</i> (1986)
<i>Abra alba</i>	430	300 260	Rasmussen (1944) Webb (1986)
<i>Tellina spp.</i>	230	200-250 250	Chanley & Andrews (1971) Webb (1987)
<i>Solen marginatus</i>	308 (*)		
<i>Sphenia binghami</i>	226		
<i>Corbulla gibba</i>	1080 (*)	240	Rasmussen (1944)
<i>Hiatella spp</i>	350 (*)	220	Le Pennec (1978)
<i>Pholas sp.</i>	350 (*)	310 300	Le Pennec (1978) Le Pennec (1980)
<i>Teredo sp.</i>	300 (*)	190-200 212	Chanley & Andrews (1971) Fuller <i>et al.</i> (1989a)
<i>Pandora pinna</i>	510		
<i>Thracia pubescens</i>	2550 (*)		

(*) menor dimensão encontrada no substrato

(**) a dimensão refere-se a Mesodesmatidae não identificado

(***) dimensão na eclosão

Após a metamorfose, o contorno das pós-larvas reflectiu ainda a forma larvar, pelo que frequentemente foi possível inferir a forma das larvas na fase final da vida planctónica. Com o desenvolvimento subsequente, a concha da pós-larva adquiriu progressivamente a forma do adulto através do crescimento diferencial das valvas. Com efeito, é com a diferenciação morfológica que ocorre após a

metamorfose, a nível das mudanças de forma resultantes de alterações nos eixos de crescimento da concha, que as espécies adquirem características que as tornam mais facilmente diferenciáveis (Bayne, 1971).

De um modo geral, a textura da concha do adulto é adquirida muito rapidamente após a metamorfose. Na maioria dos bivalves as esculturas típicas do adulto surgiram imediatamente após a metamorfose, ou passado pouco tempo (por exemplo, em *C. edule*, a deposição das estrias radiais características da concha adulta, foi coincidente com a ocorrência da metamorfose, verificando-se nas pós-larvas com comprimentos superiores a 300 µm).

Também as fortes estrias concêntricas que caracterizam os géneros *Venus*, *Chamelea*, *Dosinia* e *Tellina* iniciaram a sua deposição logo após a metamorfose. No entanto, as estrias radiais que conjuntamente com os anéis concêntricos, originam o aspecto rendilhado da concha de *R. decussatus*, só se formaram quando o comprimento atingiu os 500 µm.

A morfologia e a textura das conchas larvares e pós-larvares diferiram entre as várias espécies, mas não apresentaram qualquer homogeneidade entre grupos taxonómicos superiores, tais como as famílias. Por conseguinte, a esse nível, não poderão ser utilizadas como características diagnosticantes. Por outro lado, as características da charneira mantiveram uma uniformidade dentro da mesma família, nomeadamente a nível da origem do ligamento.

Para além da importância das características da charneira larvar na identificação das espécies, a ontogenia da charneira permite estabelecer um paralelo com a filogenia. Assim, numa perspectiva evolutiva, os bivalves mais primitivos possuíam uma charneira sem dentes, ou seja, apresentavam as características que actualmente se verificam no *provinculum* das prodissoconchas I. Posteriormente a charneira modificou-se, e alguns bivalves adquiriram um grande número de dentes numa série contínua sobre os bordos dorsolaterais e na região subumbonal, ou seja, as características que actualmente caracterizam o *provinculum* das prodissoconchas II. Mais recentemente, nalgumas espécies de bivalves

verificou-se uma redução do número de dentes, que passaram a desenvolver-se apenas na região subumbonal, o que é típico da dissoconcha pós-larvar. Assim, em termos globais, as várias conformações que a charneira tomou ao longo da evolução filogenética dos bivalves correspondem actualmente às diferentes fases pelas quais a charneira passa desde a fase larvar mais inicial até à formação da charneira definitiva do adulto (Lutz & Hidu, 1979; Webb, 1986, 1987).

A existência de um grande número de dentes, semelhantes aos dentículos larvares, na fase adulta dos Nuculacea e Arcacea permite situá-los entre os grupos menos evoluídos dos bivalves. Também nos Mytilacea, a persistência dos dentículos larvares que se observou em *M. marmoratus* até aos 1500 μm de comprimento, constitui uma característica primitiva. A formação dos dentes, considerados por Le Pennec (1978) como falsos cardinais sobre o bordo dorsolateral da concha pós-larvar, e não na zona sub-umbonal, bem como a persistência do ligamento primitivo que acompanha o ligamento definitivo até aos 2000 μm , são características que evidenciam o baixo grau evolutivo dos Mytilacea.

Comparativamente, os Pectinacea cuja charneira larvar desaparece totalmente aos 500 μm e onde os dentes cardinais apenas surgem tardiamente e permanecem pouco diferenciados e funcionais, apresentam características que os permitem considerar como um grupo mais evoluído que os Mytilacea.

Os Tellinacea embora mantendo nalgumas espécies, como se observou em *A. alba*, porções do *provinculum* até aos 700 μm , são considerados mais evoluídos que os Pectinacea, como é sugerido por Webb (1986), dado apresentarem um maior desenvolvimento dos dentes cardinais, cuja formação se inicia antes da metamorfose.

Os Veneracea constituem um dos *taxa* mais evoluídos entre os bivalves. Nestas espécies, o desaparecimento do *provinculum* é muito precoce, e o desenvolvimento dos dentes cardinais inicia-se excepcionalmente cedo, mesmo ainda durante a fase planctónica.

Para além da charneira, o desenvolvimento ontogenético do ligamento permite caracterizar os bivalves em termos filogenéticos. Com efeito, o ligamento desloca-se do interior para o exterior da concha durante o desenvolvimento do indivíduo. De acordo com Le Pennec (1978) e Webb (1987), a passagem do ligamento interno para externo deixa o espaço livre necessário para a formação dentes cardinais. Por conseguinte, os *taxa* com ligamento interno serão mais primitivos do que aqueles onde essa estrutura é externa. O facto de não se verificar a transição completa do ligamento interno para externo nos Maत्रacea e Tellinacea justifica que sejam considerados menos evoluídos do que os Veneracea mas, por outro lado, mais evoluídos do que os Mytilacea.

O ligamento é uma estrutura que surgirá a partir de um ligamento primitivo (Le Pennec, 1980) que, segundo Lutz & Hidu (1979), apenas se desenvolverá durante ou depois da metamorfose. Nos Mytilacea observou-se a presença de um ligamento imediatamente após a metamorfose. No entanto, Lutz & Hidu (1979) referem que nalgumas espécies de Mytilacea o ligamento primitivo e o pós-larvar coexistem até aos 3000 μm de comprimento. Por outro lado, em larvas do género *Venus* observou-se o ligamento interno no final da fase larvar o qual, de acordo com Ansell (1962), originará o ligamento externo.

Para Fuller *et al.* (1989a), o desenvolvimento do ligamento ocorre ainda durante a fase planctónica e é a primeira alteração morfológica que indicia a proximidade da metamorfose. A presença de ligamento em larvas na fase final da vida planctónica indica que o início da metamorfose ocorreu ainda no plâncton, mas que apenas se irá completar após a fixação ao substrato. Deste modo, os indivíduos capturados no sedimento com dimensões inferiores às verificadas para a ocorrência da metamorfose seriam provavelmente bivalves fixados com o objectivo de seleccionarem o substrato adequado para aquisição da vida sedentária. Esta capacidade de retardamento da metamorfose parece ser, segundo Thorson (1950), comum à maioria das larvas de invertebrados marinhos.

A existência de características morfológicas típicas simplificam, de certo modo, a separação entre a fase larvar e pós-larvar dos bivalves. No entanto, a distinção entre a fase pós-larvar e juvenil destes moluscos está sujeita a alguma controvérsia. De facto, frequentemente a designação pós-larvar é utilizada num sentido mais abrangente, incluindo as primeiras etapas do desenvolvimento juvenil. Segundo Kennish (1984), a formação dos sífões nos bivalves de substratos móveis parece separar entre uma plantigrade bissal (pós-larva) de uma plantigrade juvenil (juvenil), já que com o aparecimento dos sífões os indivíduos podem enterrar-se. Também as observações realizadas no presente trabalho permitiram constatar que em muitas espécies, nomeadamente *Abra ovata* e *Donax trunculus*, os bivalves com 1 mm já tinham os sífões bem desenvolvidos. No entanto, para as espécies de substratos duros, sem sífões a separação é pouco objectiva. Desta forma, a opção por uma separação baseada nas dimensões, como se utilizou neste trabalho (inferior a 1 mm - pós-larva e superior a 1 mm - juvenil), poderá constituir uma alternativa.

6 - CONCLUSÕES

A identificação das larvas e pós-larvas representou a principal dificuldade na realização do estudo sobre estas fases iniciais da vida dos bivalves. Apesar disso, identificaram-se 18 *taxa* larvares e 45 *taxa* pós-larvares, durante o período em que decorreu a amostragem, na Ria Formosa.

O recurso às características morfológicas e biométricas possibilitou a separação entre os *taxa*. A estrutura da charneira larvar e pós-larvar, a nível da forma, número e posição dos denticulos ou dentes, revelou ser semelhante entre as várias espécies de uma mesma família, e consistiu na principal característica diagnosticante na identificação dos indivíduos. A forma e a textura da concha foram também aspectos que contribuíram para a identificação das espécies, pelo que podem ser utilizados na sistemática larvar e pós-larvar.

Apesar da sobreposição dos valores do comprimento do *provinculum* em vários dos *taxa* larvares identificados, esta medição foi a que permitiu uma melhor separação entre as larvas mais abundantes, concretamente de *Ruditapes* spp., *Cardium* spp. e *Venerupis* spp.. As relações estabelecidas entre as várias medidas das larvas: comprimento/altura; comprimento/comprimento do *provinculum* e altura/comprimento do *provinculum* apresentaram, de um modo geral, limites de distribuição sobrepostos, pelo que apenas pontualmente permitiram a separação entre os *taxa*.

A análise da forma como se relacionaram os diferentes eixos de crescimento das conchas larvares evidenciou que, apenas em *C. angulata* e *Hiatella* spp., o crescimento ocorreu sobretudo no eixo dorso-ventral. Por outro lado, o crescimento mais acentuado no eixo antero-posterior ocorreu nas larvas de *Cardium* spp. e de *Ruditapes* spp.. As regressões lineares estabelecidas entre o comprimento e a altura foram as que se traduziram por coeficientes de determinação mais elevados, comparativamente aos determinados através das regressões entre o comprimento ou a altura com o comprimento do *provinculum*.

Também as regressões lineares calculadas entre as medidas do comprimento, altura e espessura das conchas pós-larvares apresentaram coeficientes de determinação mais elevados na relação entre o comprimento e a altura. Em qualquer das espécies analisadas o eixo preferencial de crescimento das pós-larvas foi o antero-posterior.

A utilização das rectas de regressão linear obtidas permitiu a separação entre espécies muito semelhantes, concretamente entre *V. aurea* e *V. pullastra*, principalmente na relação estabelecida entre o comprimento e a espessura das conchas já que, desde muito cedo, esta última espécie evidenciou uma maior espessura para um mesmo comprimento. De facto, nas pós-larvas de Veneridae, bem como nas das espécies de Scrobiculariidae notou-se, a partir dos 500 µm de comprimento, uma alteração nos eixos preferenciais de crescimento o que facilitou a identificação das várias espécies.

Capítulo IV
Ecologia das Larvas de Bivalves

Capítulo IV- Ecologia das Larvas de Bivalves

1 - INTRODUÇÃO

Os estudos de ecologia larvar têm por objectivo analisar os factores que influenciam a distribuição e abundância das larvas e, para além disso, identificar os processos que ocorrem durante as fases larvares e que influenciam a distribuição e abundância dos adultos (Young, 1990).

As fases larvares planctónicas de bivalves ocorrem em todas as latitudes, desde os pólos às regiões tropicais (Sastry, 1979; Thorson, 1946). O tipo de desenvolvimento larvar planctónico (planctotrófico ou lecitotrófico) dos invertebrados marinhos bentónicos revela uma clara polaridade biológica, quer horizontalmente com a latitude, quer verticalmente com a profundidade, predominando o desenvolvimento larvar planctotrófico nas zonas costeiras (Ockelmann, 1965). Também Mileikosky (1971) referiu a existência de diferentes tipos de desenvolvimento larvar dependendo dos parâmetros ambientais.

Para além destas variações espaciais, as abundâncias de larvas de bivalves variam temporalmente, sobretudo nas zonas costeiras temperadas. Nestas, a reprodução das espécies com larvas meroplanctónicas como as de bivalves, que ocorre principalmente durante os meses de Primavera e Verão, traduz-se num claro aumento da densidade desses planctontes nesses períodos do ano, como foi observado na Ria Formosa por Sprung (1994b).

Tanto as variações espaciais das abundâncias larvares de bivalves como as variações temporais são condicionadas por parâmetros ambientais. Para além de determinarem o período de ocorrência das larvas e o tipo preferencial de desenvolvimento larvar, o que depende principalmente da estratégia de reprodução dos adultos, os parâmetros ambientais condicionam o desenvolvimento morfológico e a duração e o sucesso da vida das larvas. Com efeito, os factores bióticos e abióticos do meio podem influenciar de forma directa a

sobrevivência ou o crescimento das larvas e, por outro lado, podem condicionar o comportamento das larvas na coluna de água, como foi observado nomeadamente com a temperatura (Carriker, 1951; Hidu & Haskin, 1978), a salinidade (Nelson & Perkins, 1930; Turner & George, 1955; Hidu & Haskin, 1978), a luz (Thorson, 1964; Bayne, 1964; Levin, 1986; Kaartvedt *et al.*, 1987), a pressão hidrostática (Bayne, 1963) e a disponibilidade alimentar (Salaün, 1987).

Apesar de Thorson (1946) ter salientado a importância das larvas de bivalves no plâncton, frequentemente nos estudos de zooplâncton as larvas de bivalves são referidas apenas como um grupo, não sendo analisadas as variações de cada *taxon*, como se verifica nomeadamente nos trabalhos de Henderson & Marshall (1944), Marshall (1948), Scheltema (1971), Lutz *et al.* (1980), Massapina (1982), Scheltema (1983), Chícharo & Chícharo (1991), Morgado (1993) e Vilela (1993). De facto, são raros os trabalhos que analisam pormenorizadamente a ocorrência espaço-temporal destes planctontes, sendo de referir os de Lebour (1938), Sullivan (1948), Rees (1951, 1954), Hrs-Brenko (1971), Jørgensen (1981), Dominguez & Alcaraz (1983), Alcaraz & Domínguez (1985), Kalyanasundaram (1987), Leal (1989), Chícharo (1992, 1993, 1994b) e Júlio (1994).

Este capítulo tem por objectivo descrever as variações temporais, mensais e horárias, dos vários *taxa* de larvas de bivalves na Ria Formosa e relacionar essas flutuações com alguns parâmetros ambientais, nomeadamente com a temperatura, salinidade, estado das marés e velocidade e direcção do vento e das correntes.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Estratégia de amostragem

A amostragem das fases larvares de bivalves decorreu entre Abril de 1990 e Julho de 1991, na ponte para a ilha de Faro (Fig. 4.1), exactamente a meio do canal.

Utilizou-se uma periodicidade de amostragem de 2 ou 3 dias durante os meses de Primavera, Verão e início do Outono, enquanto que, nos restantes meses de Outono e de Inverno, efectuaram-se recolhas semanais, num total de 132 amostras.

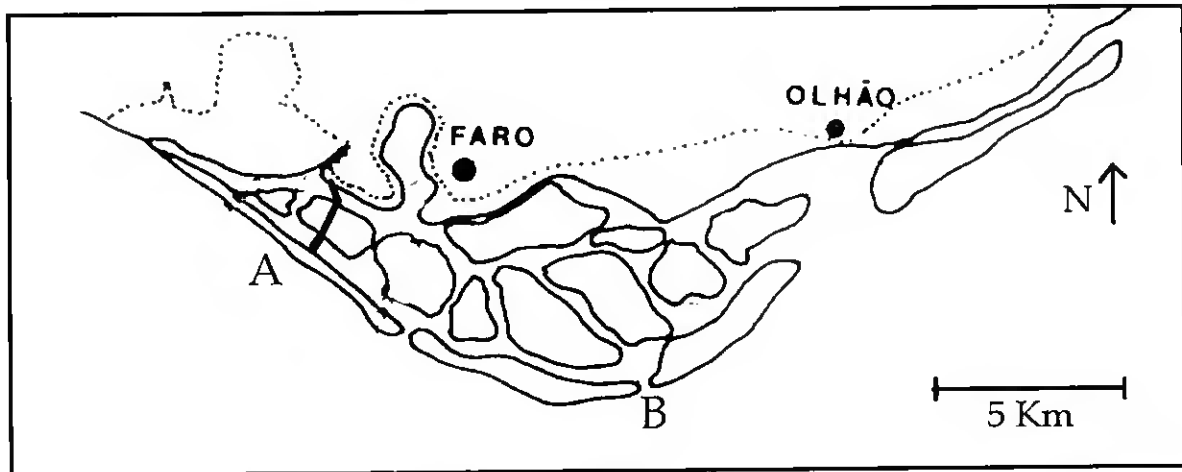


Figura 4.1 - Mapa da Ria Formosa com indicação das estações de recolha: A - zona da ponte para a ilha de Faro e; B - zona da barra de Faro-Olhão. Adaptado de Andrade (1992).

A velocidade das correntes em preia-mar, baixa-mar, maré vazante e enchente, em marés com coeficientes diferentes, foi determinada na zona da ponte para a ilha de Faro, com um fluxómetro suspenso à profundidade aproximada de 1 metro (Anexo III).

Para amostrar as larvas de bivalves filtraram-se 20 a 40 litros de água por um crivo com malha de 60 μm . As amostras foram fixadas com hipoclorito de sódio a 5%. As abundâncias foram convertidas para o metro cúbico. As recolhas foram efectuadas à superfície e em meia-vazante, a única situação de maré em que se verificou sempre uma boa mistura da coluna de água, independentemente do coeficiente de maré. Para além disso, como se pretendia determinar principalmente a abundância das larvas de espécies de bivalves da Ria Formosa, deste modo limitou-se a captura de larvas provenientes de espécies das zonas exteriores da Ria.

Efectuaram-se 2 ciclos de 24 horas de amostragem de ponto fixo (amostragem euleriana), nos dias 6 e 7 de Junho de 1989 na barra de Faro-Olhão, e nos dias 26 e 27 de Julho de 1990 na ponte para a ilha de Faro. As amostras foram obtidas com intervalos de 1,5 horas e de 2 horas, respectivamente na primeira e segunda amostragem. Ambos os ciclos de amostragem foram efectuados em situação de marés vivas.

A temperatura e a salinidade da água foram medidas com uma sonda Kent Eil modelo 5005, tipo MC5, excepto no ciclo de recolhas efectuado na barra de Faro-Olhão em que a salinidade não foi medida, e durante um período de recolhas na ponte para a ilha de Faro em que a temperatura foi medida com um termómetro. As medições com a sonda foram efectuadas a cerca de 1 metro de profundidade.

No ciclo de recolhas efectuado na barra de Faro-Olhão utilizou-se um correntómetro Valeport modelo BFM 208 para medir a velocidade e direcção das correntes, o qual foi suspenso de uma embarcação e mantido à profundidade de 1 metro.

Os dados das medições semanais da velocidade e a direcção do vento foram obtidos na estação do Serviço Meteorológico do Aeroporto de Faro, que se situa próximo do local estudado.

2.2 - Processamento das amostras

As amostras de larvas de bivalves foram fixadas e conservadas em hipoclorito de sódio a 5%. O processamento das larvas com vista à sua identificação encontra-se descrito na secção de Material e Métodos do capítulo III (pág. 21). As larvas de bivalves foram identificadas até ao menor nível taxonómico possível, para o que se utilizou um microscópio de inversão Zeiss modelo IM 35. Pontualmente utilizou-se um microscópio electrónico de varrimento Philips modelo 301.

2.3 - Turbulência da coluna de água

2.3.1 - influência do vento

Estimou-se a turbulência provocada pelo vento na coluna de água através do cálculo da taxa de dissipação da energia cinética, como proposto por Mackenzie & Leggett (1991):

$$\log \varepsilon = -5,104 \times Z^{-0.079} + 0,748 \log (W^3) + 0,945 \text{ ENV} \quad (r^2= 0,60) \quad (\text{eq. 4.1})$$

em que ε é a taxa de dissipação da energia cinética de turbulência (W.m^{-3}); Z é a profundidade em metros; W é a velocidade do vento (m.s^{-1}) e ENV é uma constante que toma o valor 0 (zero) para medições para além da plataforma continental e o valor 1 para medições na plataforma continental ou em lagos.

2.3.2 - influência da maré

Relativamente à contribuição da maré para a turbulência na coluna de água, Bowers & Simpson (1987) referem que o potencial para uma mistura completa da coluna de água é expressa pela fracção u^3/h , em que u é a velocidade média da maré e h é a profundidade da coluna de água. No entanto, a maioria da energia cinética resultante das marés é perdida sob a forma de calor, pelo que apenas uma fracção contribui para a mistura vertical da coluna de água(ε). Assim:

$$\varepsilon = \zeta u^3/h \quad (\text{eq. 4.2})$$

em que ζ é a percentagem da energia cinética total utilizada para a mistura. Segundo Bowers & Simpson (1987), $\zeta = 0,006$, enquanto que o limite que separa uma coluna de água bem misturada de uma coluna de água estratificada é $u^3/h = 0,004 \text{ m}^2.\text{s}^{-3}$. Assim, o valor de ε a partir do qual se considera que existe uma boa mistura da coluna de água é $0,006 \times 0,004 \text{ m}^2.\text{s}^{-3}$, ou seja, $2,4 \times 10^{-5} \text{ m}^2.\text{s}^{-3}$.

2.4 - Análise estatística

Para o tratamento dos dados utilizou-se o programa Statistica versão 4.5 para Windows, e o programa M.V.S.P. especificamente para o cálculo do índice de diversidade e equitabilidade. Utilizou-se a seguinte notação para os coeficientes e testes estatísticos: n é o número de observações, r_s o coeficiente de correlação ordinal de Spearman, p a probabilidade de se verificar a hipótese nula, H a estatística do teste de Kruskal-Wallis e $d.f.$ o número de graus de liberdade.

2.4.1 - Análise cronológica

A duração da vida planctónica foi determinada através do cálculo de correlações cruzadas. A aplicação desta técnica de análise cronológica pressupõe a amostragem de um determinado fenómeno a intervalos de tempo regulares, durante um período definido e segundo um mesmo processo. Legendre & Legendre (1979) referem a necessidade de se dispôr pelo menos de 100 observações para que os resultados tenham valor estatístico. No entanto, Fortier & Leggett (1983) compararam os resultados da aplicação desta técnica em séries com 43 e 130 observações, não tendo encontrado diferenças significativas. Por outro lado, Andrade (1986) utilizou séries de 25 observações.

Neste estudo correlacionaram-se os dados de 27 observações, separadas por períodos aproximados de 15 dias, através da técnica de correlações cruzadas. Em termos gerais, este processo de cálculo pode ser visualizado como a deslocação de uma série de dados Y relativamente a uma série X, n intervalos elementares, sendo sucessivamente efectuado o cálculo do valor da correlação entre as secções comuns. Assim, relacionou-se o número cumulativo de larvas capturadas por metro quadrado (profundidade do local = 3 metros), no intervalo de tempo (aproximadamente 15 dias) que antecedeu a recolha de um colector com sedimento, com a abundância das pós-larvas, por metro quadrado, com comprimento inferior a 500 μm capturadas nesse colector.

2.4.2 - Diversidade e equitabilidade

A diversidade específica constitui um dos conceitos básicos utilizados na caracterização das comunidades e ecossistemas, podendo ser definida sumariamente como a medida da composição em espécies, expressa em termos do número espécies (riqueza específica) e da sua abundância relativa (equitabilidade) (Pielou, 1975; Legendre & Legendre, 1979).

A noção de diversidade foi abordada pela primeira vez por Gleason (1922) que estabeleceu uma relação linear entre o número de espécies e o logaritmo da superfície estudada. Este conceito foi retomado por vários autores durante a década de quarenta, nomeadamente por Simpson (1949). A noção de riqueza específica foi introduzida por MacIntosh (1967), sendo no entanto muito difícil de definir já que considera o tamanho da amostra. Na verdade, quanto maior for a amostra maior será o número provável de espécies inventariadas. Por conseguinte e devido a ser impossível determinar o número total de espécies de uma comunidade, o índice de diversidade deve ser tanto quanto possível independente do tamanho da amostra. Assim, em vez de determinar a riqueza específica de uma comunidade, normalmente estuda-se apenas uma parte desse conjunto, ou seja, uma taxocenose (Margalef, 1986). Esta entidade pode ser definida como o conjunto de membros de um *taxon* supra-específico, comparáveis em modo de vida e em dimensões, que ocupam o mesmo biótopo.

Vários índices de diversidade têm sido propostos, nomeadamente por Shannon & Weaver (1949), Margalef (1986), Pielou (1969; 1975), Daget (1979) e Legendre & Legendre (1979).

Determinou-se a diversidade das larvas de bivalves ao longo do período de amostragem, com base no número total de indivíduos de cada *taxa* que ocorreram em cada um dos meses, através do índice de Shannon-Weaver:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \times \log_2 p_i \quad (\text{eq. 4.3})$$

em que H é o conteúdo de informação da amostra (índice de diversidade específica), S é o número de espécies e p_i é a proporção da amostra total que pertence à espécie i . Como se utiliza \log_2 , a informação é dada em "bits" por indivíduo ou seja, a unidade de indeterminação corresponde ao caso de duas espécies cuja captura é igualmente provável (Daget, 1979).

A dependência do tamanho da amostra é uma das principais limitações à aplicação dos índices de diversidade (Ferraris, 1978; Daget, 1979; Krebs, 1985). Deste modo, para a comparação entre amostras diferentes é preferível utilizar um índice de diversidade relativa, denominado equitabilidade. Das várias medidas de equitabilidade recorreu-se à proposta por Legendre & Legendre (1979):

$$Eq = \frac{H}{H_{\max}} \quad (\text{eq. 4.4})$$

que consiste em comparar a diversidade medida na população estudada (H) com o valor máximo que essa diversidade poderia atingir teoricamente (H_{\max}).

2.4.3 - Análise multivariada

A análise por componentes principais é um dos métodos de ordenação que permite representar uma nuvem de pontos a n dimensões num sistema de eixos de duas ou três dimensões, com a menor perda possível de informação (Pielou, 1984).

Em termos gerais, este método consiste na projecção da nuvem de pontos num espaço bidimensional. Para tal, o sistema de eixos roda de modo a que o eixo das abcissas corte a nuvem pelo seu maior comprimento e explique a maior variância. O segundo eixo principal é perpendicular e expressa a segunda maior variância, e assim sucessivamente. As componentes principais são os vectores directores associados a cada eixo.

A matriz dos dados foi estandardizada através da fórmula de conversão:

$$Y'_i = \frac{Y_i - \bar{Y}}{s} \quad (\text{eq. 4.5})$$

em que Y'_i é o valor estandarizado de ordem i da linha Y , Y_i é o valor de ordem i da matriz original, s é o desvio padrão e \bar{Y} é a média dos valores da linha Y .

3 - RESULTADOS

3.1 - Variação mensal

3.1.1 - Parâmetros abióticos

3.1.1.1 - Temperatura

A temperatura da água foi mais elevada na Primavera e no Verão e os valores mais baixos ocorreram nos meses de Outono e Inverno. O valor máximo (27,5°C) ocorreu em Julho de 1990 e o mínimo (13,1°C) em Janeiro de 1991 (Fig. 4.2).

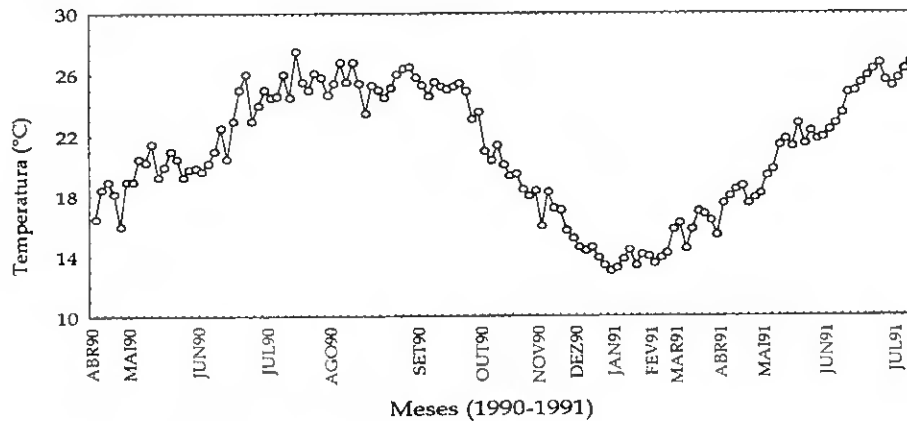


Figura 4.2 - Variação da temperatura da água na zona da ponte para a ilha de Faro durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

3.1.1.2 - Salinidade

Nos meses de maior precipitação a salinidade foi mais reduzida tendo atingido um mínimo de 33 PSU em Janeiro e Fevereiro de 1991, enquanto que o

máximo de 37,25 PSU foi medido durante os meses de Verão, concretamente em Agosto de 1990 (Fig. 4.3).

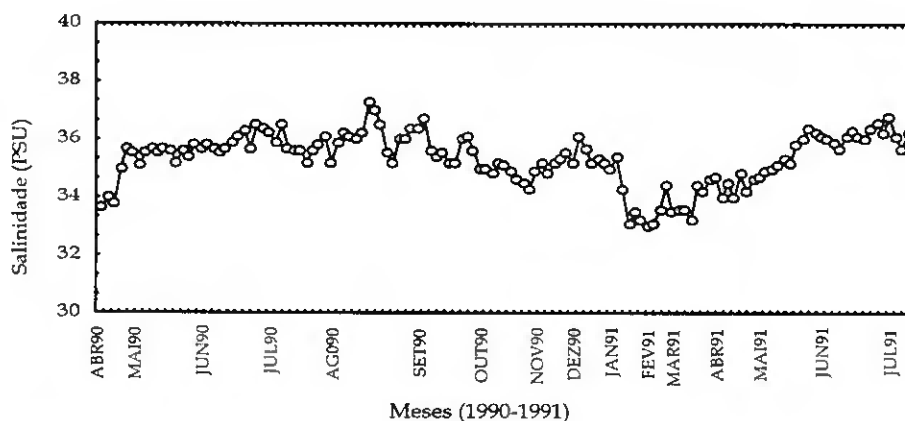


Figura 4.3 - Variação da salinidade na zona da ponte para a ilha de Faro durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

3.1.1.3 - Velocidade e direcção do vento

A velocidade do vento variou entre 0 e 9,72 m/s. Os valores mais elevados ocorreram em Dezembro de 1990 e em Maio de 1991. A amplitude das variações foi de um modo geral superior nos meses de Outono e Inverno (Fig. 4.4).

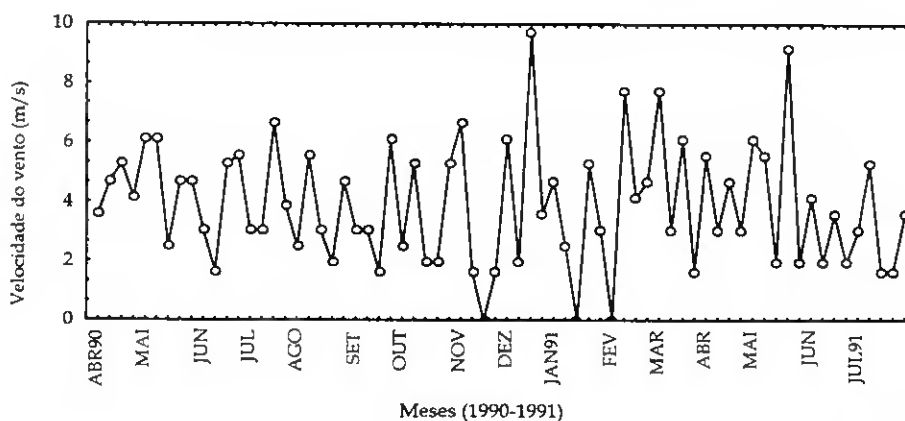


Figura 4.4 - Variação da velocidade do vento, em metros por segundo, durante o período de amostragem.

A análise semanal da direcção do vento, entre os meses de Abril de 1990 e Julho de 1991, permitiu verificar que a direcção preferencial do vento na Ria Formosa foi de Noroeste (NO), a que se seguiu a direcção Oeste (Fig. 4.5).

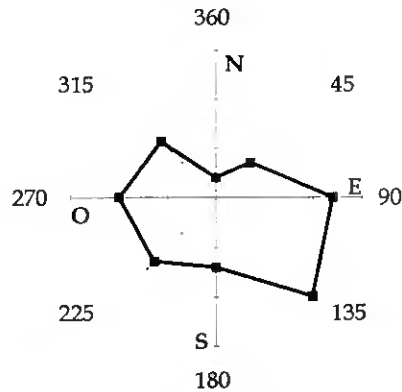


Figura 4.5 - Variação da direcção do vento durante o período de amostragem.

3.1.1.4 - Turbulência da coluna de água

3.1.1.4.1 - influência do vento

A influência do vento na mistura da coluna de água, expressa através da taxa de dissipação, variou acentuadamente entre medições (Fig. 4.6). No entanto, não se verificaram quaisquer flutuações mensais ou mesmo estacionais. Os valores da turbulência variaram entre -2,3 e -4,1 $m^2.s^{-1}$.

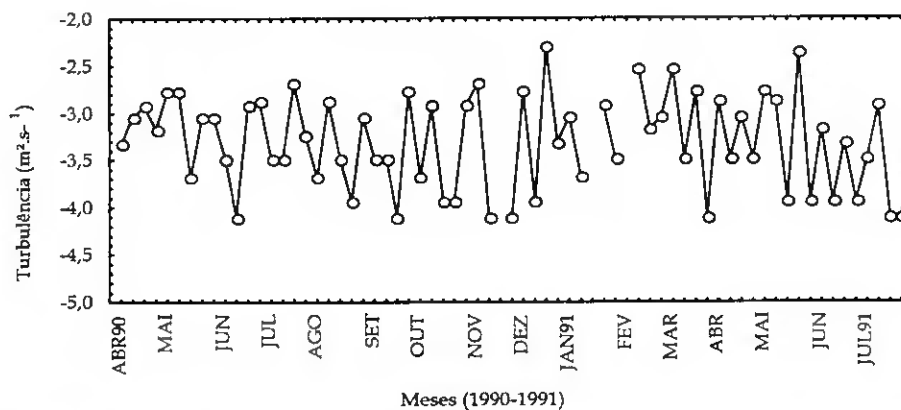


Figura 4.6 - Variação da turbulência na coluna de água provocada pela velocidade do vento durante o período de amostragem.

3.1.1.4.2 - Influência da maré

A influência do estado da maré na turbulência e mistura vertical da coluna de água, evidenciada através da taxa de energia cinética, permitiu verificar que foi durante a maré meia-vazante e meia-enchente que ocorreu a maior mistura da coluna de água. Essa homogeneização diminuiu progressivamente das marés vivas para as marés mortas, passando pelas de amplitude intermédia (Fig. 4.7).

No entanto, é apenas na situação de meia-vazante que para qualquer amplitude da maré, mesmo em marés mortas, é atingido o limite de $\epsilon=2,4 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$, indicador de uma situação de mistura da coluna de água.

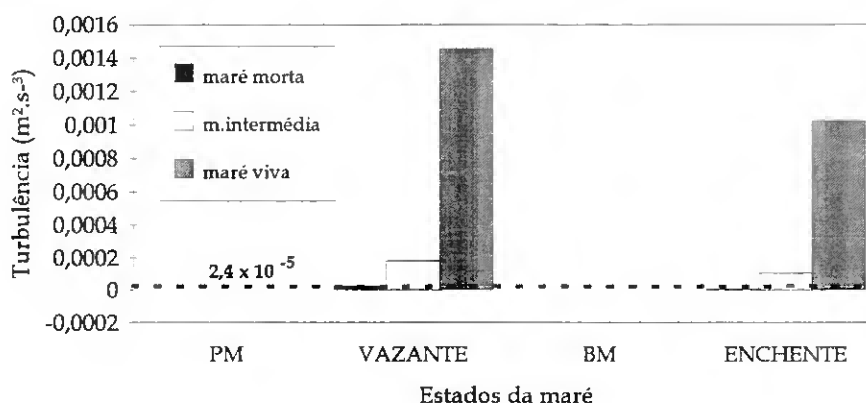


Figura 4.7 - Turbulência na coluna de água provocada pelas correntes de maré, de diferentes estados (preia-mar - PM; baixa-mar - BM; vazante e enchente) na zona da ponte para a ilha de Faro. A linha a tracejado indica o valor acima do qual se considerou a existência de mistura vertical na coluna de água.

3.1.2 - Composição taxonómica e abundância relativa

Foram identificados 18 *taxa* de larvas de bivalves pertencentes às superfamílias Maत्रacea, Tellinacea, Solenacea, Pholadacea e às famílias Nuculidae, Anomiidae, Mytilidae, Ostreidae, Pectinidae, Cardiidae, Veneridae e Hiatellidae.

As famílias que incluíram um maior número de *taxa* identificados foram a Veneridae (4 *taxa*), Mytilidae (2 *taxa*) e Cardiidae (2 *taxa*). Destes *taxa* foi possível

identificar 9 gêneros e apenas em dois casos se atingiu o nível específico (Tab. IV.1).

Em termos quantitativos as larvas mais abundantes encontradas no plâncton da Ria Formosa foram as dos gêneros *Mytilus* (25,4%), a que se seguiram as de *Ruditapes* (14,9%), *Cardium* (14,6), *Venerupis* (10,8%) e da superfamília Tellinacea (7,5%) (Tab. IV.1).

Tabela IV.1 - Abundâncias relativas, expressas em percentagem, das larvas de bivalves capturadas na Ria Formosa, entre Abril de 1990 e Julho de 1991.

	Abundância (%)
<i>Mytilus edulis</i>	25,4
<i>Ruditapes</i> spp.	14,9
<i>Cardium</i> spp.	14,6
<i>Venerupis</i> spp.	10,8
Tellinacea	7,5
Pholadacea	4,4
<i>Anomia ephippium</i>	3,7
<i>Venus</i> spp.	3,6
Mactracea	2,5
<i>Chlamys</i> spp.	2,1
<i>Crassostrea angulata</i>	2,0
<i>Hiatella</i> spp.	1,5
Solenacea	0,9
Pectinidae	0,8
<i>Acanthocardia</i> spp.	0,2
<i>Modiolus</i> spp.	0,19
<i>Chamelea</i> sp.	0,09
<i>Nucula</i> sp.	0,03
Não identificados	4,7

3.1.3 - Períodos de ocorrência no plâncton

Foram capturadas larvas de bivalves no plâncton durante todo o período de amostragem. O único *taxa* sempre capturado ao longo dos vários meses foi a superfamília Tellinacea. Outras larvas que ocorreram praticamente ao longo de

todo o período de amostragem foram as dos *taxa*: *Cardium*, *Mytilus* e *Venus* (Tab. IV.2).

Tabela IV.2 - Ocorrência das larvas de bivalves dos vários *taxa* capturadas no plâncton da Ria Formosa entre Abril de 1990 e Julho de 1991.

<i>Taxa</i>	ABR90	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN91	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL91
<i>Nucula</i> sp.																
<i>Anomia ephippium</i>																
<i>Mytilus edulis</i>																
<i>Modiolus</i> spp.																
<i>Crassostrea angulata</i>																
Pectinidae																
<i>Chlamys</i> spp.																
<i>Cardium</i> spp.																
<i>Acanthocardia</i> spp.																
<i>Ruditapes</i> sp.																
<i>Venerupis</i> spp.																
<i>Venus</i> spp.																
<i>Chamelea</i> sp.																
Maत्रacea																
Tellinacea																
Solenacea																
<i>Hiatella</i> sp.																
Pholadacea																

3.1.4 - Variação das abundâncias larvares

O número de *taxa* de larvas de bivalves variou com as estações do ano, tendo apenas ultrapassado a dezena entre Maio e Agosto de 1990 e entre Maio e Julho de 1991.

Em termos quantitativos, as abundâncias médias por metro cúbico mais elevadas destes planctontes foram encontradas em Abril e Maio de 1990, após o que decresceram quase uniformemente até Dezembro. A partir desse mês os valores voltaram a aumentar, tendo ocorrido máximos de abundância em Fevereiro, Abril e Julho de 1991 (Fig. 4.8). Neste último mês atingiram-se as

abundâncias médias mais elevadas de todo o período de amostragem, concretamente 1468 larvas/m³.

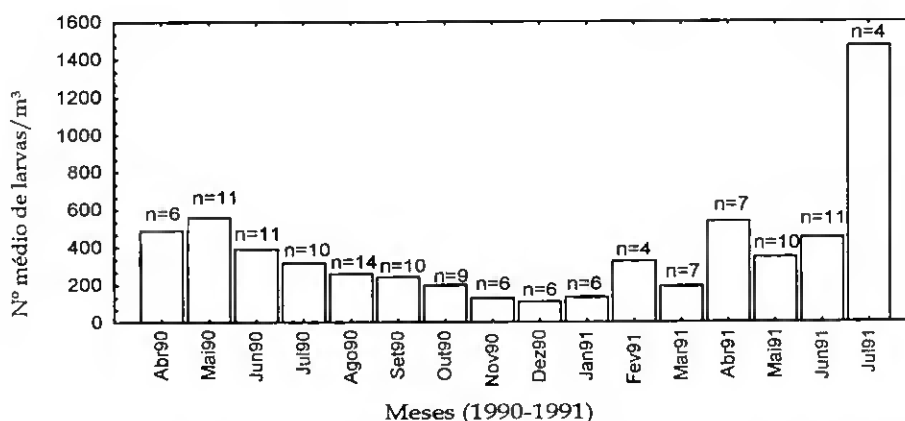


Figura 4.8 - Média mensal da abundância de larvas de bivalves no plâncton da Ria Formosa, por metro cúbico: n indica o número de observações.

As abundâncias totais por metro cúbico registadas variaram entre 267 larvas/m³ em Dezembro de 1990 e 9600 larvas/m³ em Maio de 1990 (Fig. 4.9).

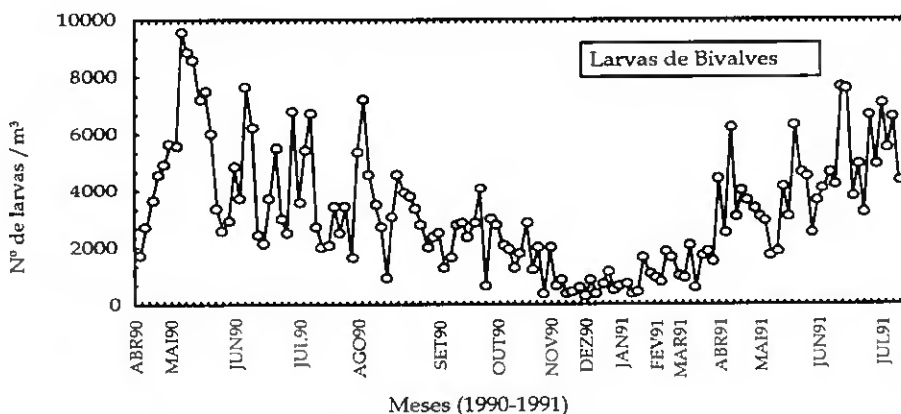


Figura 4.9 - Abundância das larvas de bivalves por metro cúbico no plâncton da Ria Formosa durante o período de amostragem (n= 11793). A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

Verificou-se uma variação das abundâncias larvares com carácter estacional e os valores mais elevados ocorreram tendencialmente durante os meses de Primavera e Verão. Esta flutuação estacional é nítida na maioria dos taxa, apesar das variações acentuadas entre meses e mesmo entre recolhas. Assim, em

Pectinidae (Fig. 4.13), Pholadacea (Fig. 4.23), Solenacea (Fig. 4.21), *Ruditapes* spp. (Fig. 4.16), *Venerupis* spp. (Fig. 4.17) e *Crassostrea angulata* (Fig. 4.12) as abundâncias mais elevadas ocorreram nos meses de Primavera e Verão, sendo completa ou praticamente ausentes do plâncton durante os meses de Outono e Inverno. As larvas de Tellinacea (Fig. 4.20), Mactracea (Fig. 4.19), *Mytilus edulis* (Fig. 4.11), *Cardium* spp. (Fig. 4.15), *Venus* spp. (Fig. 4.18), *Anomia ephippium* (Fig. 4.10) e *Chlamys* spp. (Fig. 4.14) ocorreram em qualquer estação do ano, apesar das abundâncias serem superiores nos meses de Primavera e Verão. Por outro lado, as larvas de *Hiattella* spp. (Fig. 4.22) foram capturadas principalmente nos meses de Inverno e início da Primavera.

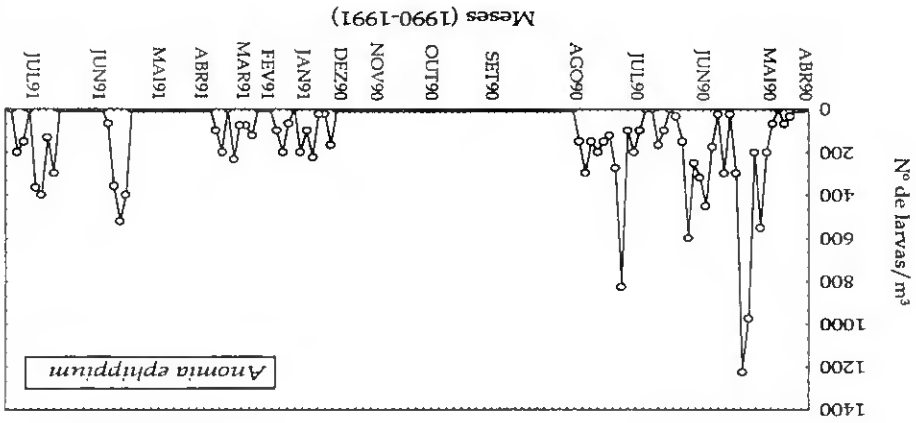


Figura 4.10 - Abundância das larvas de *Anomia ephippium* (n=424) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

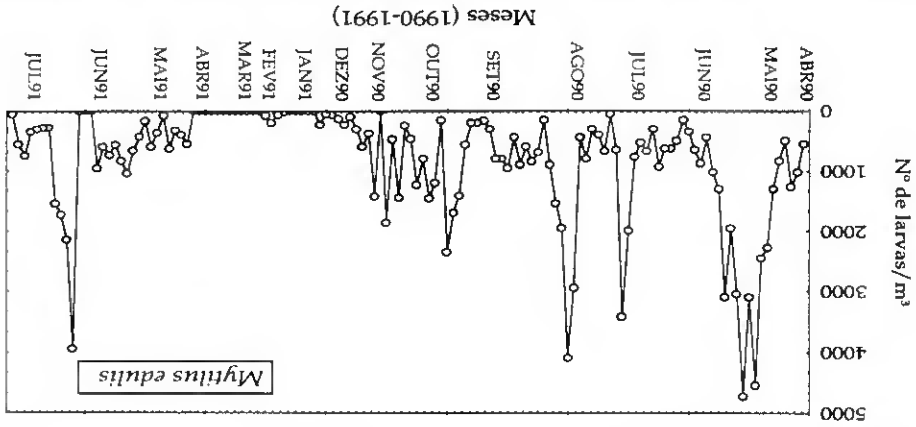


Figura 4.11 - Abundância das larvas de *Mytilus edulis* (n=2991) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

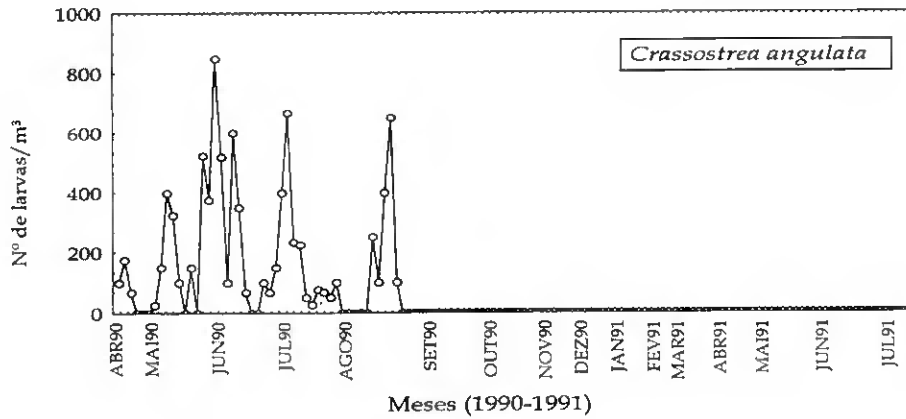


Figura 4.12 - Abundância das larvas de *Crassostrea angulata* (n= 244) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

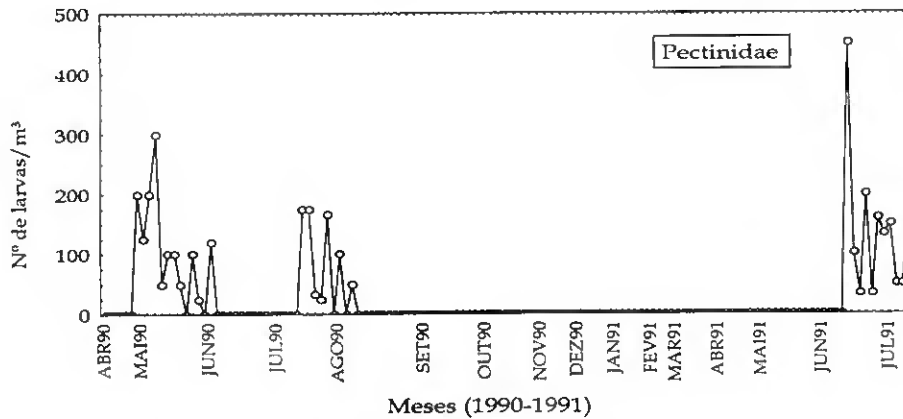


Figura 4.13 - Abundância das larvas de Pectinidae (n= 104) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

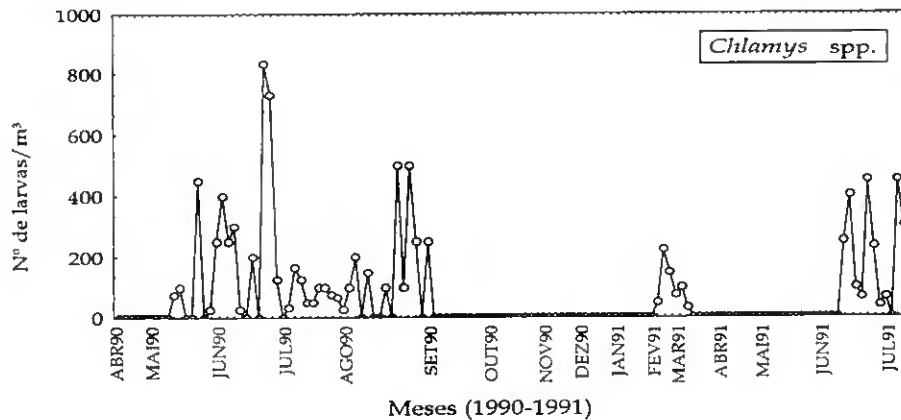


Figura 4.14 - Abundância das larvas de *Chlamys spp.* (n= 248) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

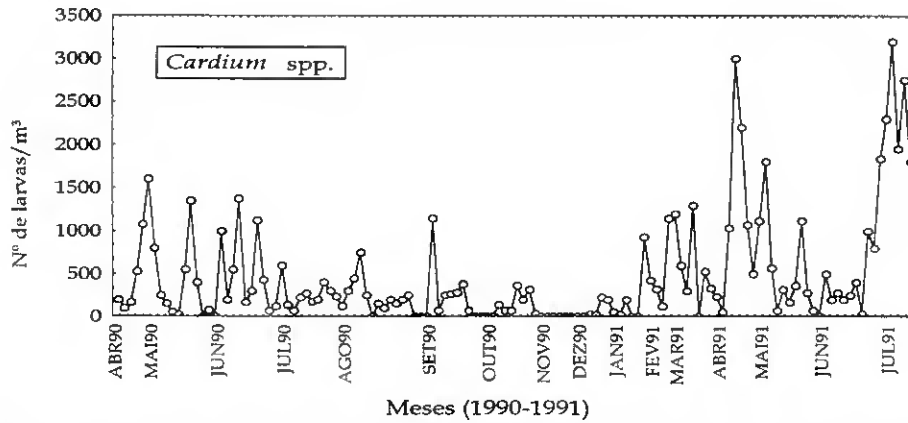


Figura 4.15 - Abundância das larvas de *Cardium* spp. (n= 1727) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

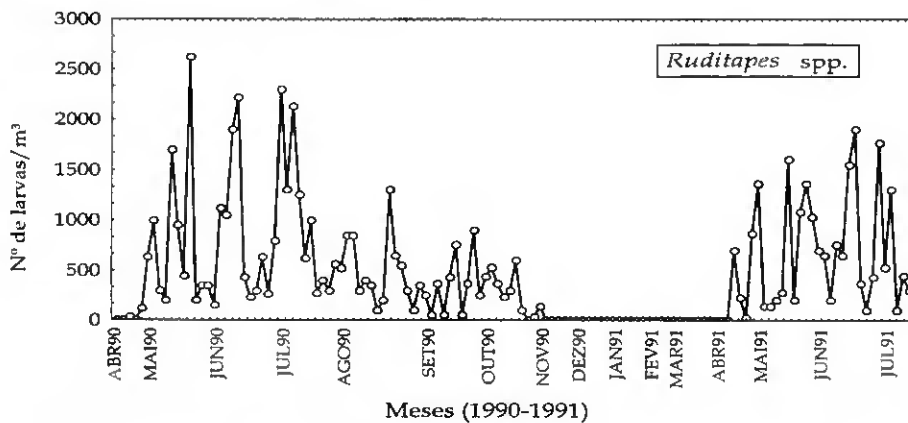


Figura 4.16 - Abundância das larvas de *Ruditapes* spp. (n= 1756) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

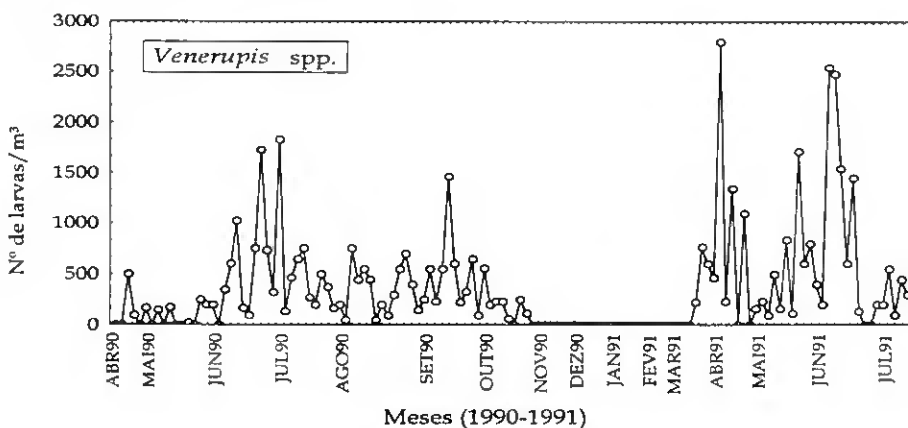


Figura 4.17 - Abundância das larvas de *Venerupis* spp. (n= 1273) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

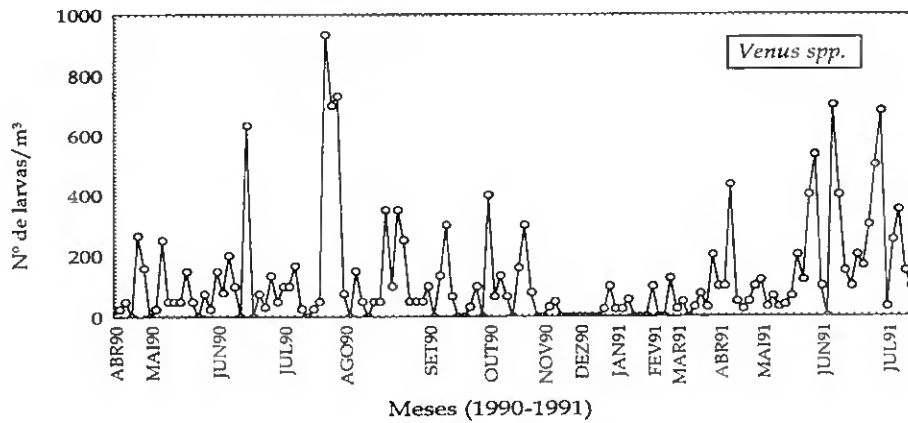


Figura 4.18 - Abundância das larvas de *Venus* spp. (n= 421) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

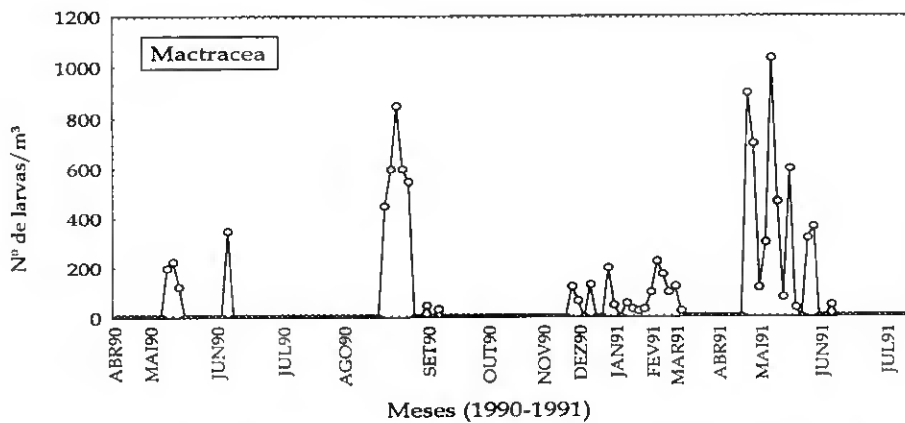


Figura 4.19 - Abundância das larvas de *Mactracea* (n= 299) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

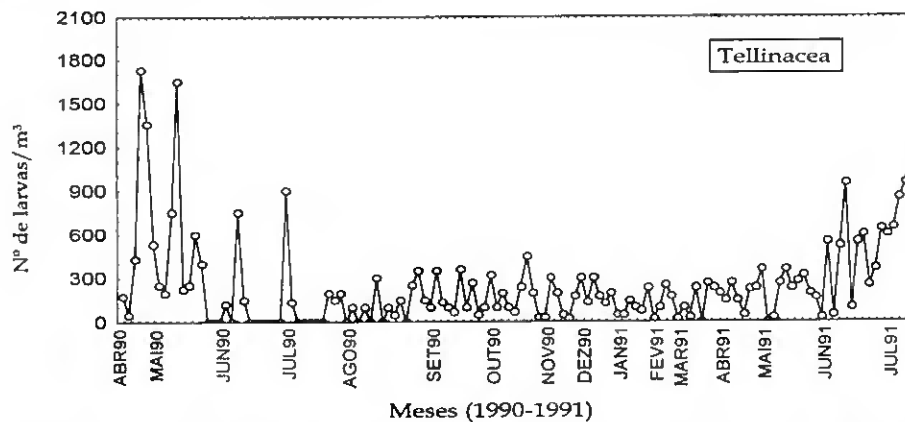


Figura 4.20 - Abundância das larvas de *Tellinacea* (n= 886) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

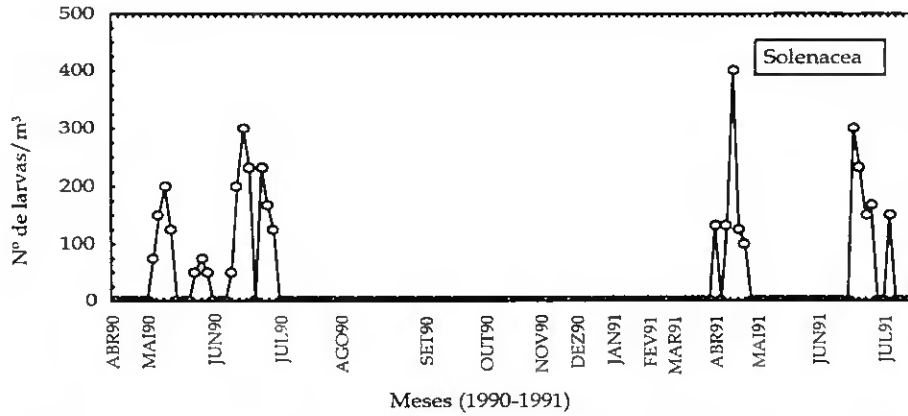


Figura 4.21 - Abundância das larvas de *Solenacea* (n= 112) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

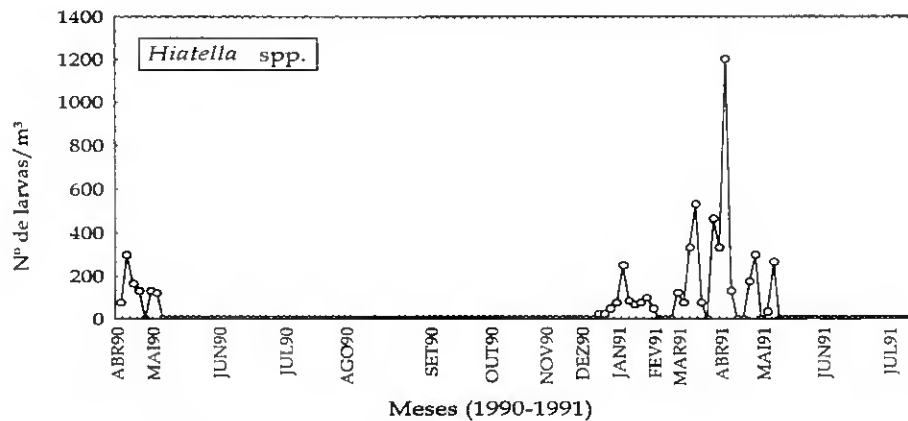


Figura 4.22 - Abundância das larvas de *Hiatella* spp. (n= 177) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

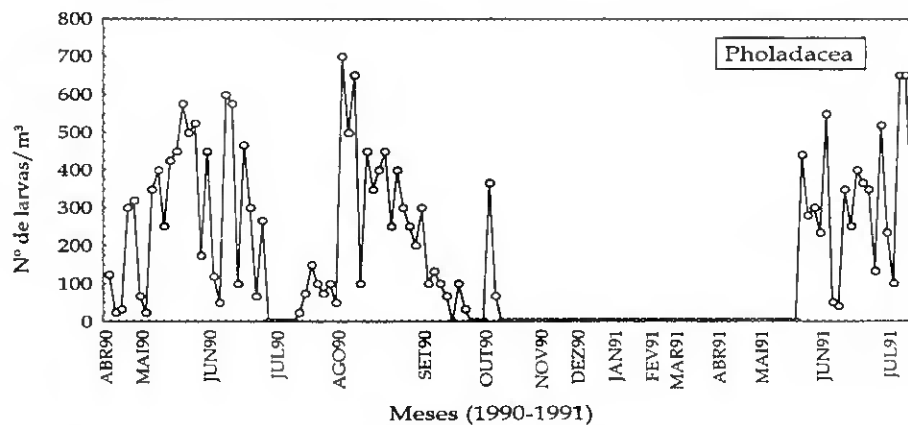


Figura 4.23 - Abundância das larvas de *Pholadacea* (n=521) durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

3.1.5 - Diversidade e equitabilidade

A diversidade, calculada através do índice de Shannon-Weaver, não apresentou grandes variações ao longo do período de amostragem, com excepção do mês de Novembro de 1990, em que foi atingido o valor mínimo de 0,59 "bits". Por outro lado, o valor mais elevado, 3,1 "bits", ocorreu em Junho de 1990. A equitabilidade variou entre 0,58 em Novembro e 0,89 em Dezembro de 1990, mas de um modo geral os valores situaram-se entre 0,7 e 0,8 (Fig. 4.24).

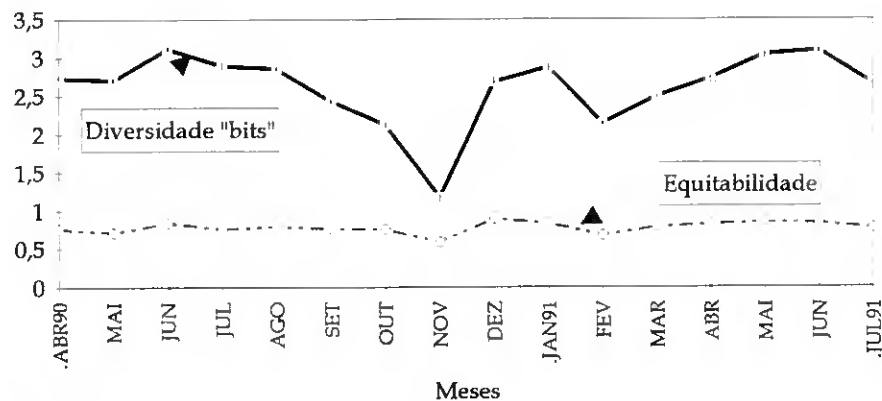


Figura 4.24 - Índice de diversidade de Shannon-Weaver e da equitabilidade aplicados ao total de larvas e de espécies capturadas em cada mês, durante o período de amostragem.

3.1.6 - Relação entre a abundância larvar e os parâmetros abióticos

As flutuações da abundância das larvas de bivalves acompanharam sobretudo a variação da temperatura (Fig. 4.25) e, menos directamente, da salinidade (Fig. 4.26). De facto, notou-se que, a aumentos da temperatura e da salinidade corresponderam, a partir de Janeiro de 1991, incrementos na abundância das larvas.

A densidade das larvas variou de forma independente da velocidade do vento, apesar das menores densidades larvares terem ocorrido quando a velocidade do vento atingiu os valores mais elevados, durante o Inverno de 1991 (Fig. 4.27).

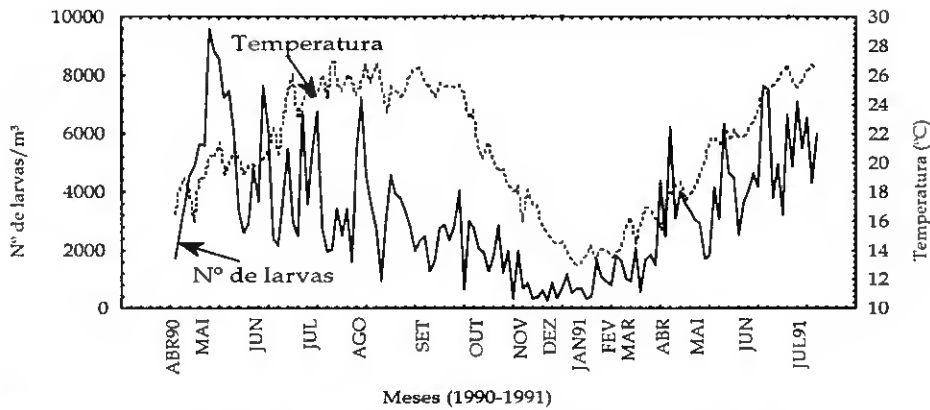


Figura 4.25 - Comparação entre a abundância das larvas de bivalves e a temperatura durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

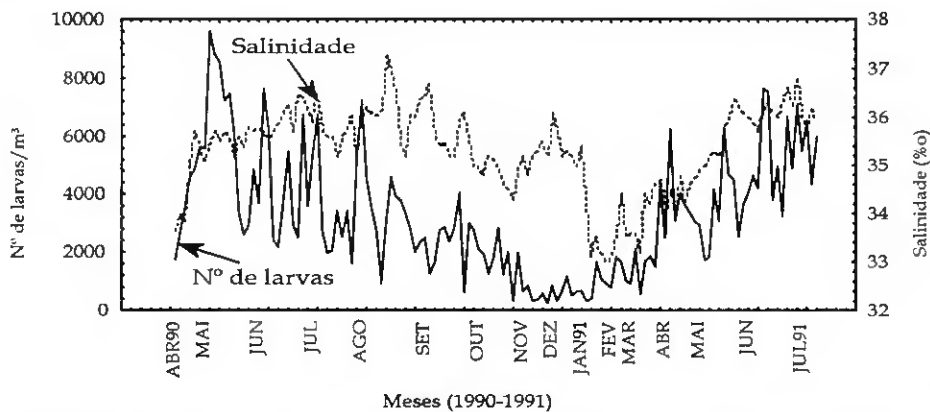


Figura 4.26 - Comparação entre a abundância das larvas de bivalves e a salinidade durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

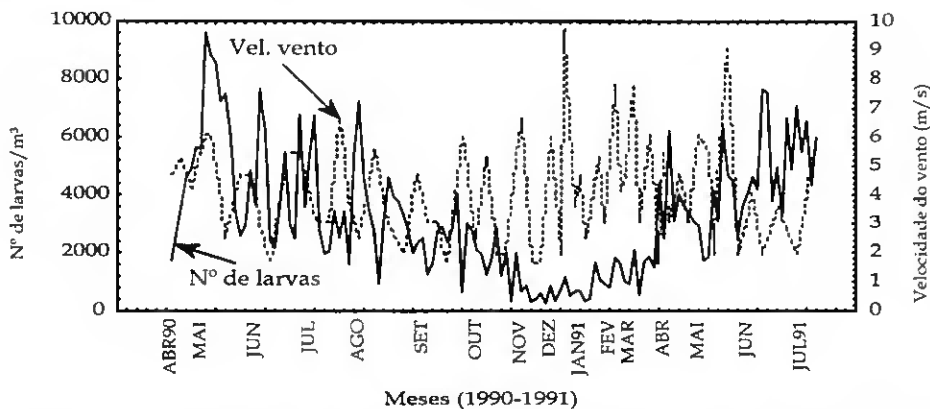


Figura 4.27 - Comparação entre a abundância das larvas de bivalves e a velocidade do vento durante o período de amostragem. A distância entre os meses difere em função do número de recolhas efectuado em cada mês.

A relação entre os vários parâmetros abióticos e a densidade das larvas de bivalves foi observada através da análise por componentes principais (Figs. 4.28 e 4.29).

Verificou-se uma maior proximidade entre a temperatura e a salinidade face à densidade das larvas, nos dois eixos principais considerados, os quais explicam 66,0% da variância total (Tab. IV.3).

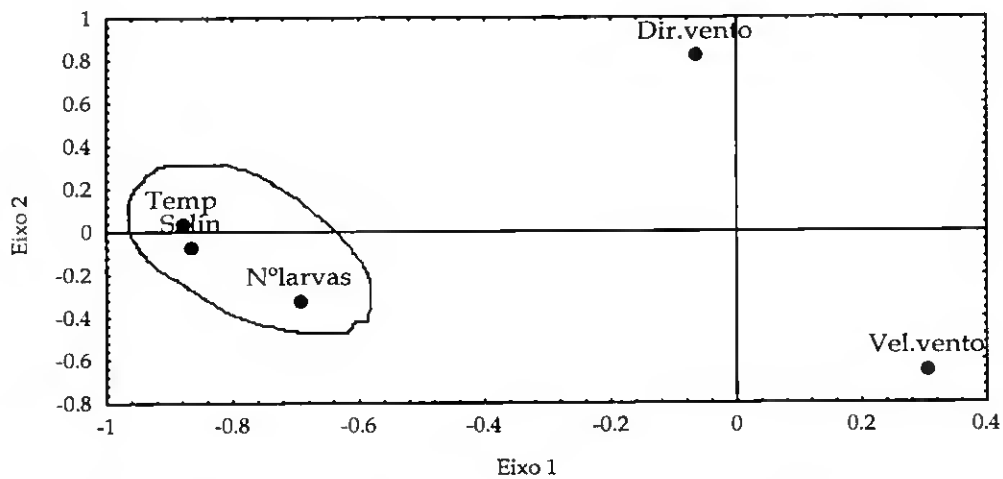


Figura 4.28 - 1º vector principal resultante da análise por componentes principais aplicada à densidade das larvas de bivalves e aos parâmetros: temperatura, salinidade, velocidade e direcção do vento.

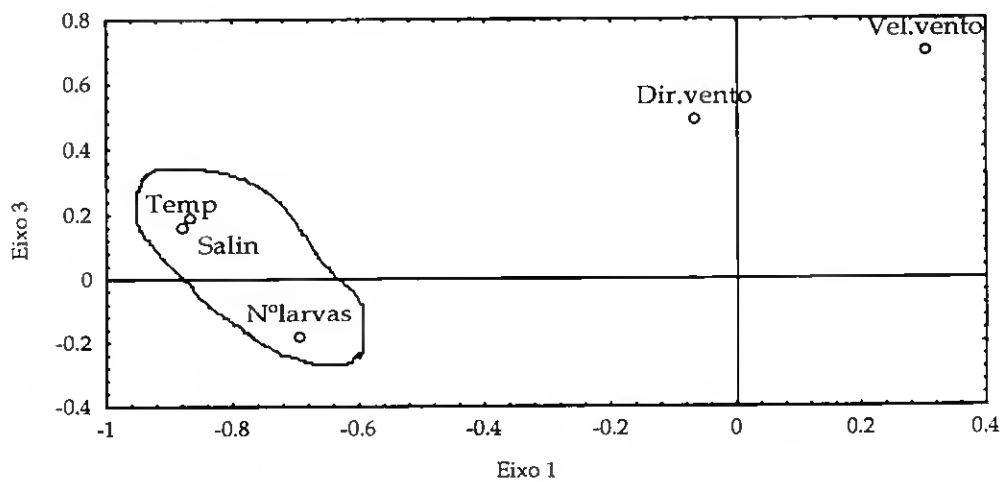


Figura 4.29 - 2º vector principal resultante da análise por componentes principais aplicada à densidade das larvas de bivalves e aos parâmetros: temperatura, salinidade, velocidade e direcção do vento.

Tabela IV.3 - Resultados da aplicação da análise por componentes principais às abundâncias larvares e aos parâmetros ambientais: temperatura, salinidade, direcção e velocidade do vento.

	Vectoros principais	Variância explicada	Vectoros Cumulativos	Variância % Cumulativa
1		42,01	2,10	42,01
2	1,20	24,02	3,30	66,02
3	0,81	16,26	4,11	82,29
4	0,59	11,88	4,71	94,16
5	0,29	5,84	5,00	100,00

3.2 - Duração da vida planctónica

As abundâncias larvares e pós-larvares de *Cardium* spp. e de *Ruditapes* spp. relacionaram-se graficamente, como se observa nas Figuras 4.30 e 4.31. Verificou-se a existência de algum desfasamento temporal entre as variações das abundâncias. A quantificação do intervalo de tempo correspondente a esse desfasamento foi efectuada através do cálculo de correlações cruzadas (Figs. 4.32 e 4.33). O desfasamento entre as abundâncias larvares e pós-larvares (duração da vida planctónica) foi de 2 a 4 semanas em *Ruditapes* e até 2 semanas em *Cardium*.

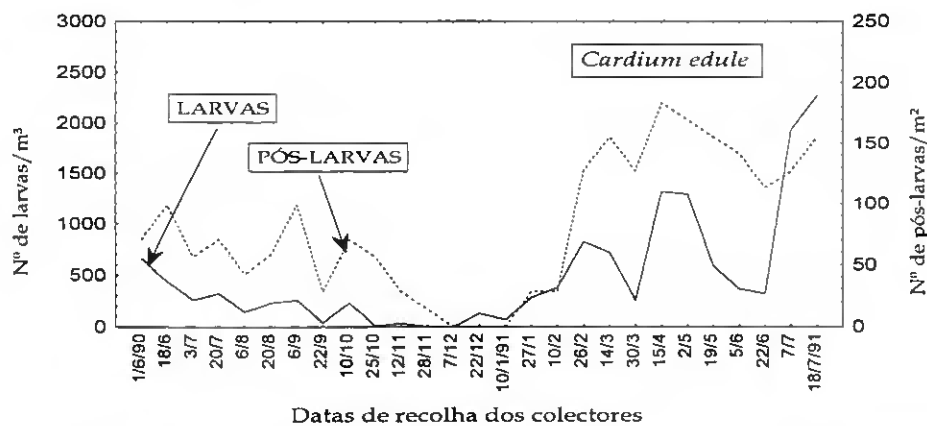


Figura 4.30 - Relação entre as abundâncias larvares (n= 1727), que ocorreram entre cada recolha quinzenal dos colectores, e a abundância de pós-larvas de *Cardium edule* (n= 156).

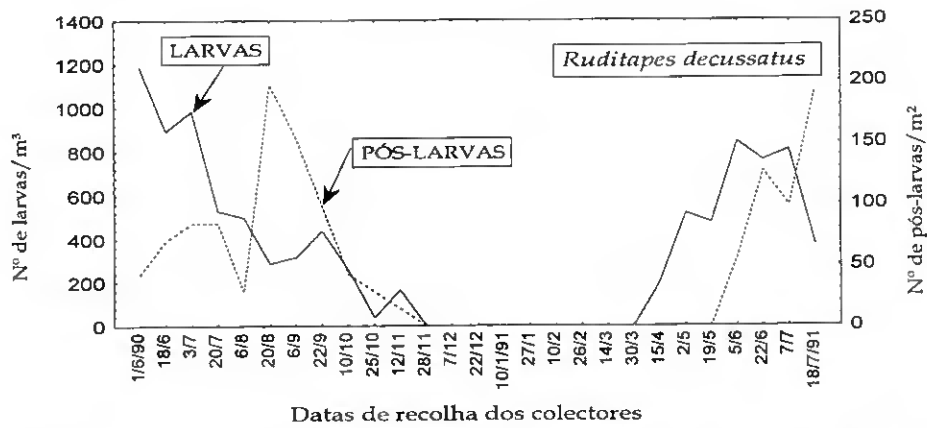


Figura 4.31 - Relação entre as abundâncias larvares (n= 1756), que ocorreram entre cada recolha quinzenal dos colectores, e a abundância de pós-larvas de *Ruditapes decussatus* (n= 93).

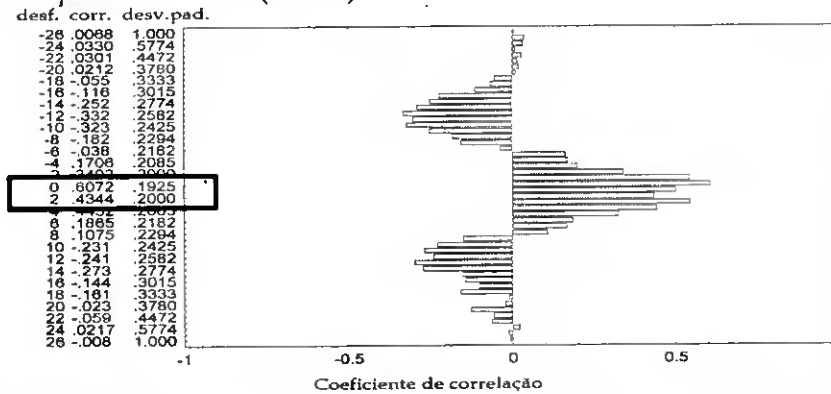


Figura 4.32 - Correlações cruzadas entre as larvas e pós-larvas de *Cardium edule*: desf. - desfasamento entre as séries; + e - sentido do deslocamento das séries; corr. - correlação e desv.pad. - desvio padrão. O rectângulo indica os desfasamentos em que ocorreram as correlações mais elevadas entre as séries.

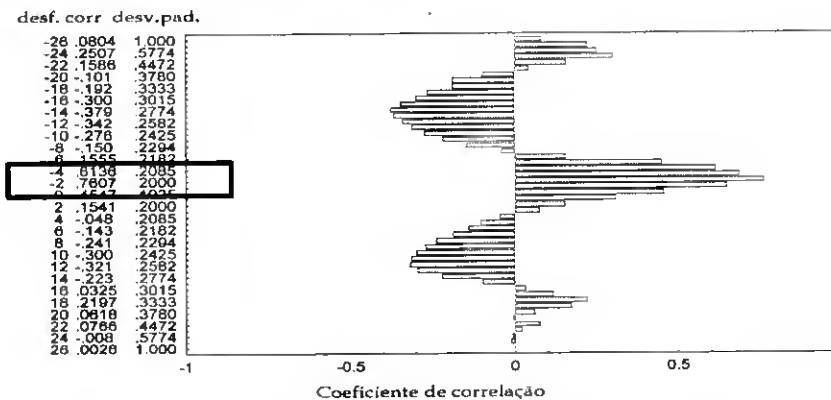


Figura 4.33 - Correlações cruzadas entre as larvas e pós-larvas de *Ruditapes decussatus*: desf. - desfasamento entre as séries; + e - sentido do deslocamento das séries; corr. - correlação e desv.pad. - desvio padrão. O rectângulo indica os desfasamentos em que ocorreram as correlações mais elevadas entre as séries.

3.3 - Variação horária

3.3.1 - Ciclo realizado na barra de Faro-Olhão

3.3.1.1 - Parâmetros abióticos

A temperatura da água medida durante este ciclo de recolhas, realizado em 6 e 7 de Junho de 1989, variou entre os 15°C e os 18,2°C. Os valores mais elevados ocorreram sempre durante a baixa-mar, tendo o máximo ocorrido de noite. A temperatura medida na preia-mar das 18.20 h foi ligeiramente superior à registada às 6.50 h do dia seguinte.

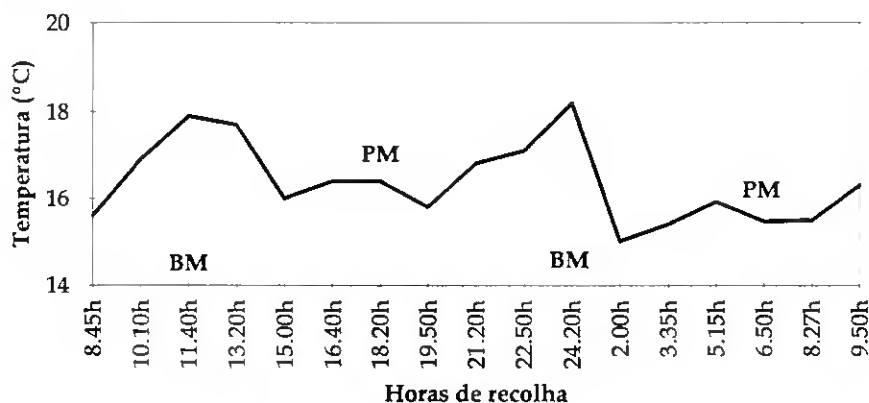


Figura 4.34 - Variação da temperatura da água durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 6 e 7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

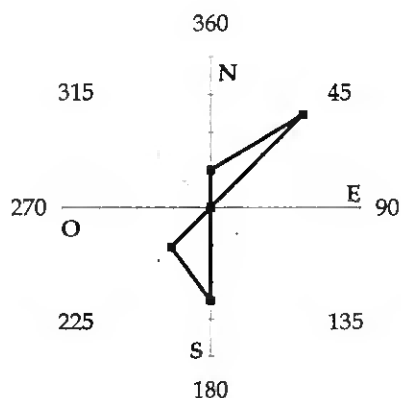


Figura 4.35 - Direcção preferencial das correntes durante o ciclo de recolhas efectuado em 6 e 7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

As correntes foram sobretudo de Nordeste (NE) e de Sul (S), correspondendo, respectivamente, às direcções do canal de Olhão e da barra de Faro-Olhão (Fig. 4.35).

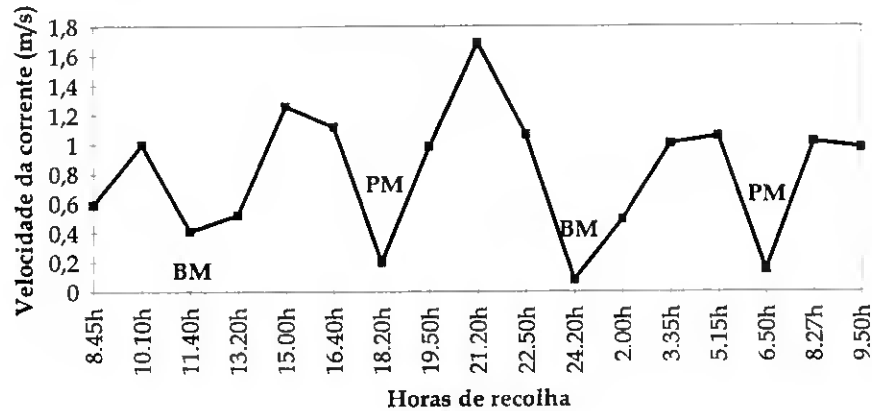


Figura 4.36 - Variação da velocidade da corrente medida durante o ciclo de recolhas efectuado em 6 e 7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

Verificou-se que, durante as primeiras horas após a mudança da maré, a velocidade da corrente aumentou, em maré enchente ou vazante, para em seguida ir diminuindo com a aproximação da preia-mar ou da baixa-mar seguinte, respectivamente (Fig. 4.36).

A maior velocidade da corrente (1,69 m/s) foi medida durante a primeira vazante da noite, enquanto que o menor valor (0,08 m/s) foi registado também durante a noite, mas na baixa-mar.

3.3.1.2 - Abundâncias larvares e ocorrência

Identificaram-se larvas de bivalves pertencentes a 12 *taxa*. Capturaram-se larvas em todas as recolhas efectuadas, no entanto as larvas mais frequentes no plâncton foram as de *Cardium spp.*, *Mytilus edulis*, *Ruditapes spp.*, *Crassostrea angulata* e de Pholadacea.

Por outro lado, as larvas que ocorreram menos vezes nas recolhas foram as pertencentes aos *taxa* Pectinidae e Mactracea (Tab. IV.4).

Tabela IV.4 - Ocorrência das larvas de bivalves capturadas no ciclo de recolhas realizado nos dias 6 e 7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

	8.45h	10.10h	11.40h	13.20h	15.00h	16.40h	18.20h	19.50h	21.20h
ANOMIIDAE									
<i>Anomia ephippium</i>	■		■	■	■		■	■	
MYTILIDAE									
<i>Mytilus edulis</i>	■		■	■	■		■	■	
OSTREIDAE									
<i>Crassostrea angulata</i>	■		■	■	■		■	■	
PECTINIDAE									
<i>Chlamys</i> spp.	■		■	■	■	■	■	■	
CARDIIDAE									
<i>Cardium</i> spp.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
VENERIDAE									
<i>Ruditapes</i> spp.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Venerupis</i> spp.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Venus</i> spp.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
MACTRACEA									
TELLINACEA									
PHOLADACEA									

(continuação)

	22.50h	24.20h	2.00h	3.35h	5.15h	6.50h	8.27h	9.50h
ANOMIIDAE								
<i>Anomia ephippium</i>	■	■	■	■	■	■	■	■
MYTILIDAE								
<i>Mytilus edulis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■
OSTREIDAE								
<i>Crassostrea angulata</i>	■	■	■	■	■	■	■	■
PECTINIDAE								
<i>Chlamys</i> spp.	■	■	■	■	■	■	■	■
CARDIIDAE								
<i>Cardium</i> spp.	■	■	■	■	■	■	■	■
VENERIDAE								
<i>Ruditapes</i> spp.	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Venerupis</i> spp.	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Venus</i> spp.	■	■	■	■	■	■	■	■
MACTRACEA								
TELLINACEA								
PHOLADACEA								

As larvas mais abundantes foram as de *Ruditapes* spp., *Mytilus edulis*, *Cardium* spp. e *Crassostrea angulata*, com valores acima dos 10% (Fig. 4.37).

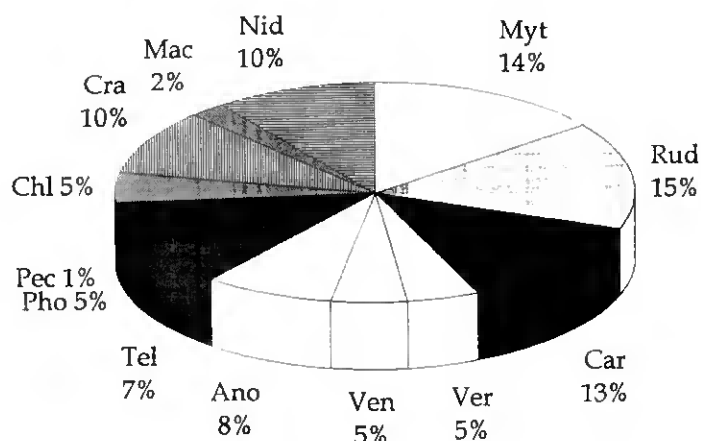


Figura 4.37 - Abundâncias relativas, expressas em percentagem, dos vários taxa de larvas de bivalves capturados durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 6 e 7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão: Myt - *Mytilus edulis*; Rud - *Ruditapes* spp.; Car - *Cardium* spp.; Ven - *Venus* spp.; Ver - *Venerupis* spp.; Cra - *Crassostrea angulata*; Chl - *Chlamys* spp.; Pec - Pectinidae; Pho - Pholadacea; Tel - Tellinacea; Ano - *Anomia ephippium*; Mac - Mactracea; Nid - não identificados.

3.3.1.3 - Diversidade e equitabilidade

O índice de diversidade de Shannon-Weaver variou entre 2,18 e 1,33, respectivamente na enchente diurna e na vazante nocturna. Por outro lado, a equitabilidade variou entre 1 e 0,8 (Fig. 4.38).

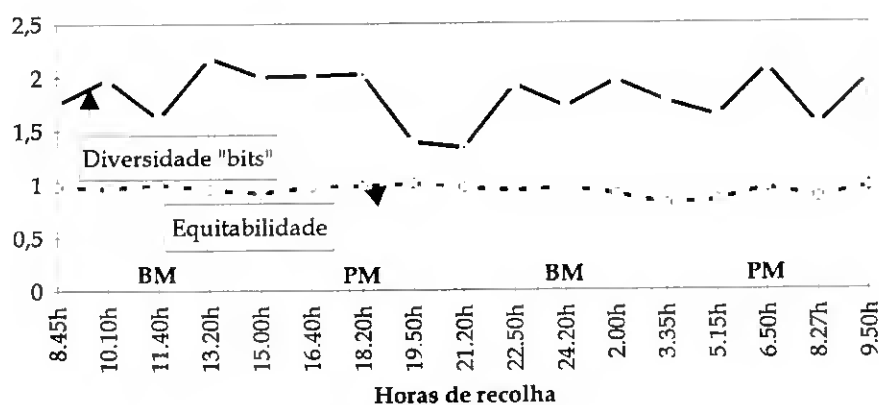


Figura 4.38 - Variação do índice de diversidade de Shannon-Weaver e da equitabilidade durante o ciclo de amostragem de 24 horas efectuado em 6 e 7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

3.3.1.4 - Variação das abundâncias larvares

As abundâncias aumentaram durante as duas enchentes tendo sido claramente superiores às registados nas vazantes (Fig. 4.39). A variação das abundâncias das larvas dos taxa mais abundantes (>10%): *Mytilus edulis* (Fig. 4.41), *Ruditapes* spp. (Fig. 4.45), *Cardium* spp. (Fig. 4.44), *Anomia ephippium* (Fig. 4.40) e *Crassostrea angulata* (Fig. 4.42) foi semelhante, já que a maior abundância ocorreu na enchente, sobretudo nocturna. A menor abundância larvar ocorreu na baixa-mar da manhã.

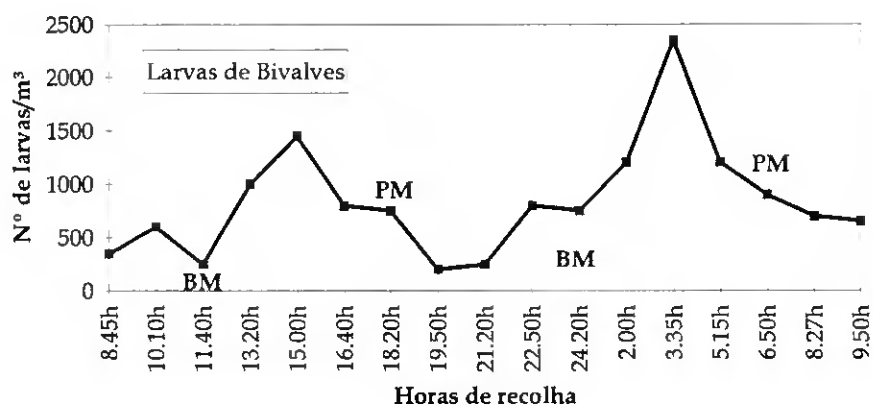


Figura 4.39 - Abundância das larvas de bivalves (n= 284) durante o ciclo de recolhas efectuado em 6-7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

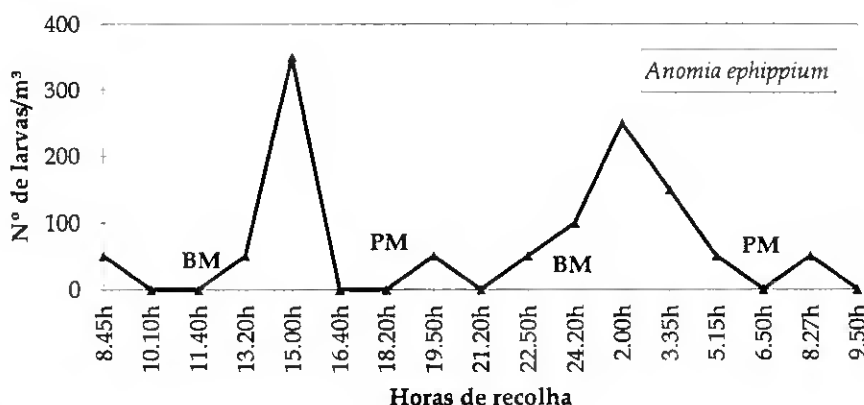


Figura 4.40 - Abundância das larvas de *Anomia ephippium* (n= 23) durante o ciclo de recolhas efectuado em 6-7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

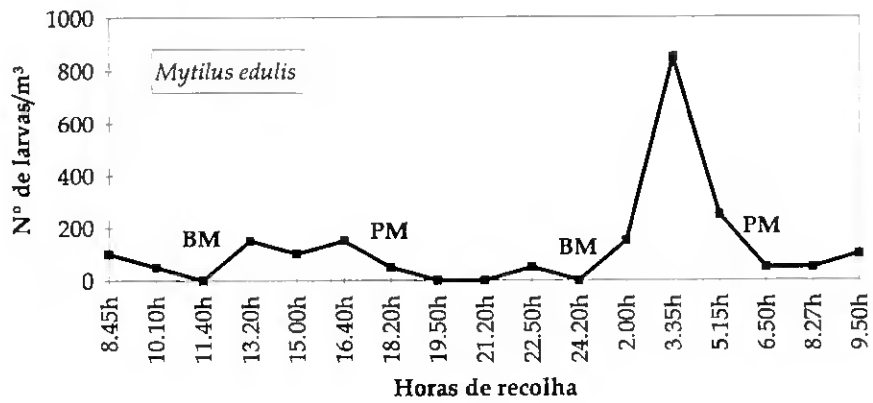


Figura 4.41 - Abundância das larvas de *Mytilus edulis* (n= 42) durante o ciclo de recolhas efectuado em 6-7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

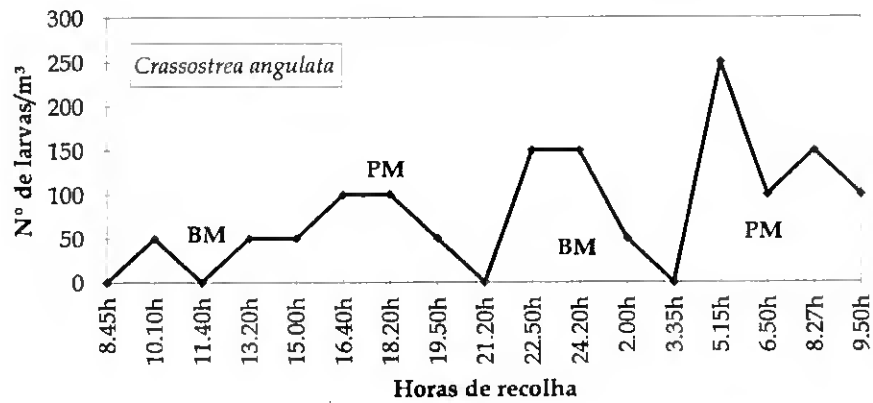


Figura 4.42 - Abundância das larvas de *Crassostrea angulata* (n= 27) durante o ciclo de recolhas efectuado em 6-7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

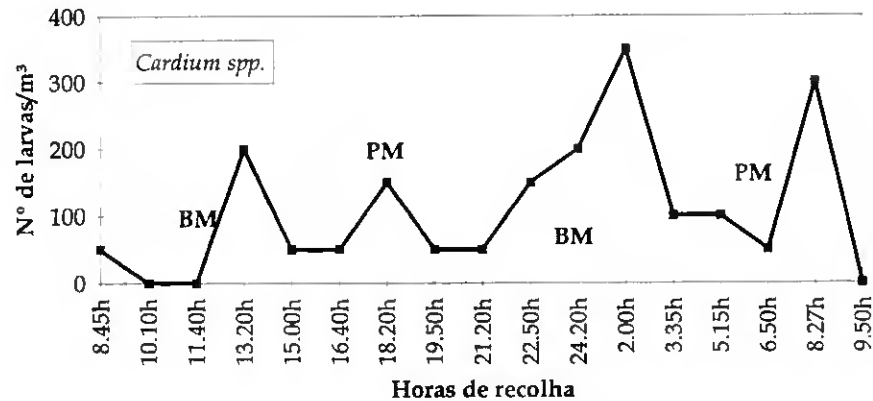


Figura 4.43 - Abundância das larvas de *Cardium spp.* (n= 37) durante o ciclo de recolhas efectuado em 6-7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

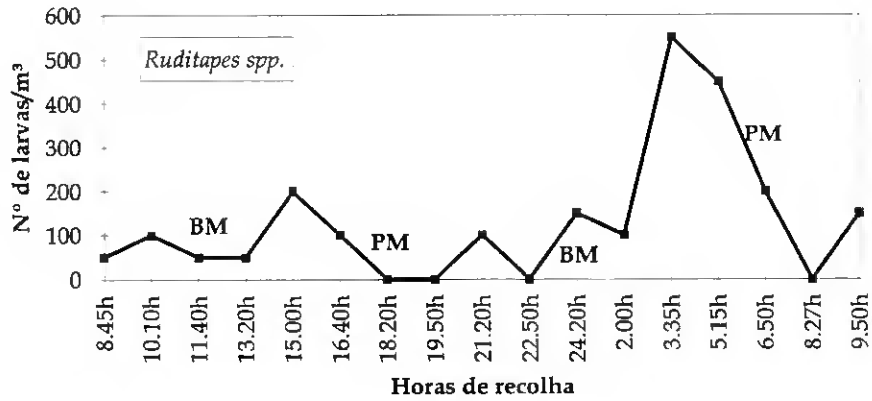


Figura 4.44 - Abundância das larvas de *Ruditapes* spp. (n= 45) durante o ciclo de recolhas efectuado em 6-7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

Em termos globais, 68% das larvas foram capturadas durante as marés enchentes e preias-mar, enquanto que, na baixa mar e vazante, as abundâncias representaram 32 % do total de larvas (Tab. IV.5).

Tabela IV.5 - Abundâncias das larvas de bivalves capturadas em baixa-mar e em preia-mar durante o ciclo de recolhas de 6-7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

	% de larvas/m³ em Baixa-mar e Maré Vazante	% de larvas/m³ em Preia-mar e Maré Enchente
<i>Mytilus edulis</i>	2,46	12,32
<i>Ruditapes</i> spp.	4,23	11,62
<i>Cardium</i> spp.	5,63	7,39
<i>Anomia ephippium</i>	2,11	5,99
Tellinacea	1,76	4,93
<i>Crassostrea angulata</i>	4,58	4,93
<i>Venerupis</i> spp.	0,35	4,23
<i>Venus</i> spp.	0,70	3,87
Pholadacea	2,46	2,46
<i>Chlamys</i> spp.	2,11	2,46
Mactracea	0,35	1,76
Pectinidae	0,70	0,70
Não identificados	4,58	5,28
TOTAL	32,04	67,96

Apesar das larvas dos principais *taxa* terem sido mais abundantes durante a noite, para o total dos *taxa* a diferença entre as abundâncias diurnas e nocturnas foi reduzida, concretamente com 49,3% das larvas a serem capturadas durante o período diurno e 50,7% durante a noite (Tab. IV.6).

Tabela IV.6 - Abundância das larvas de bivalves capturadas durante o dia e a noite no ciclo de recolhas de 6-7 de Junho de 1989, na barra de Faro-Olhão.

	% larvas/m ³ -DIA-	% larvas/m ³ -NOITE-
<i>Ruditapes</i> spp.	5,63	10,21
<i>Mytilus edulis</i>	5,28	9,51
<i>Cardium</i> spp.	6,34	6,69
<i>Crassostrea angulata</i>	4,58	4,93
<i>Anomia ephippium</i>	3,87	4,23
<i>Venus</i> spp.	2,11	2,46
<i>Chlamys</i> spp.	2,11	2,46
<i>Venerupis</i> spp.	2,82	1,76
Tellinacea	5,28	1,41
Pholadacea	3,87	1,06
Mactracea	1,06	1,06
Pectinidae	0,70	0,70
Não identificados	5,63	4,23
TOTAL	49,3	50,7

3.3.2 - Ciclo realizado na ponte para a ilha de Faro

3.3.2.1 - Parâmetros abióticos

No ciclo realizado na ponte para a ilha de Faro, em 26 e 27 de Julho de 1990, a temperatura da água mais elevada ocorreu na recolha antes da preia-mar das 19.40 h, enquanto que o valor mais reduzido ocorreu durante a enchente, na recolha das 5.55 h da manhã (Fig. 4.45).

Os valores da salinidade foram sempre mais elevados nas recolhas efectuadas na altura da baixa-mar, tendo as medições nesses casos sido muito

semelhantes. Por outro lado, as salinidades mais reduzidas ocorreram tendencialmente na altura da preia-mar (Fig. 4.46).

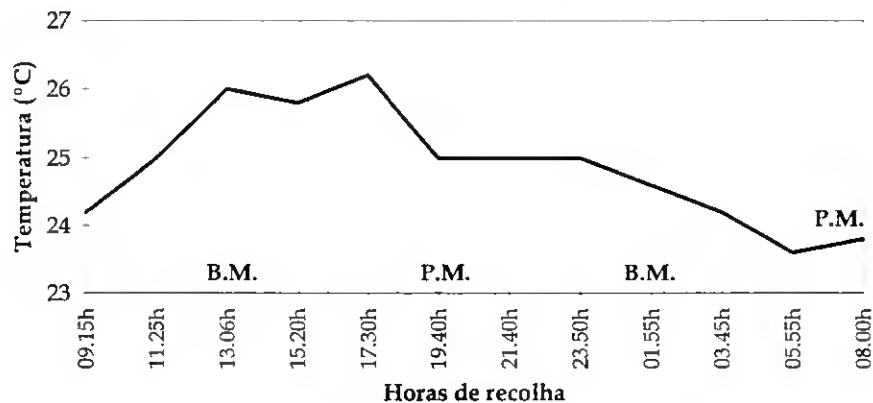


Figura 4.45 - Variação da temperatura da água durante o ciclo de recolhas efectuado no dia 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

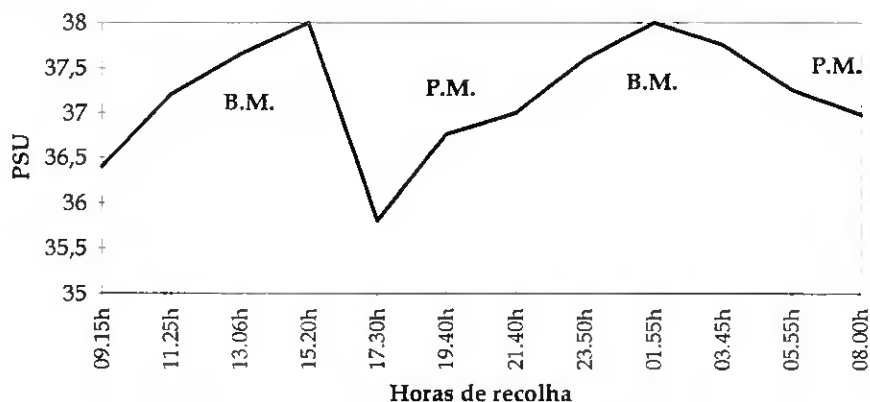


Figura 4.46 - Variação da salinidade durante o ciclo de recolhas efectuado no dia 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

3.3.2.2 - Abundâncias larvares e ocorrência

Foram capturadas larvas pertencentes à superfamília Tellinacea e às famílias Anomiidae, Mytilidae, Cardiidae e Veneridae, num total de 6 taxa. As larvas que ocorreram com maior frequência nas recolhas foram as de *Mytilus edulis*, *Ruditapes* spp. e *Venerupis* spp. (Tab. IV.7).

Tabela IV.7 - Ocorrência das larvas de bivalves capturadas no ciclo de recolhas efectuado nos dias 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

	9.16	11.25	12.06	15.20	17.30	19.40	21.40	23.50	01.55	03.45	05.55	08.00
ANOMIIDAE												
<i>Anomia ephippium</i>		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
MYTILIDAE												
<i>Mytilus edulis</i>		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CARDIIDAE												
<i>Cardium</i> spp.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
VENERACEA												
<i>Ruditapes</i> spp.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Venerupis</i> spp.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TELLINACEA												

Em termos globais os taxa mais abundantes foram os géneros *Ruditapes* (40,8%), *Mytilus* (28,4%) e *Venerupis* (15,8%). Os restantes taxa ocorreram com abundâncias relativas inferiores a 10% (Fig. 4.47).

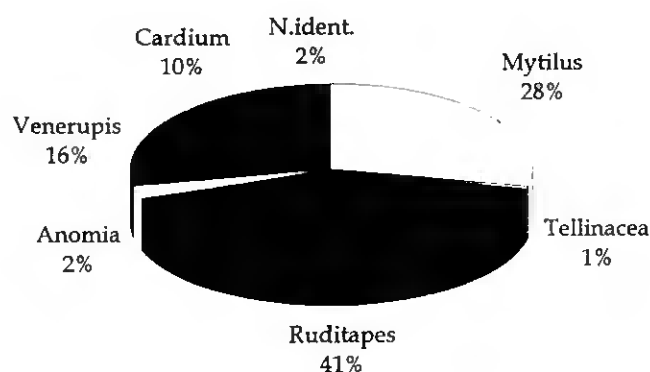


Figura 4.47 - Abundâncias relativas, expressas em percentagem, dos vários taxa de larvas de bivalves capturados durante o ciclo de 24 horas realizado no dia 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

3.3.2.3 - Diversidade e equitabilidade

O valor mais elevado de diversidade ocorreu na recolha das 03.45h com 2,25 "bits", enquanto que o valores mais elevados da equitabilidade, 0,97 e 0,98, ocorreram respectivamente às 03.45h e às 08.00h (Fig. 4.48).

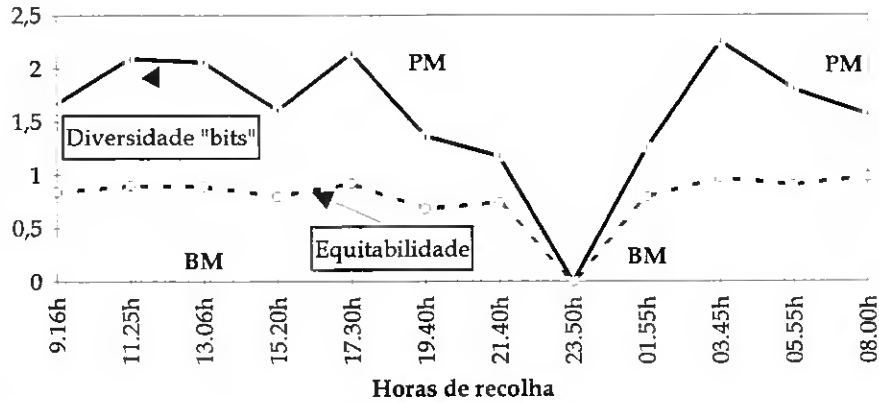


Figura 4.48 - Variação do índice de diversidade de Shannon-Weaver e da equitabilidade durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

Apesar de não ser muito evidente a relação entre a diversidade e equitabilidade com o estado da maré, os valores mais elevados ocorreram durante a maré enchente e os mais reduzidos durante a vazante. Por outro lado, nas recolhas após o pôr-do-Sol e até à baixa-mar nocturna, calcularam-se os valores mais reduzidos da diversidade e da equitabilidade.

3.3.2.4 - Variação das abundâncias larvares

As larvas de bivalves ocorreram durante toda a amostragem tendo-se notado um aumento das abundâncias na altura ou próximo das preias-mar, enquanto que nas baixas-mar as abundâncias foram reduzidas (Fig. 4.49).

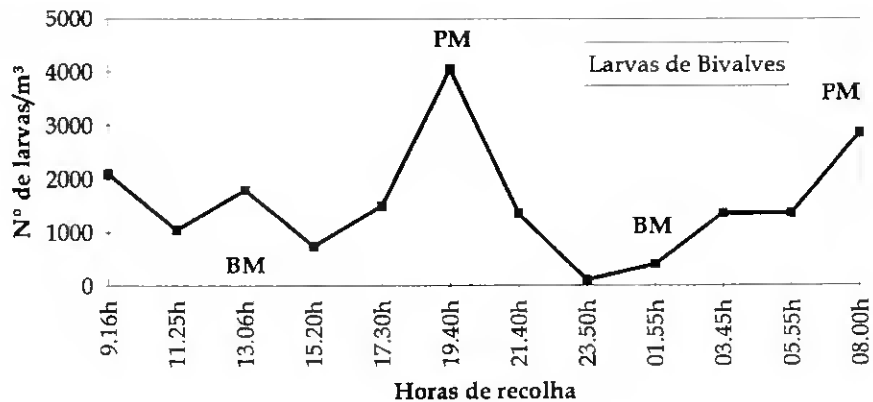


Figura 4.49 - Abundância das larvas de bivalves (n= 373) durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

As larvas de *Ruditapes* spp. (Fig. 4.52), *Venerupis* spp. (Fig. 4.53) e de *Mytilus edulis* (Fig. 4.50) foram capturadas praticamente em todas as amostras, enquanto que as larvas de *Cardium* spp. (Fig. 4.51), *Anomia ephippium* e Tellinacea apresentaram uma distribuição mais discreta.

No entanto, em termos gerais verificou-se um aumento das densidades no plâncton na altura da preia-mar, o que foi principalmente nítido nas larvas de *Mytilus edulis*.

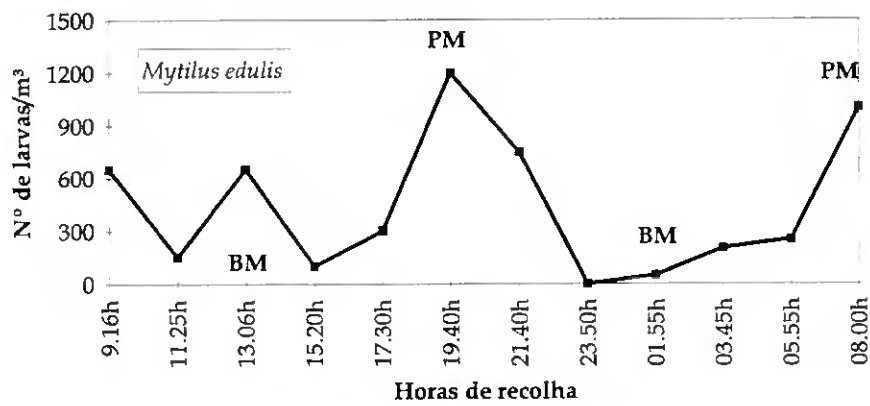


Figura 4.50 - Abundância das larvas de *Mytilus edulis* (n= 106) durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

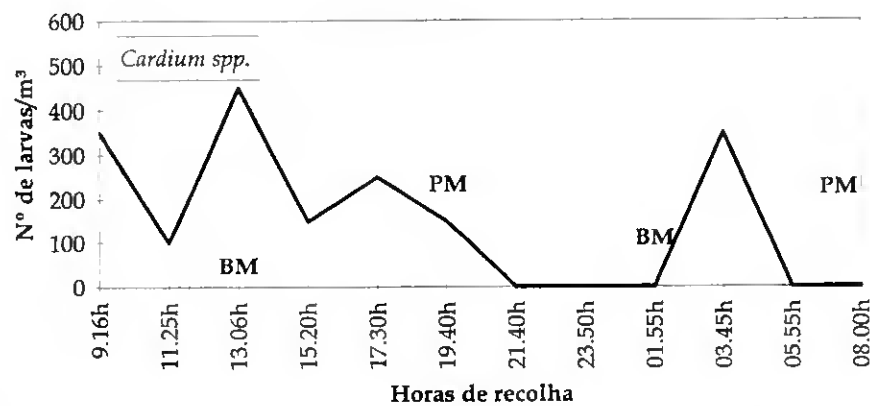


Figura 4.51 - Abundância das larvas de *Cardium* spp. (n= 36) durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

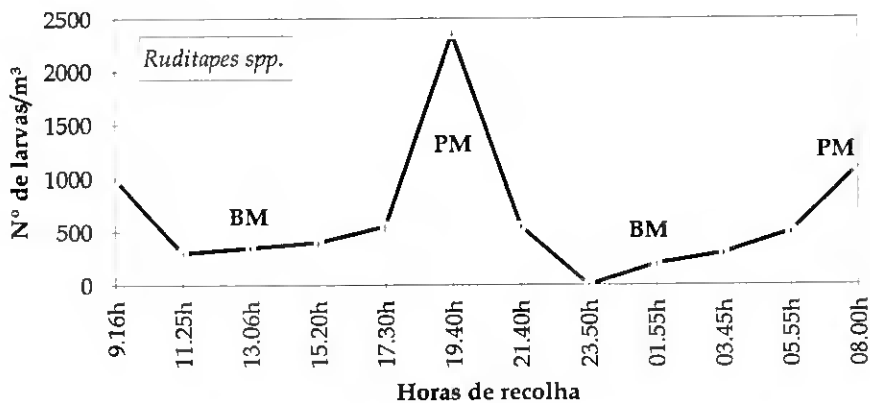


Figura 4.52 - Abundância das larvas de *Ruditapes* spp. (n= 152) durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

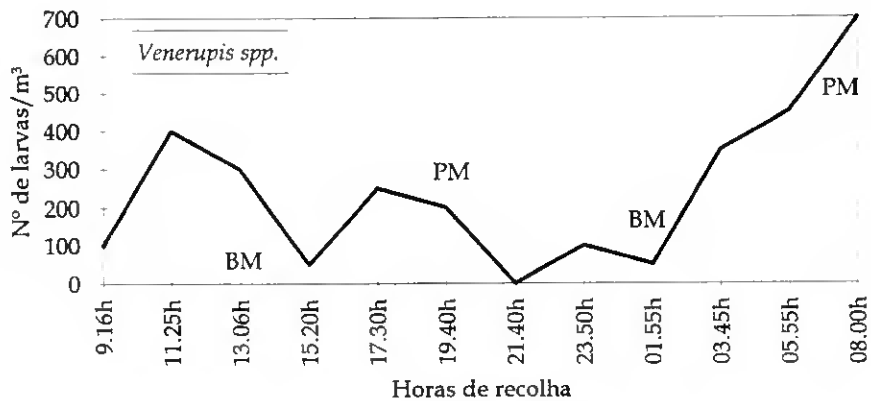


Figura 4.53 - Abundância das larvas de *Venerupis* spp. (n= 59) durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

A comparação entre as abundâncias larvares capturadas em cada estado de maré (baixa-mar e preia-mar), permitiu verificar que foram capturadas mais larvas em preia-mar (63,5%) do que em baixa-mar (36,5%) (Tab. IV.8).

Esta tendência foi observada nos *taxa* mais abundantes, com excepção de *Cardium* spp. que ocorreu com igual abundância em qualquer dos estados de maré.

Tabela IV.8 - Comparação entre as abundâncias das larvas de bivalves capturadas em baixa-mar e preia-mar durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

	% de larvas/m ³ em BAIXA-MAR	% de larvas/m ³ em PREIA-MAR
<i>Ruditapes</i> spp.	12,87	27,88
<i>Mytilus edulis</i>	12,06	16,35
<i>Venerupis</i> spp.	5,09	10,72
<i>Cardium</i> spp.	4,83	4,83
<i>Anomia ephippium</i>	1,07	1,34
Tellinacea	0	0,54
Não identificados	0,54	1,88
TOTAL	36,46	63,54

A abundância larvar durante o dia foi, em todos os *taxa* com excepção das larvas de Tellinacea, cerca de três vezes superior à observada de noite (Tab. IV.9).

Tabela IV.9 - Comparação entre as abundâncias relativas das larvas capturadas de dia e de noite durante o ciclo de recolhas efectuado nos dias 26 e 27 de Julho de 1990, na ponte para a ilha de Faro.

	% DIA	% NOITE
<i>Ruditapes</i> spp.	32,44	8,31
<i>Mytilus edulis</i>	21,72	6,70
<i>Venerupis</i> spp.	10,72	5,09
<i>Cardium</i> spp.	7,77	1,88
<i>Anomia ephippium</i>	1,34	1,07
Tellinacea	0,00	0,54
Não identificados	1,61	0,80
TOTAL	75,60	24,40

3.3.2.5 - Variação horária do comprimento larvar

Analisou-se a variação do comprimento das larvas de *Mytilus edulis* (Fig. 4.55), *Venerupis* spp. (Fig. 4.56) e *Ruditapes* spp. (Fig. 4.57) ao longo do dia e em diferentes estados de maré. As maiores larvas de *Mytilus edulis* ocorreram nos períodos de enchente e de preia-mar, enquanto que as de *Ruditapes* e *Venerupis* ocorreram na maré vazante (11.25 h) e na baixa-mar das 13.06h.

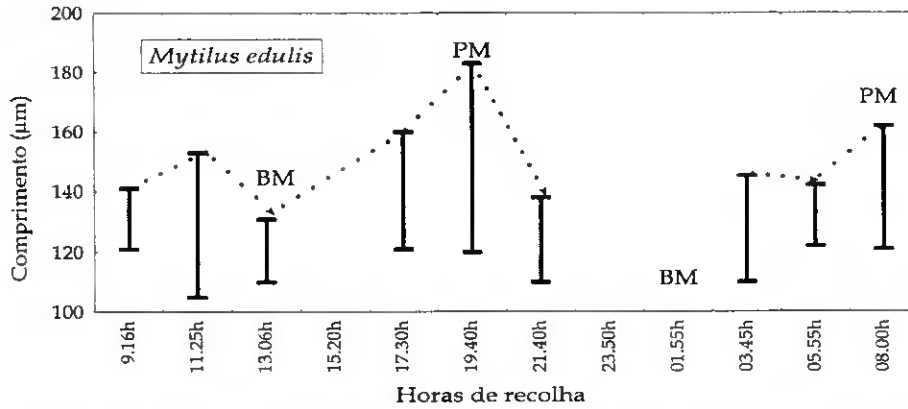


Figura 4.55 - Variação do comprimento das larvas de *Mytilus edulis* (n= 106) com o estado da maré e com a hora do dia durante o ciclo de recolhas efectuada na ponte para a ilha de Faro. A linha a tracejado une os valores máximos.

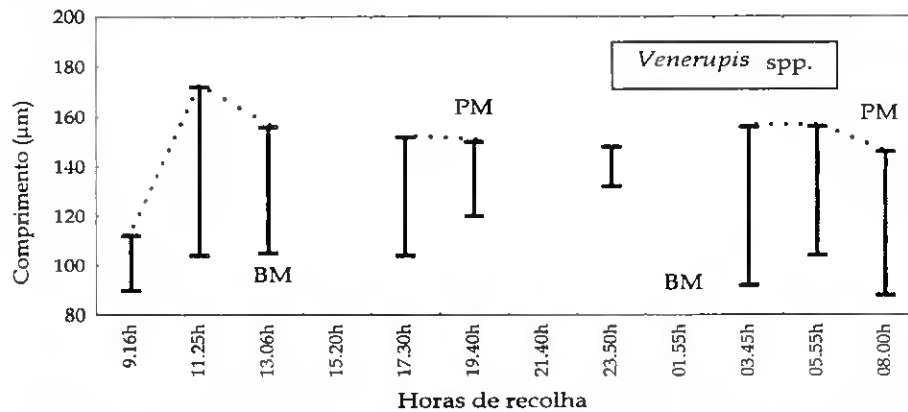


Figura 4.56 - Variação do comprimento das larvas de *Venerupis spp.* (n= 59) com o estado da maré e hora do dia durante o ciclo de recolhas efectuada na ponte para a ilha de Faro. A linha a tracejado une os valores máximos.

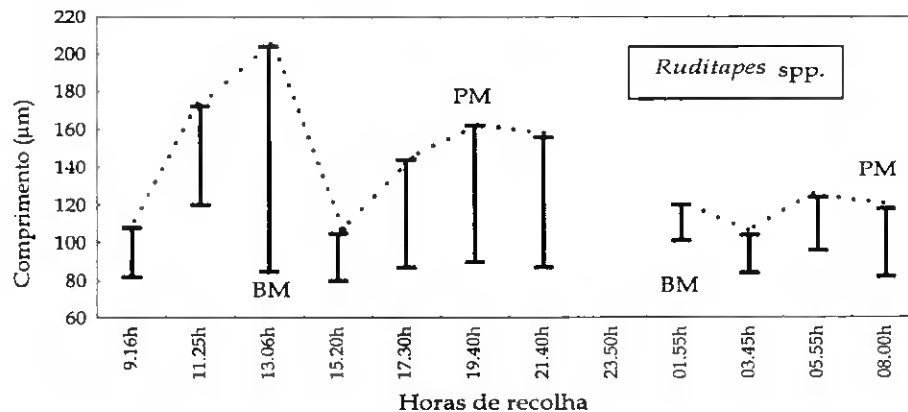


Figura 4.57 - Variação do comprimento das larvas de *Ruditapes spp.* (n=152) com o estado da maré e hora do dia durante o ciclo de recolhas efectuada na ponte para a ilha de Faro. A linha a tracejado une os valores máximos.

4 - DISCUSSÃO

4.1 - Parâmetros ambientais

A temperatura e a salinidade, o tipo e a quantidade de alimento disponível (Calabrese & Davis, 1970), o pH (Calabrese & Davis, 1966), as correntes (Morgan, 1994; Richards *et al.*, 1995), o vento (Ólafsson, 1985a; Borsa & Millet, 1992) e o oxigênio dissolvido (Riisgard *et al.*, 1980; Riisgard & Randlov, 1981), são parâmetros que podem influenciar as flutuações das abundâncias das larvas de bivalves.

No entanto, a quantidade e a qualidade do alimento não deverão condicionar a densidade das larvas de bivalves no plâncton da Ria Formosa, uma vez que as lagunas costeiras são normalmente referidas como zonas de produtividade elevada (Day & Yañez-Acribia, 1982). Também a Ria Formosa, pela baixa profundidade que apresenta, bem como em virtude da radiação solar, da área ocupada pelas macrófitas e pela disponibilidade de nutrientes (Andrade, 1985), é considerada um sistema produtivo (Sprung, 1994c) sobretudo a nível das cadeias alimentares inferiores (Assis *et al.*, 1984). Por outro lado, para além das reservas lipídicas que possuem, as larvas de bivalves podem utilizar várias fontes de alimento, nomeadamente fitoplâncton (Manahan, 1983; His *et al.*, 1989), matéria orgânica dissolvida (Jørgensen, 1976; Manahan & Richardson, 1982; Manahan & Crisp, 1982, 1983; Manahan *et al.*, 1989) e bactérias (Lucas *et al.*, 1986). Por conseguinte, a abundância em fitoplâncton pode nem sempre ser uma medida da disponibilidade em alimento para as larvas de bivalves (Baldwin & Newell, 1991).

O pH da Ria Formosa varia normalmente entre 7,2 e 8,0 (Lima & Vale, 1980), situando-se os valores mais baixos em zonas sujeitas à influência de esgotos ou de água doce. Verifica-se, no entanto, um ligeiro aumento do pH nas preias-mar, devido ao aumento da alcalinidade com a entrada de água oceânica (Falcão *et al.*, 1991).

A concentração de oxigénio dissolvido varia entre 4,63 mg/l e 10,1 mg/l e 5,54 mg/l e 10,35 mg/l, respectivamente no interior da Ria e na barra de Faro-Olhão (Bröckel, 1990). Relativamente às variações estacionais, Falcão *et al.* (1991) referem que uma concentração média de oxigénio dissolvido na água de 9,9 ppm nos meses de Primavera e Verão e de 6,9 ppm nos meses de Outono e Inverno.

Assim, fundamentalmente devido à grande taxa de renovação da água na Ria, as flutuações do pH e do oxigénio dissolvido, excepto em zonas determinadas e normalmente muito confinadas, não atingem valores susceptíveis de afectar as larvas de bivalves. Deste modo, a influência destes parâmetros na abundância das larvas será reduzida, podendo, no entanto fazer-se sentir de forma pontual.

As correntes podem provocar a dispersão ou aglomeração das larvas, ou ainda o arrastamento para áreas onde a fixação será mais ou menos favorável. Como as recolhas foram efectuadas num canal e no mesmo estado da maré, a direcção das correntes (SSE- Sul-Sueste) foi constante para as várias recolhas.

A velocidade da corrente em maré vazante variou entre 0,23 e 0,9 m/s, respectivamente em situação de marés mortas e vivas, valores aproximados aos referidos por Lima & Vale (1980), concretamente 0,2 e 0,8 m/s, para a mesma situação de maré.

A circulação da água originada pelas marés, sobretudo pelas marés-vivas, é da maior importância no estabelecimento do equilíbrio da laguna (Falcão *et al.*, 1991). De facto, apesar da renovação da água no interior da Ria ser da ordem dos 50% a 75% em cada ciclo de maré (Águas, 1986), as abundâncias larvares encontradas sugerem que a circulação da água, ou a existência de qualquer tipo de estratégia de retenção, impedirão o arrastamento das larvas para fora da laguna. Deste modo, as correntes que ocorrem na Ria não serão susceptíveis de afectar a densidade das larvas planctónicas de bivalves.

As variações na velocidade do vento sobre a superfície da água são responsáveis pela formação de ondas e aumento da turbulência e da mistura vertical, condições que influenciam a distribuição espacial das larvas

meroplactónicas (Belgrano *et al.*, 1995a,b). Para além disso, uma maior turbulência na coluna de água pode conduzir a um aumento da perturbação sobre os sedimentos e a alterações a nível da distribuição espacial dos juvenis e adultos das comunidades bentónicas (Turner *et al.*, 1995), .

A turbulência é uma característica dos ambientes aquáticos que afecta os organismos planctónicos. Em zonas mais turbulentas, os planctontes encontram-se normalmente mais dispersos do que em zonas menos agitadas o que tem consequências a nível da probabilidade de encontro entre predador e presa (Mackenzie & Kiørboe, 1995). Para além disso, de acordo com Borsa & Millet (1992), a direcção e velocidade do vento podem provocar o arrastamento das larvas de *R. decussatus* para áreas onde existem grandes densidades de adultos os quais, ao filtrarem as larvas, podem comprometer o recrutamento.

A direcção do vento na Ria Formosa durante o período de recolhas foi predominantemente de Noroeste (NO), acompanhando a direcção do canal onde se efectuaram as recolhas. A velocidade do vento mais elevada (9,72 m/s) foi próxima aos 10 m/s, valor a partir do qual Turner *et al.* (1995) consideram que existe uma clara perturbação do bentos. No entanto, devido à profundidade reduzida que se verifica em grande parte deste sistema lagunar, é de supor que este tipo de perturbação tenha ocorrido com velocidades do vento inferiores.

Verificou-se que a velocidade do vento assegurou praticamente durante todo o período de amostragem uma boa mistura da coluna de água, apesar do carácter pontual dos dados. Esta situação não se alterou com os meses ou estações do ano. Por conseguinte, a direcção e velocidade do vento não parecem ter sido influentes nas variações das abundância das larvas de bivalves.

Os valores da salinidade foram superiores nos meses com temperaturas mais elevadas, certamente como consequência da maior evaporação, enquanto que, devido à ocorrência de precipitação e às escorrências continentais, foi no período de Inverno que se detectaram as salinidades mais baixas. Apesar disso, a Ria

Formosa caracteriza-se por uma certa regularidade do teor salino da água, como foi também notado por Falcão *et al.* (1985, 1991).

Na verdade, quer a disponibilidade em alimento, o pH ou o oxigênio dissolvido, o vento, as correntes ou a salinidade não foram factores determinantes para a densidade das larvas de bivalves.

A temperatura é a variável ambiental responsável pela maioria das flutuações temporais das abundâncias larvares de bivalves já que, ao influenciar a maturação dos gâmetas (Hughes, 1970; Guillot *et al.*, 1992) condiciona o aparecimento das fases embrionárias e larvares no plâncton. Para além disso, Loosanoff & Davis (1963) referem que temperaturas baixas afectam o metabolismo das larvas de bivalve diminuindo a actividade de algumas enzimas e, conseqüentemente, reduzindo o crescimento. Tal conduz a uma maior duração da fase planctónica, sendo também superior a exposição aos predadores.

A temperatura superficial da água durante os períodos amostrados apresentou uma variação normal de zonas temperadas, com valores inferiores nos meses de Outono e Inverno e temperaturas mais elevadas durante a Primavera e Verão. De um modo geral, a temperatura da Ria acompanhou a evolução da temperatura atmosférica, tal como foi anteriormente evidenciado no trabalho de Falcão *et al.* (1985).

Relativamente aos ciclos de recolhas de 24 horas efectuados, verificou-se que os valores mais elevados da temperatura ocorreram durante o período diurno como consequência do aquecimento superficial da água. A variação dos valores da salinidade, apenas observada no ciclo de recolhas da ponte da ilha de Faro, evidenciou a ocorrência de valores ligeiramente mais elevados durante a baixa-mar, eventualmente como consequência do efeito da maior evaporação nas zonas pouco profundas do interior da Ria Formosa. Por outro lado, a diluição verificada com a entrada de água justificará a diminuição da salinidade na preia-mar.

4.2 - Variação mensal das abundâncias larvares

As larvas de bivalves ocorreram no plâncton da Ria Formosa durante todo o período de amostragem. Também em estudos multiespecíficos como os de Alcaraz & Dominguez (1985) na Ria de Pontevedra, de Morgado (1993) na Ria de Aveiro e de Sprung (1994b) na Ria Formosa, foram capturadas larvas de bivalves durante todo o ano.

Apesar da presença constante no plâncton, a abundância larvar dos bivalves variou com as estações do ano, tendo os valores mais elevados ocorrido durante os meses de Primavera e Verão, certamente como consequência da actividade reprodutora mais intensa da generalidade das espécies. Com efeito, foi nessas épocas do ano que ocorreram os valores mais elevados da diversidade de larvas de bivalves. A variação da equitabilidade ao longo dos meses de amostragem demonstrou a existência de um povoamento bem estruturado, já que os valores situaram-se geralmente próximo de 0,8, o que evidencia uma distribuição aproximadamente equitativa dos indivíduos pelas espécies, tal como é referido por Amanieu & Lasserre (1982).

Entre Abril de 1990 e Julho de 1991, a abundância das larvas de bivalves variou entre 9600 larvas/m³ num dia de Maio de 1990 e 267 larvas/m³ em Dezembro, valores muito próximos das 10000 larvas/m³ referidas por Alcaraz & Dominguez (1985), Massapina (1982) capturou 4030 larvas de bivalves/m³ em Maio de 1980 nas estações junto às barras, e Sprung (1994b) detectou máximos das abundâncias em Maio, Junho e Agosto de 1988 respectivamente com cerca de 14000 larvas/m³, 9500 e 9000 larvas/m³.

Assim, para a Ria Formosa, os resultados destes dois últimos autores limitam superior e inferiormente as abundâncias detectadas durante o período de amostragem em análise. No entanto, como Massapina (1982) utilizou uma rede com malha de 52 µm, enquanto que no presente estudo foi de 60 µm, os valores comparativamente menores terão resultado do carácter pontual da amostragem.

comparativamente menores terão resultado do carácter pontual da amostragem. Por outro lado, as abundâncias mais elevadas verificadas por Sprung (1994b), que utilizou uma malha de 32 μm , não terão resultado de uma diferença da malhagem. De facto, Chanley & Andrews (1971) e Le Penec (1978), que cultivaram em laboratório larvas de várias espécies de bivalves referem, respectivamente, que as menores velíferas mediram 60 μm e 75 μm de comprimento.

Por outro lado, Morgado (1993) indicou que, na Ria de Aveiro, as abundâncias mais elevadas de larvas de bivalves ocorreram em Abril de 1991 com 38 larvas/ m^3 . Estes valores, muito inferiores aos encontrados nos restantes trabalhos, resultarão da malha da rede utilizada ter sido de 335 μm , pelo que terá capturado quase exclusivamente pós-larvas ressuspendidas. Na verdade, segundo Sprung & Santos (1993), mesmo uma rede com 200 μm de malha apenas já se reterão cerca de 10% do total de larvas de bivalves presentes no plâncton num dado momento.

Para além das variações das abundâncias descritas por vários autores em diferentes locais, parece ser típico das larvas de bivalves a ocorrência de flutuações de grande amplitude em espaços de tempo muito curtos. De facto, Le Penec (1978) refere na baía de Saint-Brieuc (Bretanha) variações das abundâncias de tal ordem que, no prazo de uma semana, oscilaram entre 700 e 82000 larvas/ m^3 . Também na Ria Formosa, Sprung (1994b) encontrou flutuações de grande amplitude nas abundâncias que, numa semana de Maio, variaram entre 2500 e 14100 larvas/ m^3 . Estas flutuações dever-se-ão à emissão faseada dos gâmetas dos bivalves e, conseqüentemente do aparecimento no plâncton das larvas resultantes. Também a predação de gâmetas de bivalves por protistas, cujas abundâncias no plâncton variam muito rapidamente (Galvão *et al.*, 1989), pode explicar estas oscilações. Para além disso, as larvas de bivalves podem ser predadas por zooplantontes, tais como ctenóforos (Nelson, 1925), larvas de peixe (Lebour, 1933; Brewer & Kleppel, 1986), ou mesmo por adultos conspecíficos (Borsa & Millet (1992).

As larvas de *Mytilus edulis* foram as mais abundantes no plâncton da Ria Formosa, apesar dos poucos substratos duros disponíveis para a fixação. Esta dominância das larvas de *Mytilus* no meroplâncton parece ser frequente e foi também observada por Lebour (1938) em Plymouth, por Jørgensen (1946) no Øresund e por Rees (1954) no Mar do Norte. Na Ria Formosa, estas larvas ocorreram praticamente durante todo o período de amostragem, tendo sido mais abundantes durante a Primavera e o Verão, tal como foi também observado por Alcaraz & Dominguez (1985) na Ria de Pontevedra e por Leal (1989) na Lagoa de Albufeira. O período de ocorrência prolongado destas larvas no plâncton, está de acordo com a descrição de Camacho & Román (1986), segundo os quais, na Península Ibérica, a reprodução de *Mytilus* é efectuada desde a Primavera até ao Outono, apesar da ocorrência de dois máximos. Na Ria Formosa apenas pontualmente a abundância ultrapassou as 3000 larvas/m³, enquanto que Alcaraz & Dominguez (1985) referem valores da ordem das 5800 larvas/m³. Por outro lado, a abundância máxima registada por Leal (1989) foi apenas de 1500 larvas/m³, o que terá resultado de ter utilizado uma rede com malha de 160 µm. De facto, as larvas de menores dimensões encontradas nesse estudo mediram 198 µm de comprimento enquanto que, no presente trabalho, mediram 90 µm. Assim, ao não considerarem as larvas de menores dimensões e mais abundantes, os resultados daquela autora terão subestimado a abundância efectiva destes planctontes.

As larvas de *Ruditapes* spp. constituíram o segundo taxa mais abundante presente no plâncton da Ria Formosa. Com excepção dos meses de Inverno, em que estiveram completamente ausentes do plâncton, encontraram-se larvas durante o restante período de amostragem, tendo as maiores abundâncias ocorrido no período de Primavera-Verão, concretamente em Maio e Julho. Este parece ser um período em que normalmente decorrerá a época de reprodução desta espécie na Ria Formosa, uma vez que também Vilela (1947) e Banha (1984) referem a ocorrência de reprodução de *Ruditapes decussatus* entre Maio e Agosto e de Abril a Setembro, respectivamente. Este período reprodutor é, no entanto, mais alargado

do que o referido por Gallois (1977) e Le Pennec (1978), segundo os quais *Ruditapes decussatus* emite gâmetas entre Julho e Setembro, respectivamente no Sul e no Norte de França (Bretanha), enquanto que Camacho & Román (1986) referem que, no Norte de Espanha, a postura tem lugar apenas nos meses de Julho e Agosto. A temperatura parece ser o factor abiótico determinante para que ocorra o início da postura. De facto, como é referido por Vilela (1950) e Banha (1984), é provável que exista um limite mínimo de temperatura para que a postura se efectue, uma vez que os indivíduos podem apresentar durante vários meses as gónadas maduras, apenas ocorrendo a emissão quando a temperatura atinge ou ultrapassa os 20°C, como foi observado por Figueras (1957), na Ria de Vigo. Como a maturação dos gâmetas é atingida rapidamente após a postura, a não ocorrência de uma postura outonal dever-se-à a outros factores que não ao estado de maturação das gónadas (Camacho, 1980), nomeadamente aos valores da temperatura. Com efeito, a presença de oócitos maduros praticamente durante todo o ciclo reprodutor, levou Guillou & Sauriau (1985) a considerarem que, para a determinação do início do período de postura desta espécie, devem utilizar-se índices de condição em vez do estado de maturação das gónadas. De um modo geral, as abundâncias larvares na Ria Formosa não foram muito elevadas, situando-se entre as 500 e 1500 larvas/m³, tendo apenas em quatro recolhas ultrapassado as 2000 larvas/m³, das quais apenas numa a abundância foi superior a 2500 larvas/m³.

A larvas de *Cardium* spp. ocorreram praticamente durante todo o ano, como também foi observado por Alcaraz & Domínguez (1985) na Ria de Pontevedra (Norte de Espanha), o que sugere a existência de um período de reprodução alargado que, neste caso, foi particularmente intenso em Abril e Julho de 1991. A existência de máximos nestes meses poderá dever-se à presença alternada de larvas de *C. edule* e *C. glaucum* já que, segundo Boyden (1971), estas espécies reproduzem-se respectivamente em Maio e Julho. A sobreposição parcial dos dois períodos de reprodução justificará o duração alargada com que as larvas deste género ocorreram no plâncton da Ria Formosa. Neste sistema, Vilela (1947) indicou

a ocorrência de postura de *Cardium edule* em Março e entre Agosto e Setembro, enquanto que Santos *et al.* (1986) referem que a postura decorreu entre Março e Setembro. Também as descrições de Figueras (1966) para a Ria de Pontevedra, ou de González & Camacho (1984) na Ria de Arosa (Norte de Espanha), indicam o início da emissão dos gâmetas de *C. edule* a partir de Março e até Junho ou Setembro. Da mesma forma, na costa francesa atlântica, Le Pennec (1978) refere uma época de reprodução limitada aos meses de Junho e Julho, enquanto que Guillou *et al.* (1990, 1992) indicam que a postura desta espécie se realiza desde Março até Outubro. Durante o período de amostragem em 1990, as abundâncias foram reduzidas situando-se normalmente abaixo de 500 larvas/m³. No entanto, entre Janeiro e Julho de 1991, ocorreram períodos com abundâncias significativamente mais elevadas, tendo mesmo atingido por duas vezes cerca de 3000 larvas/m³. Na Ria de Pontevedra, Alcaraz & Dominguez (1985) observaram também uma grande amplitude de valores, entre 0 e 2500 larvas/m³, tendo relacionado a variação das abundâncias com as flutuações da salinidade. No entanto, na Ria Formosa as variações do teor salino da água são pouco acentuadas, pelo que as flutuações observadas nas abundâncias larvares dever-se-ão a outros factores.

As larvas de *Venerupis* spp. ocorreram no plâncton da Ria Formosa excepto no período entre Novembro de 1990 e meados de Março de 1991, enquanto que Alcaraz & Domínguez (1985) apenas não capturaram larvas deste género em Novembro de 1980 e Março de 1981. O facto das larvas de *Venerupis* começarem a surgir no plâncton a partir de Abril está de acordo com Camacho & Román (1986) que indicam que, na Ria de Pontevedra, a emissão dos gâmetas de *Venerupis pullastra* ocorre a partir de Março, podendo ainda existir uma postura outonal. Por outro lado, no Norte de França, o período reprodutor de *Venerupis aurea* ocorre entre Maio e Agosto, enquanto que *V. pullastra* emite entre Abril e Agosto (Le Pennec, 1978). As abundâncias foram mais elevadas no segundo ano de recolhas, tendo ultrapassado as 2500 larvas/m³ em Abril e Junho. Estes valores foram

superiores aos determinados por Alcaraz & Dominguez (1985), que apenas uma vez atingiram as 1700 larvas/m³.

As larvas de Tellinacea foram capturadas durante todo o período de amostragem. Contrariamente, Alcaraz & Domínguez (1985) apenas capturaram larvas de Tellinoidea em Maio, Setembro e Outubro de 1980, e em Fevereiro de 1981. Apesar da grande variabilidade durante o período de ocorrência, na Ria Formosa a abundância foi superior à referida por Alcaraz & Domínguez (1985), já que ultrapassou pontualmente as 1500 larvas/m³, enquanto que na Ria de Pontevedra o máximo foi de 575 larvas/m³.

As larvas de Pholadacea ocorreram no plâncton da Ria Formosa excepto entre Outubro de 1990 e Maio de 1991. A reprodução ter-se-á iniciado mais tarde em 1991, já que apenas se começaram a capturar larvas praticamente no início de Junho. Apesar das larvas desta superfamília poderem incluir várias outras espécies, o período de reprodução de *Pholas dactylus* ocorre em Maio e Junho na costa francesa (Le Pennec, 1978). Estas larvas foram mais abundantes em Maio e Junho de 1990, com valores superiores a 500 larvas/m³. De um modo geral, os valores encontrados em 1991 foram em média superiores aos de 1990. Para além disso, enquanto que, em Julho de 1990, as abundâncias larvares foram muito reduzidas, em 1991 é precisamente nesse mês que se encontraram os valores mais elevados.

Anomia ephippium ocorreu principalmente na Primavera e Verão de 1990 e de 1991, o que está de acordo com as referências de Le Pennec (1978) no Norte de França, e de Hrs-Brenko (1971) no Mar Adriático. No entanto, na costa dinamarquesa esta espécie reproduz-se apenas nos meses de Inverno (Jørgensen, 1946). Também neste estudo foram capturadas larvas no Inverno e início da Primavera, concretamente entre Dezembro de 1990 e Abril de 1991, o que sugere que se possa reproduzir com temperaturas relativamente baixas. Com efeito, Le Pennec (1978) obteve a emissão de gâmetas em adultos estimulados com uma amplitude de temperaturas entre os 10°C e os 25°C.

Recolheram-se larvas de *Venus* spp. durante todo o período de amostragem. Também Alcaraz & Domínguez (1985) encontraram larvas de *Venus* spp. quase sempre presentes nas colheitas. Le Pennec (1978) refere a existência de um período reprodutor de *Venus verrucosa* entre Abril e Setembro na Bretanha, enquanto que Ansell (1961, 1962) indica que, na Escócia, a emissão de gâmetas ocorreu entre Maio e Junho. O facto de, nesse local, a reprodução ter ocorrido com temperaturas da água da ordem dos 14°C, valor que se aproximou do mínimo medido na Ria Formosa, sugere que esta espécie poderá ser uma das responsáveis pelas abundâncias larvares de *Venus* observadas durante o período de Inverno. Em termos quantitativos, verificou-se que as abundâncias máximas foram bastante superiores na Ria de Pontevedra (2875 larvas/m³) (Alcaraz & Dominguez, 1985) comparativamente às observadas na Ria Formosa (930 larvas/m³).

As larvas de bivalves identificadas como pertencendo à superfamília Macracea ocorreram esporadicamente no plâncton da Ria Formosa, e apenas em Maio de 1991 atingiram as 1000 larvas/m³. Uma vez que este taxa inclui várias espécies não é possível, através da ocorrência das larvas no plâncton identificar os períodos em que se reproduzem. No entanto, Le Pennec (1978) refere que a reprodução de *Spisula subtruncata* decorre entre Maio e Junho, enquanto que verificou que, na costa algarvia, a reprodução de *Spisula solida* ocorre preferencialmente em Março (Gaspar, *com. pess.*, 1995), o que poderá justificar as abundâncias larvares desta superfamília registadas nesses meses na Ria Formosa.

As larvas de *Chlamys* spp. ocorreram nos meses de Primavera e Verão, concretamente entre Maio e Setembro de 1990 e a partir de Junho de 1991, bem como num curto período em Fevereiro e Março de 1991, tendo a abundância mais elevada, 830 larvas/m³, ocorrido em Junho de 1990. Le Pennec (1978) analisou a evolução do estado de maturação das gónadas de *C. varia*, *C. distorta* e *C. opercularis* e verificou que, apesar de se encontrarem maduras durante quase todo o ano, estas espécies só emitem a partir de Maio e até Setembro. Por outro lado, Lebour (1938) refere que, na zona de Plymouth, a emissão dos gâmetas de *C. opercularis* ocorreu

entre Janeiro e Junho. Para além disso, a sobreposição dos períodos de ocorrência das larvas de *Chlamys* spp. no Mar Adriático, em 1967 e 1968, delimita o período entre Janeiro e Maio (Hrs-Brenko, 1971), enquanto que, na Ria de Pontevedra, Alcaraz & Dominguez (1985) referem que as larvas da família Pectinidae ocorreram unicamente no mês de Maio. Assim, eventualmente a existência de várias espécies de *Chlamys* com diferentes temperaturas óptimas para emissão dos gâmetas, poderá justificar quer a ocorrência de máximos de reprodução isolados como o que ocorreu em Fevereiro e Março de 1991, quer a diferença relativamente aos períodos de reprodução verificados noutros locais.

A espécie *Crassostrea angulata* apenas foi capturada no plâncton da Ria Formosa durante a Primavera e Verão de 1990, entre Abril e Agosto de 1990 o que, de uma forma geral, coincidiu com a época de postura indicada por Raimbault (1966) na costa francesa atlântica, concretamente desde o fim de Maio até ao início de Setembro. Alcaraz & Dominguez (1985) incluíram as larvas de *Crassostrea* num grupo denominado *Anomia-Ostrea*, o qual ocorreu apenas em Maio e entre Dezembro e Fevereiro que, tal como os taxa *Anomia ephippium* e *Crassostrea angulata* no presente estudo, foi pouco abundante. A influência da salinidade na distribuição temporal destas espécies foi sugerida por Alcaraz & Dominguez (1985). No entanto, no caso da Ria Formosa, a variação pouco acentuada deste parâmetro não poderá explicar as flutuações das abundâncias observadas, pelo que o factor determinante será possivelmente a temperatura da água.

O período de ocorrência destas larvas no plâncton foi de Dezembro a Maio, com um máximo em Abril, o que se aproxima de época de reprodução de *Hiatella rugosa* no Norte de França que, segundo Le Pennec (1978), decorre entre Janeiro e Abril. Por outro lado, Lebour (1938) referiu que, na zona de Plymouth, a reprodução de *Hiatella rugosa* apenas não ocorreu durante os meses de Outono. Também Hrs-Brenko (1971) indicou que a permanência das larvas de *Hiatella* sp. no plâncton do Mar Adriático decorre todo o ano, apesar de serem mais

abundantes em Maio e Junho, enquanto que nessa zona Poggiani (1968) apenas encontrou estes planctontes entre Janeiro e Junho.

As larvas de Solenacea foram pouco abundantes e ocorreram em períodos muito limitados, concretamente entre Abril e Julho de 1989 e de 1990. Apesar de Alcaraz & Domínguez (1985) indicarem dois períodos de ocorrência distintos das larvas da família Solenidae na Ria de Pontevedra, a sua duração foi, tal como na Ria Formosa, bem definida no tempo, concretamente entre Janeiro e Abril e entre Setembro e Outubro. O desfasamento entre as observações deste estudo na Ria Formosa e as efectuadas por aqueles autores poderá dever-se à possibilidade das espécies responsáveis pelas emissões não serem as mesmas nos dois locais. As larvas desta superfamília capturadas na Ria Formosa pertencerão provavelmente à espécie *Solen marginatus*, uma vez que foi a única desta superfamília identificada no sedimento. Para além disso, o período de ocorrência destas larvas no plâncton coincidiu, de um modo geral, com o período de emissão dos gâmetas de *Solen marginatus* indicado para a Ria Formosa (Canal de Tavira) por Santos *et al.* (1986).

4.3 - Variação horária das abundâncias larvares

As temperaturas medidas no ciclo de recolhas efectuado na barra de Faro-Olhão foram inferiores às verificadas no ciclo da ponte para a ilha de Faro. Para além das variações interanuais que possam ter ocorrido, a maior proximidade e mistura com a água oceânica na zona da barra explicarão as temperaturas comparativamente mais baixas que aí se verificaram.

A velocidade e a direcção das correntes apenas foram analisadas no ciclo efectuado na barra de Faro-Olhão. A velocidade das correntes variou da forma descrita noutros estudos, nomeadamente por Lima & Vale (1980), com a velocidade da maré vazante sendo superior à da maré enchente, e registando-se sempre uma maior velocidade nas primeiras horas após a mudança da maré. A principal direcção das correntes durante a maré enchente foi Nordeste (NE) que

corresponde à direcção do canal de Olhão que, deste modo, parece ser mais importante em termos de troca de água com o oceano adjacente do que o canal de Faro. As correntes com direcção Sul correspondem à direcção do canal de saída da barra de Faro-Olhão e ocorreram durante as marés vazantes.

A abundância total das larvas de bivalves aumentou, em qualquer dos ciclos, com a enchente e durante a preia-mar, o que está de acordo com os resultados obtidos por Massapina (1982) e Sprung (1994b).

Os valores da diversidade e da equitabilidade foram semelhantes nos dois ciclos de amostragem. A diversidade mais elevada verificou-se nas preias-mar (ciclo da barra de Faro-Olhão) ou nas enchentes (ciclo da ponte para a ilha de Faro), o que sugere a entrada na Ria Formosa de larvas de *taxa* provenientes do exterior. De facto, Margalef (1986) considerou que a diversidade em sistemas estuarino-lagunares pode ser aumentada através da entrada de plâncton acidental vindo de zonas adjacentes, o que explica o maior número de *taxa* identificados no ciclo da barra de Faro-Olhão. Com efeito, por exemplo a ocorrência de larvas de Mactracea, ou seja de espécies mais abundantes na zona costeira marinha adjacente à Ria Formosa, no ciclo efectuado na barra, sugere a entrada dessas larvas no sistema. As larvas vindas do exterior poderão ser originadas pelos bancos de bivalves existentes na zona costeira marinha adjacente à barra de Faro-Olhão, descritos por Monteiro (1985). Na verdade, essas larvas têm bastantes possibilidades de entrarem na Ria por acção das correntes de maré, já que as correntes de deriva litoral com direcção predominante de Nordeste e Sudoeste (Granja, 1984) provocarão o seu arrastamento para zonas próximas da barra, o que justificará as abundâncias mais elevadas que ocorreram durante as marés enchentes.

Por outro lado, as larvas de espécies de bivalves típicas do interior da Ria Formosa, para se manterem dentro do sistema terão que contrariar as correntes de maré que, durante as marés vazantes tendem a arrastá-las para o exterior. Com efeito, para Bhaud (1988) é necessário que as larvas contrariem a dispersão de

modo a que a reprodução ocorra entre os membros da mesma espécie, uma vez as larvas planctónicas são transportadas pelas correntes frequentemente para locais afastados dos progenitores (Jackson, 1986). No entanto, a possibilidade das larvas vencerem a circulação da água na sua componente horizontal parece ser extremamente reduzida, senão impossível, já que as velocidades de natação das larvas são muito inferiores às velocidades das correntes. De facto, segundo Wood & Hargis (1971), a velocidade de natação mais elevada registada para as larvas de *Crassostrea virginica* foi de 1 cm/s, enquanto que os valores da corrente medidos na Ria Formosa variaram entre os 15 cm/s na enchente das marés mortas e 90 cm/s durante a vazante das marés vivas.

Por outro lado, no eixo vertical a velocidade da correntes é menor, sendo de 0,01 cm/s como foi observado por Pritchard (1953) num sistema estuarino. Assim, as larvas poderão controlar a sua posição vertical na coluna de água de modo a aproveitarem as massas de água que se deslocam em sentidos diferentes. Efectivamente, segundo Mileikovsky (1973), todas as larvas planctónicas de invertebrados marinhos bentónicos com velocidades de natação da ordem de 1 cm/s poderão efectuar deslocamentos verticais com alguma amplitude. Nessa perspectiva, a distribuição vertical das larvas permitirá a utilização de correntes residuais (Cronin & Forward, 1986) e, deste modo, que algumas larvas fiquem retidas no interior do sistema.

Esta noção de “residência selectiva” em massas de água com direcções diferentes apresenta alguma limitação uma vez que parece pouco provável, e não foi ainda descrito, qualquer sistema sensorial que permita às larvas detectarem a direcção em que se deslocam quando o próprio sistema sensorial está a ser transportado.

A dispersão larvar depende da influência dos processos hidrodinâmicos, da duração da vida planctónica e do comportamento larvar. Para Cameron (1986) e De Wolff (1974), a dispersão e eventual retenção das larvas é um processo passivo, exclusivamente dependente dos mecanismos hidrodinâmicos. Por outro lado,

Thorson (1961) e Scheltema (1971) consideraram que a longevidade das larvas no plâncton e os movimentos das massas de água estabelecerão o potencial da dispersão, enquanto que o comportamento larvar determinará o grau efectivo da dispersão.

Verificou-se, no ciclo realizado na ponte para a ilha de Faro, que durante a enchente foram capturadas mais larvas e de maiores dimensões, concretamente de *Mytilus edulis* e *Ruditapes* spp.. Nestas espécies, as abundâncias aumentaram quando a preia-mar coincidiu com o pôr-do-Sol. No entanto, nas larvas de *Venerupis* spp., que também ocorreram durante quase toda a amostragem, esta variação não foi nítida. Este tipo de variação das dimensões larvares com o estado da maré e com a hora do dia permite sugerir a existência de qualquer mecanismo, passivo ou activo, que possibilite às larvas com maior capacidade natatória manterem-se no interior do sistema, nomeadamente através da realização de deslocamentos verticais na coluna de água.

O determinismo da realização das migrações verticais poderá dever-se à existência de ritmos endógenos, como é proposto por Cronin & Forward (1979) ou à influência de vários factores ambientais que estimulam respostas natatórias das larvas que se traduzem em movimentos segundo a componente vertical, tais como a luz (Thorson, 1964; Bayne, 1964a; Levin, 1986; Kaartvedt *et al.*, 1987), a salinidade (Nelson & Perkins, 1930; Turner & George, 1955; Hidu & Haskin, 1978), a temperatura (Carriker, 1951; Hidu & Haskin, 1978) e a pressão hidrostática (Bayne, 1963).

Relativamente à variação das abundâncias larvares entre o dia e a noite verificou-se que, no ciclo realizado na barra de Faro-Olhão, as larvas dos grupos mais importantes ocorreram principalmente durante a noite. No entanto, considerando a totalidade dos *taxa*, essa diferença praticamente desapareceu, sendo as larvas de bivalves apenas cerca de 1% mais abundantes durante a noite. No ciclo efectuado na ponte para a ilha de Faro verificou-se uma clara distinção entre as abundâncias larvares capturadas durante o dia e a noite, já que as maiores

abundâncias foram encontradas durante o dia. Esta diferença entre os dois ciclos de recolhas poderá dever-se ao comportamento fotopositivo das larvas de bivalves que, segundo Thorson (1964), é comum à generalidade das larvas de invertebrados marinhos bentónicos. Também Levin (1986) observou abundâncias mais elevadas de larvas de bivalves no período do pôr-do-Sol. Assim, na zona da ponte para a ilha de Faro, devido à profundidade ser reduzida, o fototactismo positivo das larvas será responsável pelo deslocamento das larvas para a superfície, pelo que as abundâncias aí capturadas serão elevadas durante o dia. Por outro lado, na barra de Faro-Olhão a profundidade de cerca de 25 metros e as correntes de velocidade elevada dificultarão o deslocamento vertical das larvas, razão pela qual, neste caso, praticamente não existiram diferenças entre as abundâncias capturadas de dia e de noite.

5 - CONCLUSÕES

A temperatura foi a variável ambiental responsável pela maioria das flutuações temporais das abundâncias larvares de bivalves. As flutuações dos valores da salinidade, velocidade do vento, velocidade e direcção das correntes não terão sido responsáveis pelas abundâncias larvares.

Verificou-se a presença de larvas de bivalves em todos os meses do ano em que decorreu a amostragem. Para a generalidade dos *taxa*, as abundância larvares mais elevadas ocorreram nos meses de Primavera e Verão. No entanto, as larvas de *Anomia ephippium*, *Chlamys* spp., *Cardium* spp., *Venus* spp., *Maत्रacea* e *Hiatella* spp. também foram capturadas nos meses de Inverno.

As larvas de *Tellinacea* foram as únicas capturadas durante toda a amostragem, apesar do que a sua importância relativa não ultrapassou os 7,5%.

As larvas mais abundantes foram as de *Mytilus edulis*, *Ruditapes* spp., *Cardium* spp. e *Venerupis* spp., cujas abundâncias relativas foram superiores a 10%.

Através da relação entre a abundância das larvas e das pós-larvas determinou-se a duração da vida planctónica de *Ruditapes decussatus* e de *Cardium edule*, respectivamente entre 2 a 4 semanas e até 2 semanas, respectivamente.

Em qualquer dos dois ciclos de recolhas de ponto fixo capturaram-se mais larvas durante as marés enchentes e preias-mar do que nas vazantes e baixas-mar.

De um modo geral, a diversidade e a equitabilidade foram mais elevadas no ciclo realizado na barra de Faro-Olhão, comparativamente ao da ponte para a ilha de Faro.

As observações efectuadas nos ciclos de recolha, sugerem que nas zonas mais interiores, as flutuações das abundâncias larvares devem-se principalmente à variação dia/noite e à influência do estado da maré, enquanto que, nas zonas mais exteriores, as abundâncias serão sobretudo determinadas pelas correntes de maré.

Capítulo V

Aspectos Metodológicos da Análise do Recrutamento de Bivalves

Capítulo V- Aspectos Metodológicos da Análise do Recrutamento de Bivalves

1 - INTRODUÇÃO

Em Biologia Pesqueira, o recrutamento é definido como a entrada de novos indivíduos disponíveis para a pesca (Sinclair, 1988). Neste trabalho, considerou-se a entrada de novos membros na população bentónica, como o recrutamento à população. Assim, o recrutamento apenas ocorreu quando as pós-larvas adquiriram a vida bentónica e se tornaram sedentárias, ou seja, é o resultado da metamorfose bem sucedida das pedivelígeras (Carriker, 1961). Esta noção de recrutamento integra alguma mortalidade que terá ocorrido desde a fixação, como é proposto por Franklin & Pickett (1979), Keough & Downes (1982), Bachelet *et al.* (1986) e Stocker & Bergquist (1987).

Frequentemente, a análise do recrutamento é efectuada com base em escalas temporais grosseiras (Maurer *et al.*, 1979) as quais, apesar de permitirem detectar as tendências das variações, não possibilitam quantificar o recrutamento na altura de fixação (Keough & Downes, 1982; Mann, 1988; Roegner & Mann, 1995). Para tal, a amostragem deve ser efectuada em intervalos de tempo de curta duração, o que se revela um processo trabalhoso, já que as dimensões muito reduzidas das pós-larvas dificultam a triagem das amostras e a identificação dos exemplares.

O reconhecimento destas dificuldades levou Hadfield (1986) a considerar os problemas metodológicos como o maior obstáculo à compreensão do recrutamento dos invertebrados marinhos bentónicos. Por conseguinte, é normalmente apenas ao fim de algum tempo, em geral quando os indivíduos atingem dimensões que os tornam mais facilmente identificáveis, que o recrutamento dos bivalves é estudado, o que se traduz em que uma fracção dos recrutas não seja identificada e quantificada.

Efectivamente, com frequência os estudos de recrutamento apenas incluem os bivalves retidos em crivos com malha de 5 mm (Catoira *et al.*, 1984), de 2 mm

(Seed & Brown, 1975; Gonzalez & Camacho, 1984; Kevrekidis & Koukouras, 1992), de 1,5 mm (Sastre, 1984), de 1 mm (Guelorget *et al.*, 1980; Guerreiro, 1991) ou em crivos com malha de 500 μm (Santos & Simon, 1980; Ducrotoy *et al.*, 1989; Sprung, 1993). No entanto, apesar de em menor número, também têm sido realizados alguns trabalhos com crivos de malha inferior a 500 μm , nomeadamente os de Muus (1973), Williams (1980), Bachelet (1988), Guillou & Tartu (1994) e Chicharo (1994a).

Os factores reguladores das abundâncias actuam muito rapidamente sobre as pós-larvas recém-fixadas. Assim, para avaliar a intensidade do recrutamento à população, ou para estudar a dinâmica destas fases iniciais da vida bentónica é necessário, por um lado, utilizar uma periodicidade intensa de recolha e, por outro lado, garantir a sobrevivência das pós-larvas durante o tempo necessário à realização do estudo pretendido.

Em condições naturais, as abundâncias de pós-larvas recém-fixadas num dado momento são normalmente reduzidas e não podem ser amostradas de modo contínuo, eventualmente como consequência da predação ou do seu arrastamento pelas correntes.

A utilização de colectores, onde as larvas pedivelígeras possam fixar-se e adquirir a sedentarização, possibilita a análise das flutuações de pequena escala do recrutamento, como foi evidenciado por Hockin (1981), Hannan (1984), Ólafsson (1988), Butman (1989).

Com este capítulo pretendeu-se seleccionar a metodologia mais adequada para o estudo do recrutamento de bivalves, em função das características específicas dos indivíduos, do tipo de sedimento onde ocorrem, da malhagem do crivo a utilizar, bem como da periodicidade das recolhas. Para além disso, pretendeu-se avaliar a utilização de colectores para estes estudos de recrutamento, em sedimentos móveis.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Características dos colectores

Os colectores consistiram em baldes de plástico vulgares, com uma abertura de 710 cm² de área, que foram cobertos com rede de "nylon" com malha de 1 milímetro, de modo a evitar a acção de predadores sobre os indivíduos recém-fixados. Para que a água pudesse circular livremente e acompanhar a subida e descida das marés, fizeram-se aberturas laterais e no fundo dos colectores. No interior colocaram-se pedras para impedir o arrastamento pelas correntes (Fig. 5.1).

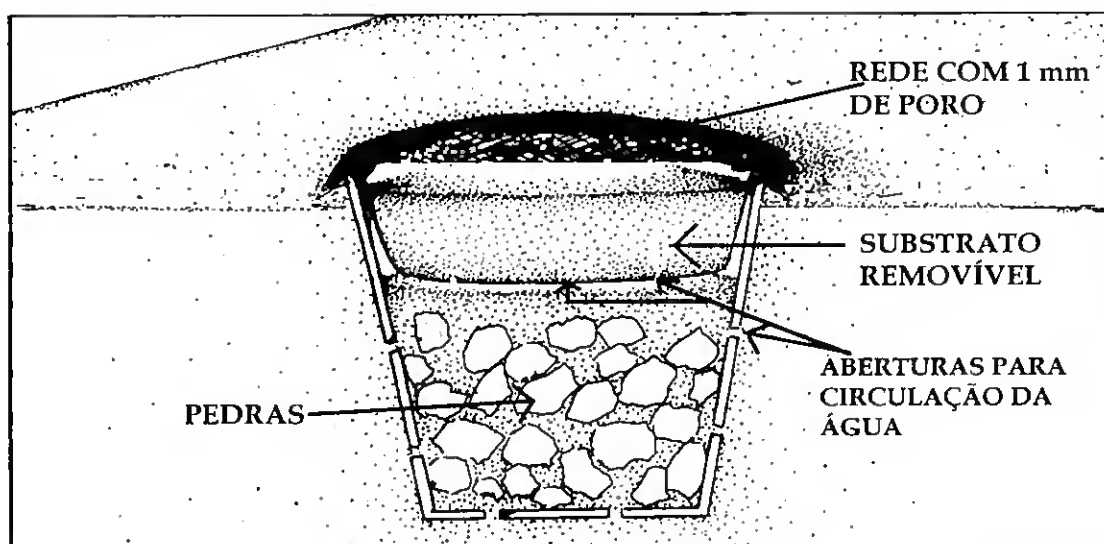


Figura 5.1 - Esquema dos colectores utilizados para a análise do recrutamento dos bivalves na Ria Formosa (Esquema de S. António, 1995).

Os colectores foram colocados na metade inferior da zona intermarés, mas de modo a garantir que ficassem a descoberto mesmo em marés de pequena amplitude. A superfície coberta com rede ficou cerca de 5 centímetros acima do nível do sedimento circundante, de maneira a diminuir a entrada de sedimento arrastado pelas correntes.

Interiormente os colectores foram revestidos por um saco de plástico preto, no qual se colocou o sedimento. Denominou-se, por observação visual, o

sedimento com uma percentagem de areia superior a 50% como “areia” e, com uma percentagem de areia inferior a 50%, como “vasa”. Nesse saco efectuaram-se orifícios pequenos por forma a permitir que a água escorresse na maré vazia. O sedimento colocado no interior dos colectores foi previamente seco ao ar para que não contivesse qualquer bivalve vivo.

2.2 - Estratégia de amostragem

Colocaram-se os colectores na zona da ponte para a ilha de Faro (Fig. 4.1, pág. 151) em 15 de Maio de 1990. Um colector de cada tipo de sedimento (areia ou vasa) foi seleccionado aleatoriamente e retirado mensalmente.

Para comparar as abundâncias de bivalves fixados nos colectores com as abundâncias que ocorreram na natureza, com uma pá recolheram-se amostras de sedimento da zona circundante aos colectores, numa área de 225 cm² e até uma profundidade de cerca de 3 centímetros. Essas abundâncias foram comparadas com as encontradas em colectores com sedimento de areia (o tipo de sedimento da zona onde os colectores se encontravam) mantidos na zona da ponte para a ilha de Faro por 6 períodos de quinze dias e recolhidos entre 3 de Julho de 1990 e 22 de Setembro de 1990 (Anexo IV).

Para analisar o nível de variação das abundâncias entre colectores com o mesmo tipo de sedimento, bem como para avaliar qual o padrão de distribuição espacial das pós-larvas dos principais *taxa*, colocaram-se em 22 de Setembro de 1990, na zona da ponte para a ilha de Faro, dois conjuntos de 5 colectores, um com areia e outro com vasa, cujo sedimento foi recolhido em 25 de Outubro de 1990.

Pelo facto de se desconhecer *a priori* o nível das abundâncias das larvas que se fixariam e a eficácia dos colectores na retenção dos indivíduos de diferentes *taxa*, amostrou-se todo o sedimento colocado no interior dos colectores, não se tendo recorrido aos procedimentos de subamostragem já que, segundo McIntyre & Warwick (1984), podem originar erros ou imprecisões.

2.3 - Processamento das amostras

Para a triagem das pós-larvas de bivalves agitou-se rapidamente o sedimento com um jacto de água. Esperou-se que suspensão gerada sedimentasse durante alguns segundos, após o que o sobrenadante foi passado por um crivo com malha de 180 μm . Este procedimento, referido por Gallagher *et al.* (1983), foi repetido até que não foram observadas quaisquer pós-larvas de bivalves na solução sobrenadante.

Quer as fracções de sedimento assim obtidas, quer o sedimento restante após as várias lavagens, foram observados com uma lupa binocular, tendo-se identificado os bivalves até ao menor nível taxonómico possível (capítulo III, pág. 22).

As amostras foram fixadas e conservadas em formaldeído a 4% tamponizado com borato de sódio. As abundâncias foram convertidas para o metro quadrado.

2.4 - Tratamento dos dados e Análise estatística

2.4.1 - Abundância relativa das fracções de recrutas

Calcularam-se as abundância relativas, expressas em percentagem, das fracções de bivalves fixados, em areia e em vasa, com comprimento inferior a 0,5 mm, entre 0,5 mm e 1 mm e entre 1 mm e 1,5 mm durante o período de amostragem, entre Junho de 1990 e Julho de 1991. Essas percentagens foram determinadas quer em termos globais para o conjunto dos dados, quer individualmente para 6 espécies: *Lepton nitidum*, *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*. Estas espécies foram seleccionadas pela sua abundância, mas também pelo facto de pertencerem a famílias diferentes, por apresentarem diferentes dimensões no início da vida pós-larvar, bem como por ocorrerem diferentemente nos sedimentos analisados.

2.4.2 - Testes paramétricos e não-paramétricos

A distribuição das variáveis relativamente à normal foi avaliada pelo valor de d , a estatística do teste não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, um teste bastante potente mesmo quando o número de observações é reduzido (Zar, 1984), para um nível de significância $p < 0,05$.

Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) para testar a hipótese nula (H_0), concretamente a não existência de diferenças significativas entre as médias das abundâncias de bivalves fixados nos colectores e na natureza, para um nível de significância $p < 0,05$. Para a comparação apenas destes dois grupos (colector *vs.* natureza), e devido à normalidade das distribuições, utilizou-se o teste t de Student, para o nível de significância $p < 0,05$.

2.4.3 - Coeficiente de variação

O coeficiente de variação é uma medida de dispersão independente das unidades. Para o cálculo do coeficiente de variação (c.v.) utilizou-se a seguinte expressão (Dawson-Saunders & Trapp, 1987):

$$\text{c.v.} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100, \quad (\text{eq. 5.1})$$

em que s é o desvio padrão da amostra e \bar{x} é a média.

2.4.4 - Índices de dispersão

Analisou-se a distribuição das pós-larvas fixadas, entre colectores, através do cálculo de índices de dispersão. Deste modo pretendeu-se determinar o tipo de distribuição apresentado pelas pós-larvas e avaliar o nível de representatividade das abundâncias encontradas num colector.

Os organismos podem distribuir-se espacialmente de três formas diferentes: uniformemente, com os indivíduos dispostos de uma maneira regular; aleatoriamente, com os indivíduos dispostos ao acaso; e em agregados, com os indivíduos dispostos formando “manchas” (Ludwig & Reynolds, 1988).

Quando os indivíduos se dispõem aleatoriamente no espaço, a distribuição de frequências resultante da amostragem do número de indivíduos de cada sub-unidade aproxima-se da distribuição de Poisson, desde que o número de sub-unidades amostradas e o de indivíduos sejam elevados (Pielou, 1969). Uma propriedade da distribuição de Poisson consiste no facto da variância (s^2) ser igual à média (\bar{x}), ou seja, s^2/\bar{x} é igual a 1. Esta relação pode ser utilizada como medida de agregação, constituindo um índice de dispersão (I.D.) que se expressa como:

$$I.D. = \frac{s^2}{\bar{x}} \quad (\text{eq. 5.2})$$

em que $I.D.<1$ indica uma distribuição regular e $I.D.>1$ uma distribuição em agregados. Segundo Pielou (1969), a relação s^2/\bar{x} decresce linearmente quando a densidade diminui pelo que, quando as densidades são reduzidas, esta razão não fornece qualquer indicação sobre o nível de agregação. Posteriormente, surgiram variantes a esta fórmula e mesmo outras aproximações, que foram globalmente denominadas por índices de dispersão (Ludwig & Reynolds, 1988), tal como o índice de Green (I.G.):

$$I.G. = \frac{\left(\frac{s^2}{\bar{x}}\right) - 1}{n - 1} \quad (\text{eq. 5.3})$$

em que, s^2 é a variância, \bar{x} é a média e n o número de indivíduos na amostra; $I.G. < 0$ numa distribuição uniforme, $I.G.=0$ numa distribuição aleatória e $I.G.>0$ numa distribuição em agregados.

Este índice pode ser utilizado para comparar amostras que sejam diferentes no número de indivíduos, médias e número de unidades de subamostragem utilizadas, já que não se correlaciona com a densidade, pelo que é recomendado quando se analisam as alterações no padrão espacial de distribuição de organismos com variações na densidade (Ludwig & Reynolds,1988).

No entanto, estes autores recomendam a utilização do I.G. sobretudo no caso de populações distribuídas em agregados, já que parece existir alguma correlação entre o índice e a densidade, quando as distribuições são aleatórias ou uniformes.

3 - RESULTADOS

3.1 - Análise quantitativa do recrutamento

A importância relativa das várias fracções de bivalves variou ao longo dos meses, quer nos colectores com sedimento de areia (Fig. 5.2), quer nos com vasa (Fig. 5.3).

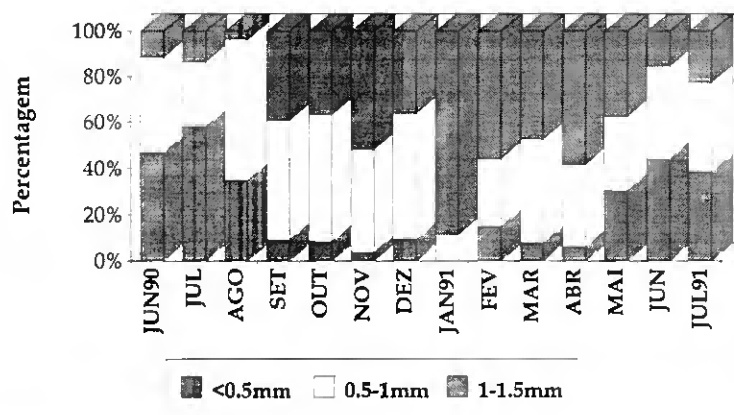


Figura 5.2 - Fracções de bivalves com comprimento <0,5 mm, entre 0,5 mm e 1 mm, e entre 1 mm e 1,5 mm, fixados nos colectores com areia (n= 3936) ao longo de um ano de amostragem, expressas em percentagem.

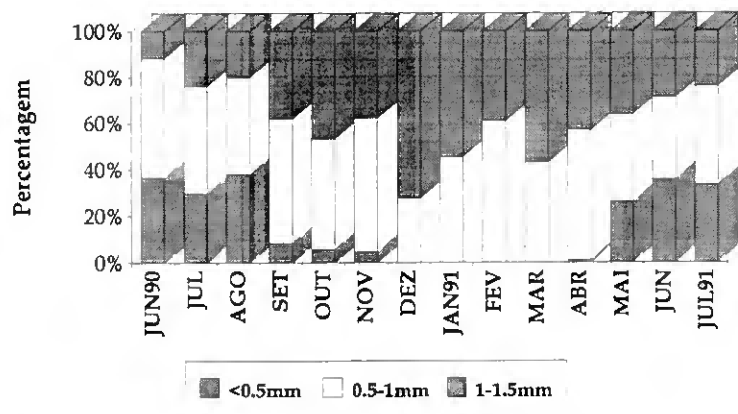


Figura 5.3 - Fracções de bivalves com comprimento <0,5 mm, entre 0,5 mm e 1 mm, e entre 1 mm e 1,5 mm, fixados nos colectores com vasa (n= 1417) ao longo de um ano de amostragem, expressas em percentagem.

Verificou-se que a fracção de pós-larvas com comprimento inferior a 0,5 mm foi quantitativamente mais importante durante os meses de Primavera e Verão, enquanto que no Outono e Inverno as fracções de 0,5 a 1 mm e sobretudo de 1 a 1,5 mm, foram mais abundantes.

A fracção de bivalves com comprimento inferior a 0,5 mm foi quantitativamente mais importante nos colectores com areia (30,5%), do que nos colectores com vasa (18,6%) (Fig. 5.4).

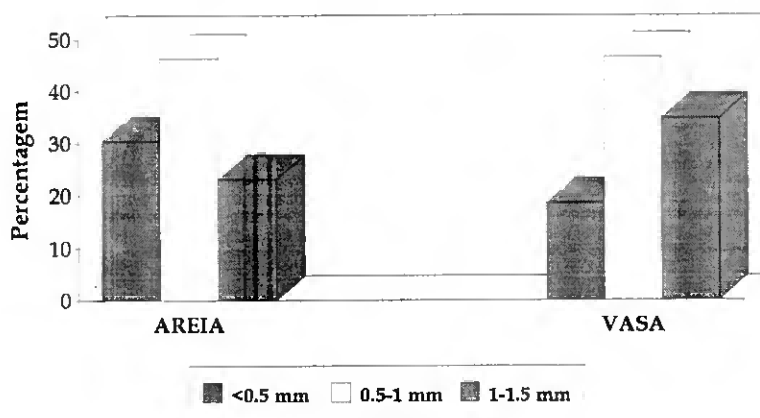


Figura 5.4 - Comparação entre as abundâncias relativas, expressas em percentagem, dos bivalves agrupados em 3 classes de comprimento capturados nos colectores com areia (n= 3936) e nos colectores com vasa (n= 1417), durante a totalidade do período de amostragem, entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

Em qualquer dos colectores, e considerando a totalidade dos bivalves presentes em cada uma das 3 classes de dimensões durante todo o período de amostragem, a fracção mais abundante foi a dos bivalves com comprimentos entre 0,5 mm e 1 mm, representando 46,4% e 46,8% do total dos indivíduos fixados respectivamente nos colectores com areia e vasa (Fig. 5.4).

Os bivalves com dimensões entre 1 e 1,5 mm foram mais abundantes em vasa, representando 34,8% do total, enquanto que, em areia, essa fracção incluiu 23,1% dos bivalves fixados (Fig. 5.4).

3.2 - Análise qualitativa do recrutamento

Em termos qualitativos compararam-se as abundâncias relativas, expressas em percentagem, das abundâncias de seis espécies capturadas durante o período de amostragem: *Lepton nitidum* (Fig. 5.5), *Cardium edule* (Fig. 5.6), *Ruditapes decussatus* (Fig. 5.7), *Venerupis aurea* (Fig. 5.8), *Scrobicularia plana* (Fig. 5.9) e *Abra ovata* (Fig. 5.10).

Em *C. edule*, *R. decussatus*, *V. aurea* e *A. ovata*, a fracção de bivalves com comprimento inferior a 0,5 mm constituiu, em areia ou vasa, entre 15,3% e 38,7% do total de bivalves capturados até 1,5 milímetros. Por outro lado, em *S. plana* e *L. nitidum* a percentagem de bivalves com comprimento < 0,5 mm foi respectivamente 1,6% e 10,2% em areia e 7,1% e 6% nos colectores com sedimento de vasa.

As maiores percentagens de bivalves com comprimentos entre 1 mm e 1,5 mm ocorreram nestas duas espécies, nos colectores com areia. Por outro lado, considerando a totalidade das espécies fixadas nos colectores com os dois tipos de sedimento, entre 50,8% e 92,2% dos bivalves, respectivamente *L. nitidum* e *V. aurea*, em areia, mediram menos de 1 mm de comprimento.

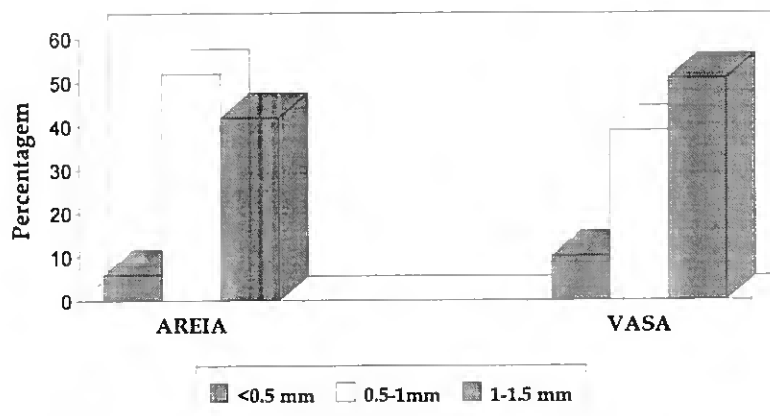


Figura 5.5 - Percentagens, por classes de comprimento, das pós-larvas de *Lepton nitidum* fixadas nos colectores com areia (n= 100) ou vasa (n= 59) durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

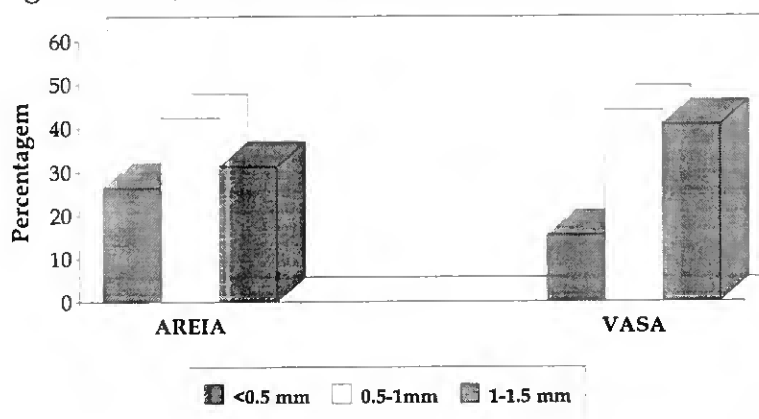


Figura 5.6 - Percentagens, por classes de comprimento, das pós-larvas de *Cardium edule* fixadas nos colectores com areia (n= 595) ou vasa (n= 268) durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

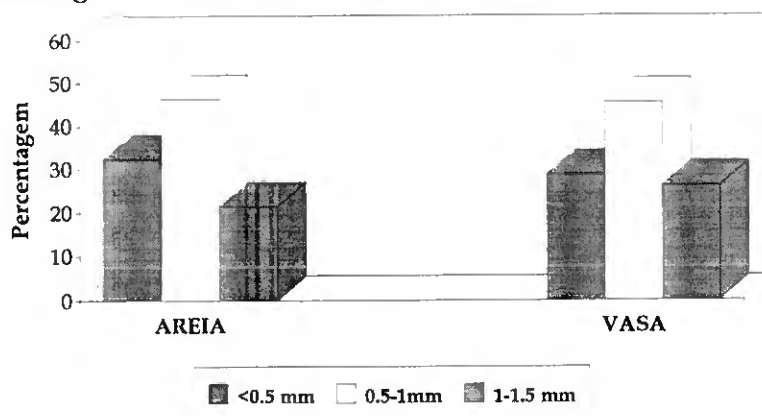


Figura 5.7 - Percentagens, por classes de comprimento, das pós-larvas de *Ruditapes decussatus* fixadas nos colectores com areia (n= 781) ou vasa (n= 339) durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

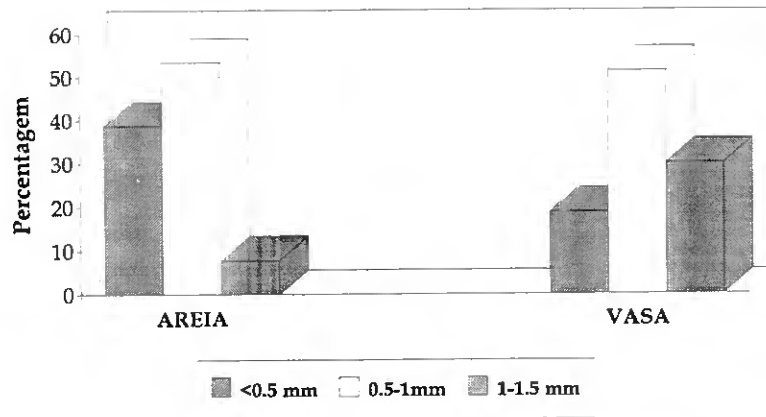


Figura 5.8 - Percentagens, por classes de comprimento, das pós-larvas de *Venerupis aurea* fixadas nos colectores com areia (n= 705) ou vasa (n= 80) durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

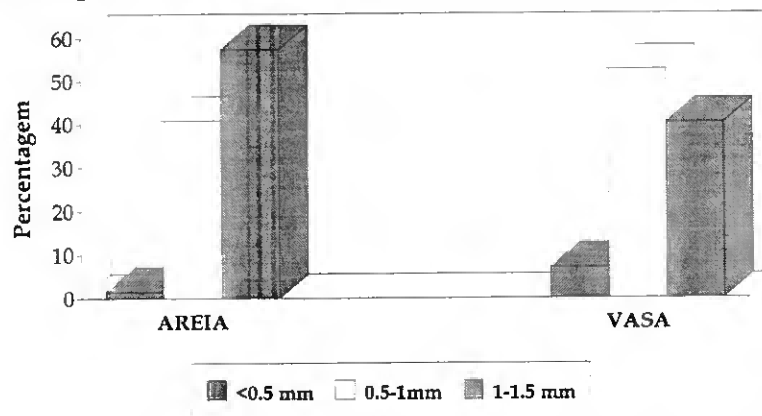


Figura 5.9 - Percentagens, por classes de comprimento, das pós-larvas de *Scrobicularia plana* fixadas nos colectores com areia (n= 254) ou vasa (n= 211) durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

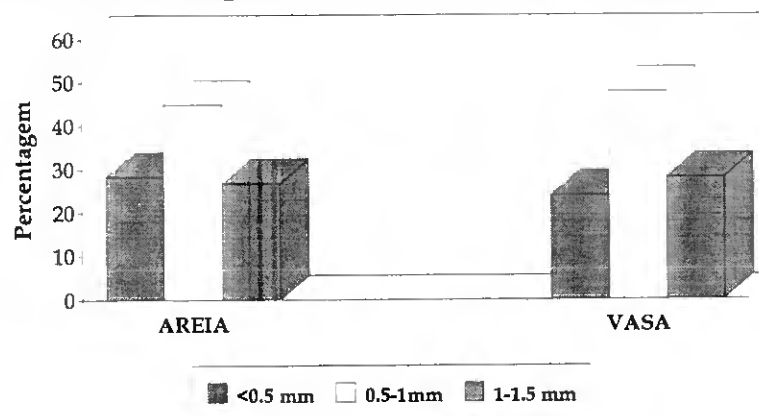


Figura 5.10 - Percentagens, por classes de comprimento, das pós-larvas de *Abra ovata* fixadas nos colectores com areia (n= 488) ou vasa (n= 121) durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

3.3 - Análise da eficiência dos colectores

3.3.1 - Comparação entre os colectores e a natureza

As abundâncias de bivalves capturados quinzenalmente nos colectores cobertos com rede foram superiores às observadas na natureza, na zona da ponte para a ilha de Faro (Fig. 5.11). No entanto, a utilização do teste t de Student ($p < 0,05$), devido à normalidade da distribuição avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$) evidenciou a não existência de diferenças significativas entre essas recolhas (H_0 : não existem diferenças significativas entre as abundâncias de bivalves fixadas nos colectores e na natureza, $p = 0,037$).

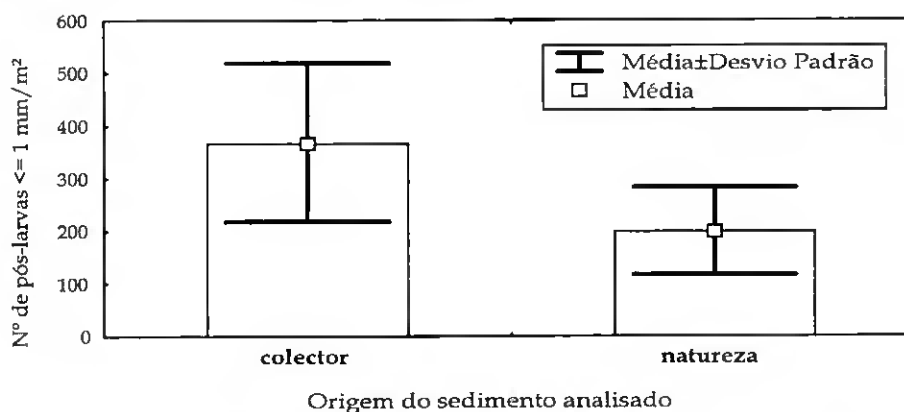


Figura 5.11 - Abundâncias totais de pós-larvas de bivalves com comprimento $\leq 1\text{ mm}$ fixadas nos colectores com areia ($n = 157$), em 6 períodos de quinze dias (entre 3 de Julho de 1990 e 22 de Setembro de 1990), e no sedimento circundante aos colectores (natureza) ($n = 27$).

3.3.2 - Variabilidade entre colectores

A comparação entre os vários replicados dos colectores, através do coeficiente de variação, permitiu verificar que a maior variabilidade ocorreu entre os colectores com areia (53,9%), comparativamente aos com vasa (33,2%) (Tab. V.1).

O nível de variabilidade entre colectores com sedimento de areia foi mais elevado nas pós-larvas de Tellinacea (83,02%), a que se seguiram as pós-larvas de

Veneridae (75,50%) e de Cardiidae (67,21%). Nos colectores com vasa, a variação entre colectores foi mais elevada nas espécies de Veneridae (60,92%), a que se seguiram as espécies de Cardiidae (37,08%) e Tellinacea (27,74%).

Tabela V.1 - Coeficiente de variação, por *taxa* e para o total, entre 5 replicados dos colectores com sedimento de areia e de vasa colocados na zona da ponte para a ilha de Faro, entre 22 de Setembro de 1990 e 25 de Outubro de 1990.

<i>Taxa</i>	Tipo de Sedimento	n	Abundância Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (c.v)
Cardiidae	Areia	5	29,8	±20,03	67,21 %
Cardiidae	Vasa	5	2,4	±0,89	37,08 %
Veneridae	Areia	5	110,8	±83,65	75,50 %
Veneridae	Vasa	5	9,8	±5,97	60,92 %
Tellinacea	Areia	5	15,8	±13,12	83,04 %
Tellinacea	Vasa	5	8,6	±2,3	26,74 %
TOTAL	Areia	5	161,0	±86,78	53,9 %
TOTAL	Vasa	5	21	±6,96	33,2 %

3.3.3 - Distribuição espacial das pós-larvas

O cálculo do índice de dispersão (I.D.) e do índice de Green (I.G.) (Tab. V.2), aplicados às abundâncias dos principais *taxa* em cada um dos 5 colectores com o mesmo tipo de sedimento (areia ou vasa), evidenciou uma distribuição exclusivamente em agregados para os *taxa* analisados, nos colectores com areia.

Tabela V.2 - Padrões de distribuição das pós-larvas de bivalves recém-fixadas calculados pelo índice de dispersão (I.D.) e de Green (I.G.): (d_{agr}) distribuição em agregados; (d_{uni}) - distribuição uniforme; (d_{reg}) - distribuição regular.

<i>Taxa</i>	Índice de Green (I.G.)		Índice de dispersão (I.D.)	
	AREIA	VASA	AREIA	VASA
Cardiidae	3,12(d_{agr})	-0,17(d_{uni})	13,46(d_{agr})	0,33(d_{reg})
Veneridae	15,54(d_{agr})	0,66(d_{agr})	63,15(d_{agr})	3,64(d_{agr})
Tellinacea	2,47(d_{agr})	-0,10(d_{uni})	10,89(d_{agr})	0,62(d_{reg})
Total	11,44(d_{agr})	0,33 (d_{agr})	46,77(d_{agr})	2,31(d_{agr})

Apenas as pós-larvas de Cardiidae e de Tellinacea, nos colectores com sedimento de vasa, apresentaram uma distribuição espacial de tipo uniforme (segundo o índice de Green), ou regular (segundo o índice de dispersão).

A comparação efectuada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov entre as distribuições de frequências de cada *taxa* e a distribuição de Poisson, nos dois tipos de sedimento, evidenciou a existência de diferenças não significativas ($p < 0,05$).

Tabela V.3 - Comparação entre a distribuição de Poisson e as distribuições de frequências observadas nos 5 colectores com sedimento de areia e de vasa, através do teste de Kolmogorov-Smirnov: (H_0 : as distribuições das abundâncias das pós-larvas de bivalves fixadas nos colectores com sedimento de areia ou de vasa não diferem significativamente da distribuição de Poisson: $p < 0,05$).

<i>Taxa</i>	AREIA	VASA
Cardiidae	d= 0,408 p= n. signif.	d= 0,169 p= n. signif.
Veneridae	d= 0,280 p= n. signif.	d= 0,256 p= n. signif.
Tellinacea	d= 0,309 p= n. signif.	d= 0,109 p= n. signif.
Total	d= 0,398 p= n. signif.	d= 0,027 p= n. signif.

4 - DISCUSSÃO

4.1 - Análise quantitativa e qualitativa do recrutamento

A análise do recrutamento de bivalves à população deve ser efectuada no mais breve espaço de tempo possível após a sedentarização das pós-larvas. No entanto, os aspectos metodológicos inerentes a este tipo de amostragem limitam a sua aplicação, o que se traduz numa subestimação do recrutamento, como foi observado neste estudo. De acordo com Powell *et al.* (1986), com uma periodicidade de amostragem de 6 semanas ocorrerá uma subestimação do recrutamento de aproximadamente 90%. Deste modo, a maioria das pós-larvas podem fixar-se e morrer entre amostragens, sem serem quantificadas, o que

resultará em grande medida da acção de predadores e de parasitas que ocorre imediatamente após a fixação dos bivalves (Morales-Alamo *et al.*, 1988).

Neste estudo, a subestimação do recrutamento variou, durante o período de amostragem, entre os dois tipos de sedimento analisados, bem como entre espécies. Por conseguinte, o tipo de amostragem a utilizar para a análise do recrutamento deve ser adequado a esses aspectos.

Naturalmente, a utilização de uma menor malha de amostragem e de uma menor periodicidade de recolha, em qualquer espécie e em qualquer dos tipos de sedimento, resulta numa análise mais rigorosa do recrutamento. No entanto, o esforço de amostragem necessário pode ser pouco compensador. Assim, se por exemplo para *C. edule*, *R. decussatus*, *V. aurea* ou *A. ovata*, as fracções dos indivíduos com comprimentos inferior a 0,5 mm e entre 0,5 e 1 mm representaram, sobretudo em areia, percentagens muito significativas dos bivalves, pelo que deve utilizar-se um crivo com malha inferior a 500 μm e o espaço de tempo entre recolhas deve ser pequeno, em *L. nitidum* ou *S. plana* com um crivo com malha de 500 μm e uma periodicidade de recolha comparativamente mais elevada já será possível obter uma estimativa adequada do recrutamento (Tab. V.4).

Relativamente ao tipo de sedimento, o maior número de bivalves com comprimento inferior a 500 μm nos colectores com areia comparativamente aos colectores com vasa, evidenciou a necessidade de os estudos de recrutamento efectuados em zonas arenosas utilizarem crivos com malha inferior a 500 μm , enquanto que, em vasa, obter-se-à uma boa estimativa do recrutamento com a utilização de crivos com malha de 500 μm .

Por último, a malha do crivo a utilizar e a periodicidade das recolhas para a análise do recrutamento das espécies, em cada um dos tipos de sedimento, são aspectos que devem ser adequados à época do ano em que se efectua a amostragem.

Tabela V.4 - Indicação, para os dois tipos de sedimento, de qual a malha de crivo e a periodicidade de recolha aconselhadas para a análise do recrutamento de várias espécies de bivalves, na Ria Formosa.

<i>Taxa</i>	Tipo de Sedimento	Malha de crivo a utilizar	Periodicidade das recolhas
<i>L. nitidum</i>	Areia	500 µm	quinzenal/mensal
	Vasa	500 µm	quinzenal/mensal
<i>C. edule</i>	Areia	180-250 µm	semanal/quinzenal
	Vasa	500 µm	quinzenal/mensal
<i>R. decussatus</i>	Areia	180-250 µm	semanal/quinzenal
	Vasa	180-250 µm	semanal/quinzenal
<i>V. aurea</i>	Areia	180-250 µm	semanal/quinzenal
	Vasa	500 µm	quinzenal/mensal
<i>S. plana</i>	Areia	500 µm	quinzenal/mensal
	Vasa	500 µm	quinzenal/mensal
<i>Abra ovata</i>	Areia	180-250 µm	semanal/quinzenal
	Vasa	180-250 µm	semanal/quinzenal

A análise do recrutamento de uma espécie em particular é efectuada, obviamente, durante o período do ano em que ocorre. No entanto, para efectuar uma análise global do recrutamento, o nível de exigência da amostragem varia ao longo do ano. Assim, durante os meses de Primavera e Verão devem utilizar-se crivos com malhagem inferior a 500 µm e um menor espaçamento temporal entre as recolhas, enquanto que, nos restantes meses do ano podem utilizar-se crivos com malha de 500 µm e efectuar uma amostragem mais espaçada no tempo.

4.2 - Utilização de colectores em estudos de recrutamento

Os colectores são estruturas que permitem a retenção das pós-larvas dado que diminuem o impacto das ondas, das correntes e da turbulência sobre os bivalves recém-fixados (‘Olafsson, 1988a), mas não interferem no processo de colonização do sedimento no interior dos colectores (‘Olafsson, 1988b). Com efeito, os colectores têm sido utilizados na análise do recrutamento de vários grupos de invertebrados marinhos bentónicos (Tab. V. 5).

Tabela V.5 - Comparação entre os vários tipos de colectores utilizados para estudos de recrutamento da meiofauna.

Taxa analisados	Material	Forma da abertura	Dimensão	Malha cobertura	Local	Autor
Poliquetas e Bivalves	Plástico	Circular	Ø-8,4cm 56,7cm ² Ø-15,2cm 183,8cm ²	<250µm	Subtidal a 0,4-1,5m do fundo	Hannan (1984) Butman (1989)
Copépodes harpacticoida	Plástico	Rectangular	29,2x23,8cm 694,9cm ² 45,5x29,5cm 1342,3cm ²	50µm	Intertidal no fundo	Hockin (1981)
Bivalves: <i>Cardium</i> <i>Macoma</i> <i>balthica</i>	PVC	Quadrangular Circular	50x50cm 2500cm ² Ø-30cm 706,85cm ²	2230 µm	Subtidal no fundo	Ólafsson (1988)
Bivalves	Plástico	Circular	Ø-30cm 706,85cm ²	1000 µm	Intertidal	Presente estudo

Os colectores actuam como amostradores passivos, já que promovem a ocorrência de fenómenos hidrodinâmicos de pequena escala responsáveis pelo encaminhamento das larvas que circulam junto ao fundo para o seu interior (Eckman, 1983). Para Rodríguez (1987), uma elevação do sedimento, mesmo que ligeira, provoca um aumento da sedimentação de partículas inertes, ou seja, o tipo de comportamento apresentado pelas larvas em queda para o fundo, sugerido por Butman *et al.* (1986). Assim, a colocação da abertura dos colectores cerca de 5 cm acima do sedimento circundante terá resultado no aumento das densidades de pós-larvas no interior dos colectores.

Neste estudo utilizaram-se colectores com uma abertura de topo de 710 cm² já que, segundo Hockin (1981), quando cobertos por rede e com uma dimensão superior a 650 cm², são apropriados para estudos de microdistribuição e de dinâmica de populações da meiofauna.

Os colectores foram cobertos por uma rede verde com 1 milímetro de poro. De acordo com Butman (1989), a cor dos colectores não interfere na deposição dos indivíduos nos colectores. Apesar das abundâncias de pós-larvas nos colectores com rede terem sido superiores às observadas na natureza, não se registaram diferenças significativas. Também Butman (1989), não encontrou diferenças

significativas entre as abundâncias de pós-larvas recolhidas em colectores com e sem rede, apesar das densidades claramente superiores no primeiro caso. Assim, a cobertura de rede não influenciará a fixação das larvas, mas antes contribuirá para um aumento da sobrevivência pós-larvar já que diminuirá o efeito das perturbações físicas do sedimento (Butman, 1989), bem como sobretudo evitará a acção dos predadores de maiores dimensões. Por outro lado, Hulberg & Oliver (1980) consideraram que a cobertura de rede nos colectores interferiu com a deposição das larvas.

A maioria dos invertebrados marinhos bentónicos evidencia um padrão gregário na distribuição espacial (Heip, 1975), o qual pode sobrepor-se às preferências das larvas por diferentes tipos de sedimento no estabelecimento dos padrões de fixação (Gotelli, 1990).

As pós-larvas recém-fixadas apresentaram uma distribuição em agregados nos colectores com sedimento de areia, como evidenciado pelos índices de Green e de dispersão. No entanto, estes agregados ocorrerão numa escala espacial reduzida, inferior à área do colector, já que foi observada, através do coeficiente de variação, a existência de uma variabilidade elevada (67,21% a 83,04%) entre as abundâncias de pós-larvas de Cardiidae, Veneridae e Tellinacea fixadas nos colectores com areia. Nos colectores com vasa as pós-larvas de Cardiidae e de Tellinacea exibiram uma distribuição de tipo uniforme ou regular que, no entanto, não foi suficientemente forte para que o conjunto das pós-larvas fixadas em vasa não apresentasse uma distribuição em agregados.

Por outro lado, o facto das abundâncias de pós-larvas fixadas nos colectores não terem diferido significativamente das abundâncias verificadas na natureza, bem como as distribuições das pós-larvas nos colectores não diferiram significativamente da distribuição de Poisson (apesar do número de indivíduos e unidades amostradas relativamente reduzido), são aspectos que indiciam a existência de uma distribuição uniforme ou regular. Assim, provavelmente as pós-larvas apresentam uma distribuição de tipo uniforme ou regular, mas a

acumulação de pós-larvas no interior dos colectores durante um determinado período de tempo, resulta em que as diferenças entre os colectores aumentem, pelo que a comparação das abundâncias entre os colectores evidenciará uma distribuição em agregados.

Deste modo, a análise das abundâncias fixadas num colector traduzem as flutuações do recrutamento, apesar de poderem ser comparativamente mais elevadas do que as que ocorrem na natureza.

5 - CONCLUSÕES

A análise do recrutamento de bivalves à população depende, em grande parte, da metodologia de recolha, concretamente da malhagem do crivo e da periodicidade da recolha.

A não utilização de crivos que retenham os bivalves com comprimentos inferiores a 500 μm conduz a uma subestimação do valor do recrutamento que varia entre 6% e 40%. No entanto, a utilização de crivos com malha de 1 mm e a consequente não quantificação dos indivíduos com dimensões inferiores traduz-se numa subestimação do recrutamento entre 49,2% e 92,2%.

O nível de subestimação calculado para as várias fracções de comprimento das pós-larvas variou entre as espécies e, de um modo geral, foi mais elevado em *R. decussatus* e em *V. aurea*, em qualquer dos tipos de sedimento.

O facto de não se utilizar um crivo com malha inferior a 500 μm , de modo a que essa fracção de comprimentos seja analisada, traduz-se em níveis de subestimação que variam ao longo do ano e entre tipos de sedimento.

Por outro lado, o número de pós-larvas de pequenas dimensões fixadas nos colectores com areia foi, excepto em *L. nitidum* e *S. plana*, superior ao verificado nos colectores com vasa. Deste modo, o recurso a crivos com malha de menores dimensões é ainda mais necessário na análise do recrutamento em zonas com sedimento de areia.

As características dos colectores demonstraram ser favoráveis para estudos de recrutamento de bivalves. A área da boca dos colectores permitiu a captura de pós-larvas de várias espécies e não terá limitado a entrada de indivíduos nos colectores. A cobertura com rede constituiu uma forma eficiente de diminuir a predação sobre as pós-larvas e não terá obstruído a entrada dos indivíduos.

A utilização dos colectores permite analisar com eficácia o recrutamento dos bivalves já que, apesar da variabilidade entre os colectores com o mesmo tipo de sedimento ter sido relativamente elevada, não foram encontradas diferenças significativas entre as abundâncias capturadas em colectores cobertos com rede e a natureza.

Capítulo VI
Ecologia do Recrutamento de Bivalves

Capítulo VI - Ecologia do Recrutamento de Bivalves

1 - INTRODUÇÃO

Apesar dos estudos sobre a fixação e o recrutamento apenas terem aumentado muito significativamente nas últimas duas décadas, já Aristóteles havia descrito o recrutamento de balanos em cascos de navios e de ostras em ânforas de barro. No entanto, foi apenas no século XIX que se começaram a considerar os aspectos ligados à distribuição e abundância dos animais no mar. Em 1844, Forbes sugeriu que a colonização de bancos costeiros da Ilha de Man deveria resultar do recrutamento das larvas (Young, 1990).

Com o final da vida planctónica inicia-se a existência bentónica sedentária da grande maioria dos moluscos bivalves. A transição entre estes dois modos de vida completamente distintos resulta de uma série de transformações que as larvas pedivelígeras vão sofrer e que têm por finalidade adaptar os indivíduos à vida bentónica de juvenil e adulto. Assim, as larvas tornam-se fotonegativas e geopositivas, pelo que tendem a dirigir-se para perto do fundo (Meadows & Campbell 1972). Para além destas alterações comportamentais, ocorre a metamorfose, na qual os indivíduos sofrem alterações profundas de ordem morfológica e fisiológica, que visam adaptá-los à vida bentónica (Thorson, 1950; Wilson, 1958). A fixação larvar e a metamorfose, ocorrendo por esta ordem, têm sido aspectos do ciclo de vida dos bivalves analisados por vários autores, nomeadamente por Cole (1938), Bayne (1971), Hickman & Gruffydd (1971), Crisp (1974), Scheltema (1974), Doyle (1975), Burke (1983), Hadfield (1984, 1986), Jackson (1986) e Woodin (1986).

As larvas fixadas podem realizar a metamorfose se o local onde se fixaram reunir as condições necessárias, tornando-se sedentárias. O recrutamento dos bivalves à população representa a etapa final na aquisição da vida bentónica, pelo

que é uma fase fundamental da vida desses invertebrados (Loosanoff, 1966; Ólafsson, 1988; Roegner & Mann, 1995).

As pós-larvas recém-fixadas podem ser consideradas como macrofauna com dimensões de meiofauna, ou “meiofauna temporária” (McIntyre, 1964; Sastry, 1979). Este termo caracteriza o período durante o qual as pós-larvas e a meiofauna permanente são das mesmas dimensões (< 500 µm).

O recrutamento dos bivalves depende: (1) da abundância e condição das larvas competentes (Mileikovsky, 1971; Salaün *et al.*, 1991); (2) da influência de factores ambientais sobre as larvas, nomeadamente factores físicos, tais como o vento ou a turbulência (Thrush *et al.*, 1991); (3) de factores biológicos, como a predação (Williams, 1980), a alimentação (Trevallion *et al.*, 1970) ou a competição (Creutzberg, 1986; Diop & Glémarec, 1990; Bachelet *et al.*, 1992a); (4) da possibilidade das larvas se fixarem num substrato adequado (Meadows & Campbell, 1972; Crisp, 1976); (5) da abundância e da condição das pós-larvas recém-fixadas (Strathmann, 1978; Luckenbach, 1987; Chia, 1989) (6) da sobrevivência na fase inicial da vida da pós-larva (Imabayashi, 1986; Guillou & Tartu, 1994) e (7) do efectivo do manancial desovante (Hancock, 1973). No entanto, relativamente a este último ponto, segundo Dijkema (1992), não existem evidências claras da relação entre a abundância do manancial desovante e a magnitude da fixação já que um recrutamento forte pode resultar de um reduzido número de adultos.

Este capítulo teve como objectivos quantificar o recrutamento à população de bivalves na Ria Formosa, analisar a distribuição espacial e temporal do recrutamento, no total e de algumas espécies em particular, bem como avaliar a influência de alguns parâmetros ambientais nessa distribuição. Para além disso, pretendeu-se determinar a eventual preferência das pós-larvas relativamente aos colectores com sedimento arenoso ou vasoso.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Estratégia de amostragem

Para o estudo das pós-larvas de bivalves na Ria Formosa utilizaram-se duas estratégias diferentes. Assim, na primeira fase entre Maio de 1990 e Julho de 1991, analisou-se a variação temporal das abundâncias das várias espécies de bivalves em dois tipos de sedimento. Para tal constituíram-se, na zona da ponte para a ilha de Faro, dois conjuntos de 15 colectores com sedimento arenoso (areia) e vasoso (vasa) (capítulo V, pág. 209).

Os colectores foram colocados na zona da ponte para a ilha de Faro em 15 de Maio de 1990. Um colector de cada tipo de sedimento foi substituído quinzenalmente. Dos restantes 14 colectores, um de cada tipo de sedimento foi seleccionado aleatoriamente e retirado mensalmente. O primeiro colector quinzenal foi recolhido em 1 de Junho de 1990 e o mensal no dia 18 do mesmo mês. As recolhas mensais foram sempre coincidentes com a última quinzenal de cada mês, com excepção de Abril de 1991, em que apenas se efectuou uma recolha (Anexo V, Tab. I).

Entre os meses de Março e Outubro de 1992 analisou-se a distribuição espacial das pós-larvas recém-fixadas através da comparação entre a zona da barra de Faro-Olhão e da ponte para a ilha de Faro. Para tal foram colocados nessas zonas, em 21 de Fevereiro de 1992, 8 colectores com sedimento de areia, dos quais um foi recolhido cada mês. As correntes fortes bem como a grande mobilidade do sedimento verificadas na zona da barra, impediram a manutenção dos colectores por períodos prolongados. Assim, optou-se em ambas as zonas por substituir o sedimento de um colector em cada mês e analisar o recrutamento nesse período de tempo. A primeira recolha foi efectuada no dia 20 de Março e a última em 27 de Outubro de 1992 (Anexo V, Tab. II). Ainda com o mesmo objectivo, em 14 de Julho, 18 de Agosto e 18 de Setembro de 1992, efectuaram-se recolhas mensais em 7 estações ao longo do canal de Faro (Fig. 6.1), nas quais foi recolhido com uma pá

todo o sedimento numa área de 225 cm² e até uma profundidade aproximada de 3 centímetros.

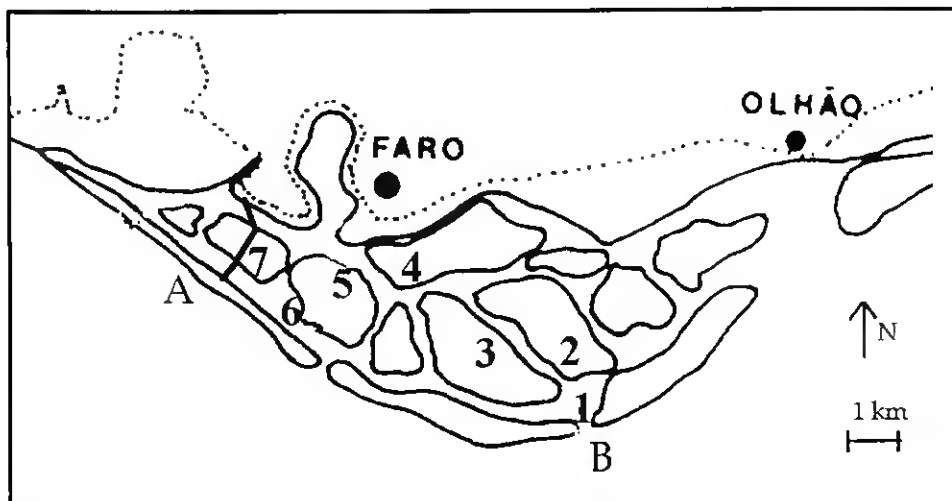


Figura 6.1 - Mapa da Ria Formosa com indicação das estações de recolhas das pós-larvas de bivalves no canal de Faro (1 a 7); e dos locais onde foram colocados colectores: A - zona da ponte para a ilha de Faro; B - zona da barra de Faro-Olhão)(adaptado de Andrade, 1992).

Procedeu-se quinzenalmente à verificação e limpeza das redes dos colectores de modo a evitar a obstrução dos poros, sobretudo por tufo de algas, bem como a garantir a eficiência da cobertura. Apesar disso, os colectores com areia recolhidos em Janeiro de 1991, e com vasa em Dezembro de 1990 e Março de 1991, apresentaram a rede total ou parcialmente removida, tal como sucedeu com o colector recolhido em Maio de 1992, na zona da ponte para a ilha de Faro.

Optou-se por não medir a temperatura do sedimento já que a hora em que se efectuaram as recolhas variou de acordo com a ocorrência da baixa-mar, pelo que os valores não seriam comparáveis. Considerou-se o recrutamento como a densidade de pós-larvas recém-fixadas com comprimento ≤ 1 milímetro. As abundâncias foram convertidas para o metro quadrado.

2.2 - Processamento das amostras

Para o processamento das amostras utilizaram-se os procedimentos descritos no capítulo V (pág. 205).

2.3 - Análise sedimentológica

Analisou-se o sedimento dos colectores colocados na zona da ponte para a ilha de Faro, no início e no fim da experiência, concretamente em Maio de 1990 e em Julho de 1991. Das sete estações amostradas ao longo do canal de Faro, caracterizou-se o sedimento das zonas mais interna (estação 7) e externa (estação 1), bem como das estações intermédias (2 e 4).

2.3.1 - Percentagem de matéria orgânica no sedimento

A matéria orgânica no sedimento foi determinada por perda de peso, após queima numa mufla. As amostras foram transportadas a baixa temperatura ($\approx 4^{\circ}\text{C}$) em malas térmicas até ao laboratório onde foram congeladas até ao seu processamento. Nessa altura foram colocadas numa estufa a 30°C entre 48 a 72 horas até que o sedimento ficasse completamente seco. Deste modo ocorreu a libertação completa da água intersticial sem perda dos componentes orgânicos voláteis. Depois de arrefecer num excicador, o sedimento foi homogeneizado tendo-se retirado uma subamostra com 50 gramas (P_s) a qual foi incinerada numa mufla durante 4 horas a 600°C . Assim, o peso da matéria orgânica (peso seco livre de cinzas, P_{SLC}) foi calculado pela diferença entre o peso seco (P_s) e o peso das cinzas (P_c). A percentagem da matéria orgânica (% M.O.) presente na amostra foi determinada através da fórmula:

$$\% \text{ M.O.} = \frac{P_{SLC}}{P_s} \times 100 \quad (\text{eq. 6.1})$$

2.3.2 - Dimensão do grão

Procedeu-se à separação das fracções $>$ e $<$ $63 \mu\text{m}$, por via húmida, num peneiro com malha de $63 \mu\text{m}$, usando água destilada. À suspensão de partículas $<63 \mu\text{m}$ foi adicionada um dispersante (hexametáfosfato de sódio) e, de seguida, agitou-se durante 1 hora num agitador mecânico. Esperaram-se 24 horas para

verificar a estabilização (não floculação) da suspensão. Voltou a agitar-se durante ½ hora e, de acordo com a lei de Stokes, procedeu-se a uma pipetagem aos 20 seg., à profundidade de 20 cm, para o que se utilizou uma pipeta de 20 ml. Esse volume foi colocado numa caixa de Petri que foi seca numa estufa a 60 °C e posteriormente pesada. O peso desta fracção expressou-se relativamente ao peso seco total do sedimento analisado (x50). A parte restante do sedimento inicial, ou seja a fracção superior a 63 µm, foi colocada na estufa a 60 °C, pesada e peneirada num conjunto de crivos de intervalo ½ φ, e posteriormente passada por uma sequência de crivos com malhas compreendidas entre 4 mm e 0,063 mm, colocados num agitador mecânico durante 10 minutos. A fracção retida em cada um dos crivos foi pesada numa balança. Foi calculado o diâmetro médio do grão (μ) utilizando a fórmula proposta por Folk & Ward (1957):

$$\mu = \frac{\phi 84 + \phi 50 + \phi 16}{3} \quad (\text{eq. 6.2})$$

em que φ = - log₂ (dimensão da partícula em mm).

2.4 - Percentagem de sucesso na fixação e metamorfose

A percentagem de larvas planctónicas que efectuaram com sucesso a transição para a vida bentónica foi determinada através da fórmula (Rumrill, 1991; Salaün *et al.*, 1991):

$$\% \text{ sucesso na fixação} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de pós-larvas recém-fixadas/m}^2}{\text{N}^\circ \text{ de larvas/m}^2} \times 100 \quad (\text{eq. 6.3})$$

Esta fórmula foi aplicada apenas a *Ruditapes decussatus* e *Cardium edule* que ocorreram com abundâncias elevadas no bentos e, supostamente, também no plâncton. Como os colectores com sedimento foram recolhidos quinzenalmente, as abundâncias larvares capturadas no plâncton, entre cada recolha do sedimento de

areia, foram somadas e convertidas ao metro quadrado, tendo-se considerado uma profundidade média de 3 metros na zona amostrada.

As duas séries de valores, concretamente as abundâncias larvares e pós-larvares, foram desfasadas o intervalo de tempo indicado pela análise de correlações cruzadas (capítulo IV, pág. 173) e, entre os pares de valores resultantes, calculou-se a percentagem de sucesso na sedentarização através da equação 6.3.

2.5 - Análise estatística

A normalidade das distribuições de frequências foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, para uma probabilidade $p < 0,05$. Quando as distribuições diferiram significativamente da normal, optou-se pela comparação de medianas através de estatísticas não paramétricas, tendo-se utilizado valor de H , a estatística do teste de Kruskal-Wallis (Bhattacharyya & Johnson, 1977), para o nível de significância $p < 0,05$.

A diversidade com que as pós-larvas ocorreram nos colectores foi calculada através do índice de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver, 1949). Para a comparação entre amostras utilizou-se um índice de diversidade relativa, a equitabilidade, proposto por Legendre & Legendre (1979) (capítulo IV, pág. 155).

Para o tratamento dos dados utilizou-se o programa Statistica versão 4.5 para Windows e o programa M.V.S.P. especificamente para o cálculo do índice de diversidade e equitabilidade.

3 - RESULTADOS

3.1 - Análise sedimentológica

A zona da ponte para a ilha de Faro, onde se colocaram os colectores entre Maio de 1990 e Julho de 1991, caracterizou-se pela deposição preferencial de sedimento de tipo arenoso.

Os colectores inicialmente com uma maior fracção de sedimento vasoso (56% de sedimento <63 μm), no final da experiência tinham já adquirido características mais próximas dos sedimentos arenosos, quer a nível da diminuição da percentagem de sedimento < 63 μm , quer devido ao aumento do diâmetro médio do grão (Tab. VI.1).

Tabela VI.1 - Caracterização do sedimento com o qual se preencheram os colectores colocados na zona da ponte para a ilha de Faro, no início e no fim da experiência, respectivamente em Maio de 1990 e Julho de 1991.

Tipo de sedimento	% matéria orgânica	\varnothing médio do grão (mm)	% de sedimento < 63 μm
Areia (Maio 1990)	0,12	0,50	1,06
Areia (Julho 1991)	21,54	0,44	6,84
Vasa (Maio 1990)	3,05	0,08	56
Vasa (Julho 1991)	32,59	0,39	28,3

A percentagem de matéria orgânica no sedimento aumentou da estação mais externa para a mais interna (Tab. VI.2). A dimensão média do grão diminuiu para as zonas mais interiores, enquanto que a proporção de sedimento vasoso (<63 μm) aumentou.

Tabela VI.2 - Caracterização do sedimento das amostras recolhidas ao longo do canal de Faro, em Setembro de 1992 (Correia, 1993).

Estação	% matéria orgânica	\varnothing médio do grão (mm)	% de sedimento < 63 μm
1	1,47	0,56	1,16
2	2,53	0,37	1,78
4	3,22	0,46	8,46
7	35,24	0,45	4,58

3.2 - Percentagem de sucesso na fixação e metamorfose

O sucesso na fixação e metamorfose, ou seja, na transição do plâncton para o bentos aumentou, de um modo geral, em *Cardium edule* (Fig. 6.2) e *Ruditapes*

decussatus (Fig. 6.3), para o final do período de recrutamento de cada ano. A percentagem mais elevada de sucesso na transição calculada para a primeira espécie ocorreu em 28 de Novembro de 1990, enquanto que, para a segunda, esse valor ocorreu em 10 de Novembro de 1990.

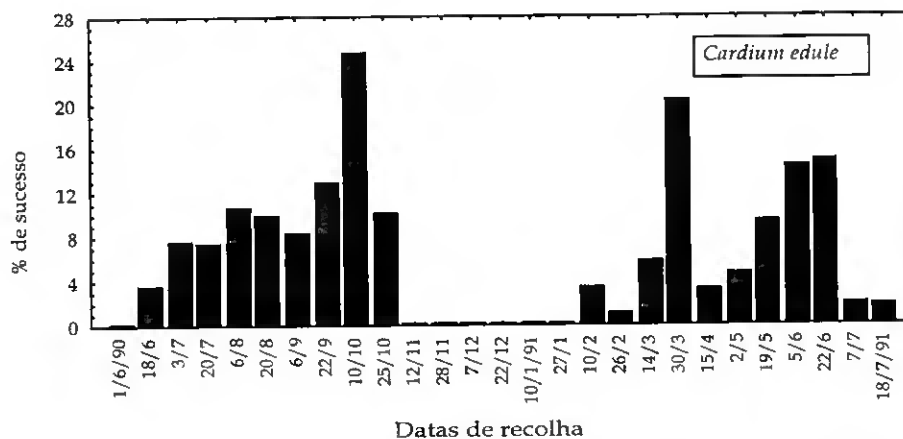


Figura 6.2 - Percentagem de sucesso na transição para o bentos das pós-larvas de *Cardium edule*, calculada para intervalos quinzenais, entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

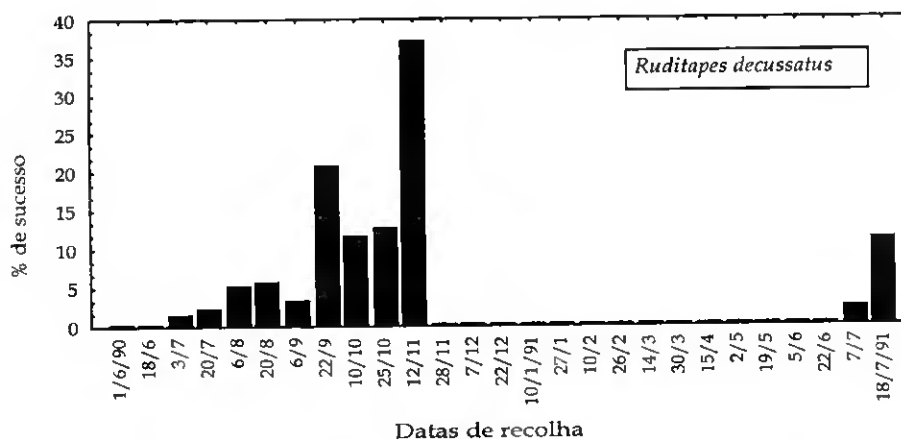


Figura 6.3 - Percentagem de sucesso na transição para o bentos das pós-larvas de *Ruditapes decussatus*, calculada para intervalos quinzenais, entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

Em termos médios para todo o período de amostragem, o sucesso médio da transição entre o plâncton e o bentos foi mais elevado em *R. decussatus* ($10,4 \pm 0,019\%$) comparativamente a *C. edule* ($8,8 \pm 0,012\%$).

3.3 - Variação temporal do recrutamento

3.3.1 - sedimento recolhido mensalmente

Nos colectores com sedimento de areia recolhido mensalmente foram capturados bivalves pertencentes a 45 *taxa* e nos colectores com sedimento de vasa identificaram-se 24 *taxa* (Anexo VI).

3.3.1.1 - Abundâncias relativas por tipo de sedimento e por espécie

Considerando a totalidade dos bivalves capturados durante todo o período de amostragem, a abundância dos bivalves que ocorreram nos colectores com areia (74%) foi superior à verificada nos colectores com vasa (26%).

A espécie que ocorreu com maior abundância foi *R. decussatus*. Esta espécie foi mais abundante em areia do que em vasa, tal como *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra* e *Abra ovata*, enquanto que *C. edule* e *Scrobicularia plana* foram mais abundantes nos colectores de vasa (Tab. VI.3).

Tabela VI.3 - Abundâncias totais expressas em percentagem ($\geq 1\%$) das pós-larvas fixadas mensalmente nos colectores com sedimento de areia e de vasa.

Espécies	% Areia	% Vasa	% Areia+Vasa
<i>Ruditapes decussatus</i>	21,0	18,4	20,3
<i>Venerupis aurea</i>	20,9	15,5	19,5
<i>Cardium edule</i>	12,3	16,6	13,4
<i>Scrobicularia plana</i>	10,2	13,8	11,1
<i>Venerupis pullastra</i>	11,9	8,2	11,0
<i>Abra ovata</i>	9,2	6,8	8,6
<i>Lepton nitidum</i>	3,0	5,9	3,7
<i>Abra alba</i>	0,7	3,0	1,3

3.3.1.2 - Recrutamento por tipo de sedimento

Apesar de quantitativamente mais importante nos colectores com areia, notou-se uma variação estacional nítida no recrutamento (comprimento ≤ 1 milímetro), nos colectores com areia (Fig. 6.4) e com vasa (Fig. 6.5), ocorrendo os

valores superiores durante os meses de Primavera e Verão e os inferiores durante o Outono e Inverno. No entanto, em qualquer dos tipos de sedimento, foram encontrados indivíduos recém-fixados durante todo o período amostrado.

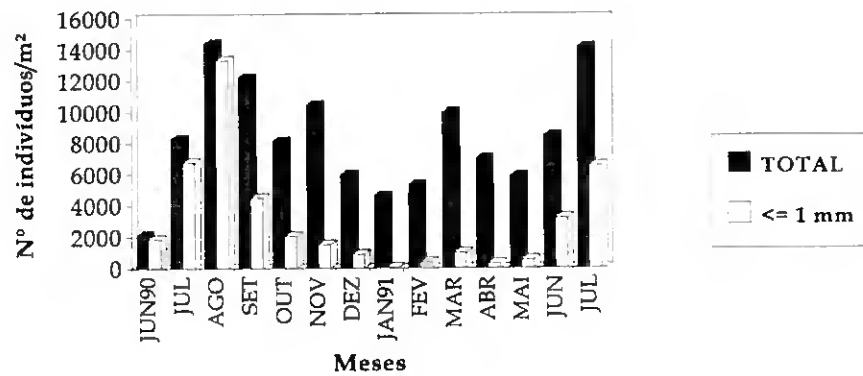


Figura 6.4 - Abundâncias mensais totais (n= 8292) e dos bivalves com comprimento ≤ 1 mm (n= 3027) capturados nos colectores com sedimento de areia durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

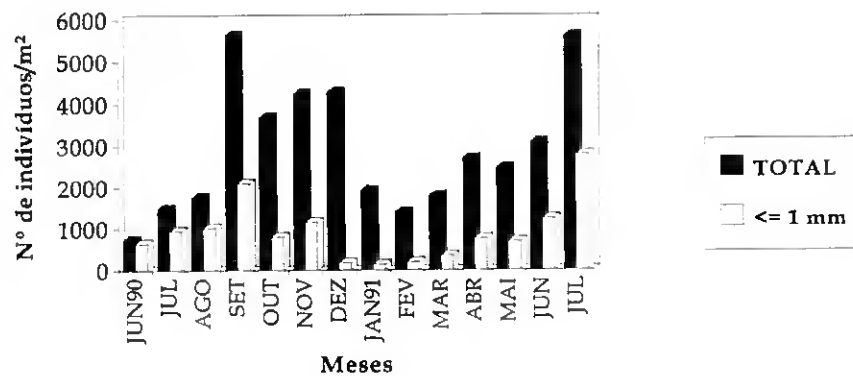


Figura 6.5 - Abundâncias mensais totais (n= 2903) e dos bivalves com comprimento ≤ 1 mm (n= 924) capturados nos colectores com sedimento de vasa durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

A aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov (Tab. VI.4) evidenciou que as distribuições das abundâncias das pós-larvas de *V. pullastra* e *S. plana* com comprimento ≤ 1 mm diferiram significativamente da normal ($p < 0,05$). O teste de Kruskal-Wallis (Tab. VI.5), aplicado às abundâncias das pós-larvas com essas

dimensões, evidenciou a inexistência de diferenças significativas ($p < 0,05$) na abundância das espécies *R. decussatus*, *V. aurea*, *V. pullastra* e *S. plana*, fixadas nos colectores com areia ou vasa. Verificou-se a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as abundâncias de *C. edule* e *A. ovata* fixadas nos colectores com os dois tipos de sedimento.

Tabela VI.4 - Resultados da aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$) às abundâncias dos bivalves com comprimento ≤ 1 mm capturados mensalmente nos colectores com sedimentos de areia e de vasa, durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991. (H_0 : as distribuições das abundâncias das várias espécies não diferem significativamente da normal).

Espécies	Kolmogorov-Smirnov (d)	p
<i>Cardium edule</i>	d = 0,156	$p > 0,05$ (não signif.)
<i>Ruditapes decussatus</i>	d = 0,219	$p < 0,20$ (não signif.)
<i>Venerupis aurea</i>	d = 0,316	$< 0,15$ (não signif.)
<i>Venerupis pullastra</i>	d = 0,310	$< 0,05$
<i>Scrobicularia plana</i>	d = 0,347	$< 0,05$
<i>Abra ovata</i>	d = 0,227	$< 0,15$ (não signif.)

Tabela VI.5 - Resultados da aplicação do teste de Kruskal-Wallis às abundâncias dos bivalves com comprimento ≤ 1 mm capturados mensalmente nos colectores com sedimentos de areia e de vasa. (H_0 : não existem diferenças significativas entre as abundâncias fixadas em areia e em vasa, para cada espécie).

Espécies	Kruskal-Wallis (H)	p
<i>Cardium edule</i>	H = 6,876	$< 0,01$
<i>Ruditapes decussatus</i>	H = 0,730	$p > 0,05$ (não signif.)
<i>Venerupis aurea</i>	H = 2,846	$< 0,1$ (não signif.)
<i>Venerupis pullastra</i>	H = 1,480	$p > 0,05$ (não signif.)
<i>Scrobicularia plana</i>	H = 0,983	$p > 0,05$ (não signif.)
<i>Abra ovata</i>	H = 3,401	$< 0,01$
TOTAL	H = 9,144	$p < 0,01$

Para o total das abundâncias das 6 espécies consideradas, que em conjunto representaram aproximadamente 84% dos bivalves fixados, o resultado do teste de Kruskal-Wallis evidenciou a existência de diferenças significativas na fixação entre colectores com sedimento de areia ou de vasa.

3.3.1.3 - Recrutamento por espécie

Nos colectores recolhidos mensalmente, a maior abundância de bivalves com comprimentos $\leq 1\text{mm}$ das espécies *C. edule* (Fig. 6.6), *R. decussatus* (Fig. 6.7), *V. aurea* (Fig. 6.8), *V. pullastra* (Fig. 6.9), *S. plana* (Fig. 6.10) e *A. ovata* (Fig. 6.11), ocorreu em sedimento de areia e nos meses de Verão. Em *C. edule* e *S. plana* os períodos de recrutamento foram mais prolongados, estendendo-se durante os meses de Outono e Inverno.

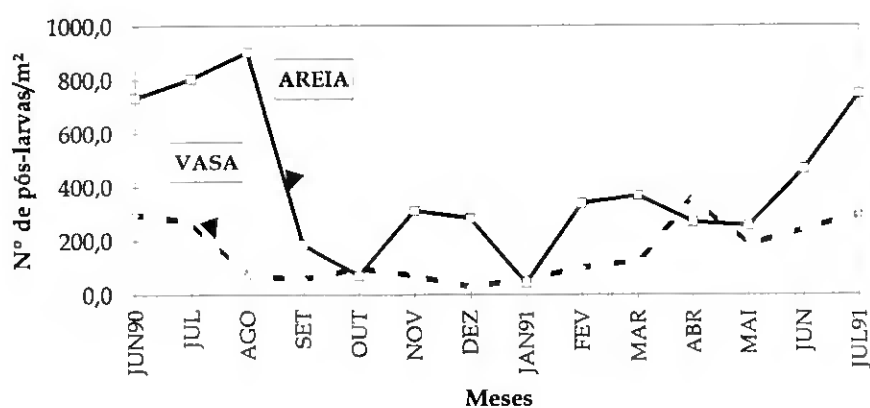


Figura 6.6 - Abundância das pós-larvas de *Cardium edule* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas mensalmente nos colectores com sedimento de areia ($n=409$) e de vasa ($n=159$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

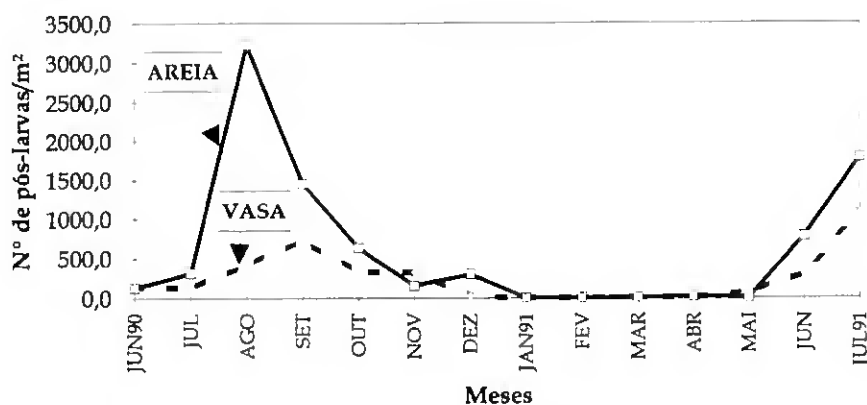


Figura 6.7 - Abundância das pós-larvas de *Ruditapes decussatus* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas mensalmente nos colectores com sedimento de areia ($n=622$) e de vasa ($n=251$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

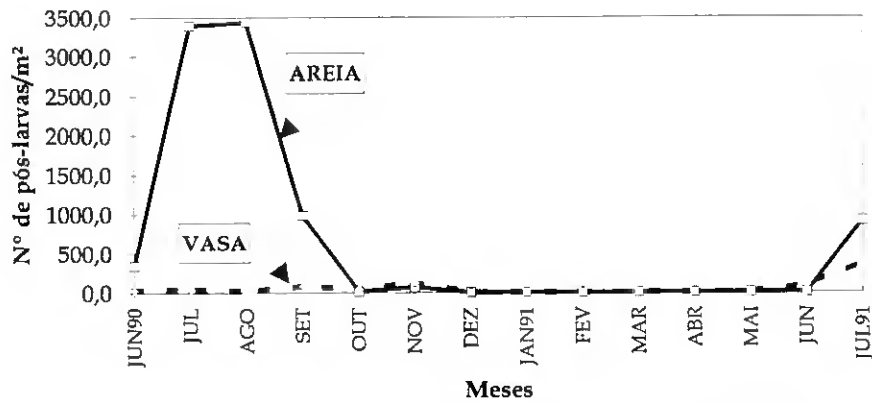


Figura 6.8 - Abundância das pós-larvas de *Venerupis aurea* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas mensalmente nos colectores com sedimento de areia ($n= 650$) e de vasa ($n= 56$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

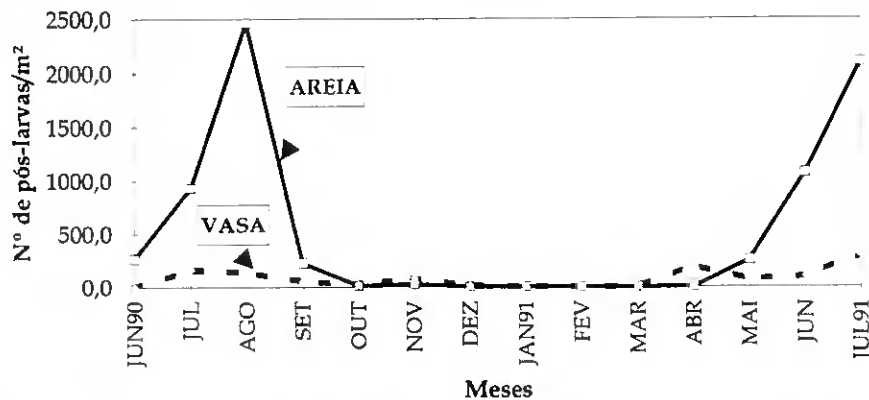


Figura 6.9 - Abundância das pós-larvas de *Venerupis pullastra* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas mensalmente nos colectores com sedimento de areia ($n= 522$) e de vasa ($n= 82$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

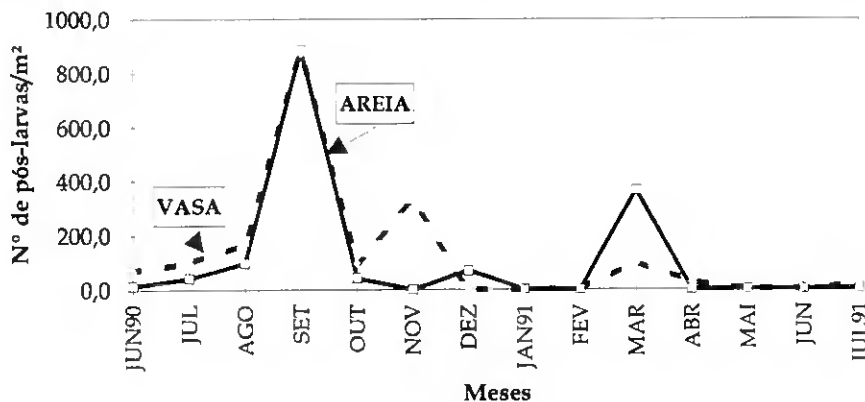


Figura 6.10 - Abundância das pós-larvas de *Scrobicularia plana* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas mensalmente nos colectores com sedimento de areia ($n= 108$) e de vasa ($n= 126$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

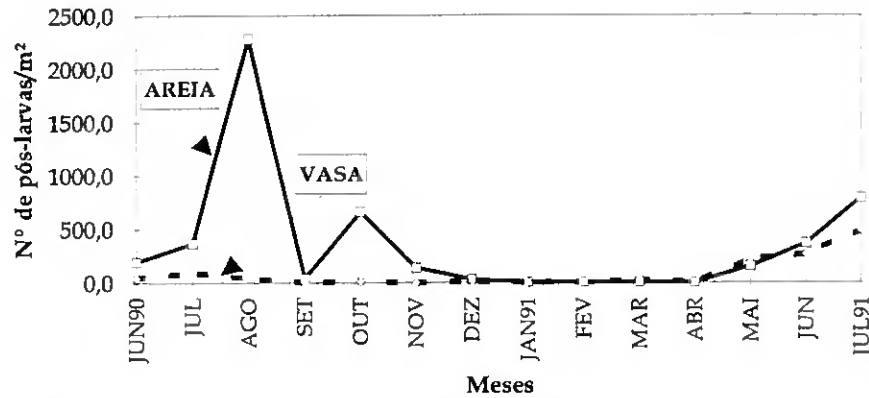


Figura 6.11 - Abundância das pós-larvas de *Abra ovata* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas mensalmente nos colectores com sedimento de areia ($n= 357$) e de vasa ($n= 87$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

3.3.2 - sedimento substituído quinzenalmente

Nos colectores cujo sedimento foi substituído quinzenalmente, identificaram-se bivalves pertencendo a 23 taxa, em sedimento de areia (Tab. VI.6), e a 18 taxa em sedimento de vasa (Tab. VI.7). Em qualquer dos tipos de sedimento, os bivalves mais frequentes pertenceram às espécies *C. edule*, *R. decussatus*, *V. aurea*, *V. pullastra*, *S. plana* e *A. ovata*. Capturaram-se apenas em vasa os bivalves dos taxa *Arca tetragona* e *Dosinia* spp.. Bivalves dos taxa *Nucula nucleus*, *Mysella bidentata*, *Acanthocardia aculeata*, *Donacilla cornea*, *Donax variegatus*, *Tellina* spp. e *Hiatella* spp. ocorreram apenas nos colectores com areia.

3.3.2.1 - Abundâncias relativas por tipo de sedimento e por espécie

Em termos quantitativos, as espécies mais importantes foram *C. edule*, *R. decussatus*, *S. plana*, *A. ovata* e *V. aurea*, a que se seguiram *L. nitidum*, *A. alba* e *V. pullastra* (Tab. VI.8). A abundância relativa dos bivalves capturados quinzenalmente em areia, expressa em percentagem, foi superior (67%) à dos encontrados em vasa (27%). *C. edule*, *S. plana* e *A. ovata* foram mais abundantes nos colectores com sedimento vasoso, enquanto que *R. decussatus*, *V. aurea* e *V. pullastra* ocorreram principalmente nos colectores com areia (Tab. VI.8).

Tabela VI.6 - Ocorrência das pós-larvas com comprimento $\leq 1,0$ mm capturadas quinzenalmente nos coletores com areia, durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

Taxa	JUN90		JUL		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ		JAN91		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN		JUL91		
	1	18	3	20	6	20	6	22	10	25	12	28	7	22	10	27	10	26	14	30	15	2	19	5	22	7	18		
<i>Nucula nucleus</i>																													
<i>Anomia sp.</i>																													
<i>Mytilus spp.</i>																													
<i>Mod.barbatus</i>																													
<i>Lepton nitidum</i>																													
<i>Neolepton sykesi</i>																													
<i>Mysella bidentata</i>																													
<i>Cardium edule</i>																													
<i>A. paucicostata</i>																													
<i>A. aculeata</i>																													
<i>R. decussatus</i>																													
<i>V. aurea</i>																													
<i>V. pullastra</i>																													
<i>Chamelea gallina</i>																													
<i>Spisula spp.</i>																													
<i>Donacilla cornea</i>																													
<i>Donax variegatus</i>																													
<i>Donax trunculus</i>																													
<i>Scrobicularia plana</i>																													
<i>Abra ovata</i>																													
<i>Abra alba</i>																													
<i>Tellina spp.</i>																													
<i>Hiatella spp.</i>																													

Tabela VI.7 - Ocorrência das pós-larvas com comprimento $\leq 1,0$ mm capturadas quinzenalmente nos colectores com vasa, durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

Taxa	JUN90		JUL		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ		JAN91		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN		JUL91	
	1	18	3	20	6	20	6	22	10	25	12	28	7	22	10	27	10	26	14	30	15	2	19	5	22	7	18	
<i>Arca tetragona</i>																												
<i>Anomia sp.</i>																												
<i>Mytilus spp.</i>																												
<i>Mod. barbatus</i>																												
<i>Lepton nitidum</i>																												
<i>Neolepton sykesi</i>																												
<i>Cardium edule</i>																												
<i>A. paucicostata</i>																												
<i>R. decussatus</i>																												
<i>V. aurea</i>																												
<i>V. pullastra</i>																												
<i>Chamelea gallina</i>																												
<i>Dosinia spp.</i>																												
<i>Spisula spp.</i>																												
<i>Donax trunculus</i>																												
<i>Scrobicularia plana</i>																												
<i>Abra ovata</i>																												
<i>Abra alba</i>																												

Tabela VI.8 - Abundâncias relativas, expressas em percentagem, das pós-larvas de bivalves fixadas quinzenalmente nos colectores com sedimento de areia e de vasa durante o período de amostragem, entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

<i>Taxa</i>	% Areia	% Vasa	% Areia+Vasa
<i>Cardium edule</i>	26,3	32,3	28,3
<i>Ruditapes decussatus</i>	15,7	14,1	15,2
<i>Scrobicularia plana</i>	8,2	14,1	10,2
<i>Abra ovata</i>	9,4	10,4	9,8
<i>Venerupis aurea</i>	6,2	5,1	5,8
<i>Lepton nitidum</i>	5,9	5,4	5,7
<i>Abra alba</i>	4,9	4,0	4,6
<i>Venerupis pullastra</i>	4,7	3,0	4,2
<i>Modiolus barbatus</i>	3,0	0,3	2,1
<i>Mytilus edulis</i>	2,0	1,0	1,7
<i>Anomia ephippium</i>	2,2	0,3	1,6
<i>Neolepton sykesi</i>	1,2	0,7	1,0
<i>A. paucicostata</i>	1,0	1,0	1,0
<i>A. tuberculata</i>	0,8	0,0	0,6
<i>Chamelea gallina</i>	0,5	0,7	0,6
<i>Spisula solida</i>	0,5	0,3	0,4
<i>Barnea spp.</i>	0,5	0,3	0,4
<i>Donax venustus</i>	0,5	0,0	0,3
<i>Nucula spp.</i>	0,5	0,0	0,3
<i>Donax trunculus</i>	0,0	0,7	0,2
<i>Myrtea spinifera</i>	0,3	0,0	0,2
<i>Mysella bidentata</i>	0,3	0,0	0,2
<i>Arca tetragona</i>	0,0	0,7	0,2
<i>Donacilla cornea</i>	0,2	0,0	0,1
<i>Donax variegatus</i>	0,2	0,0	0,1
<i>Hiatella artica</i>	0,2	0,0	0,1
<i>Tellina tenuis</i>	0,2	0,0	0,1
<i>Dosinia lupinus</i>	0,0	0,3	0,1
OUTROS	4,5	5,1	4,7

3.3.2.2 - Recrutamento por tipo de sedimento

Em qualquer dos dois tipos de sedimento foram sempre encontradas pós-larvas fixadas durante todo o período de amostragem. Observou-se uma maior

intensidade do recrutamento durante os meses de Primavera e Verão comparativamente aos de Outono e Inverno (Fig. 6.12). Esta variação foi sobretudo nítida nos colectores de areia, onde as abundâncias foram, quase exclusivamente, superiores. As variações das abundâncias nem sempre foram síncronas, apesar de globalmente ter ocorrido alguma semelhança nos dois tipos de sedimentos.

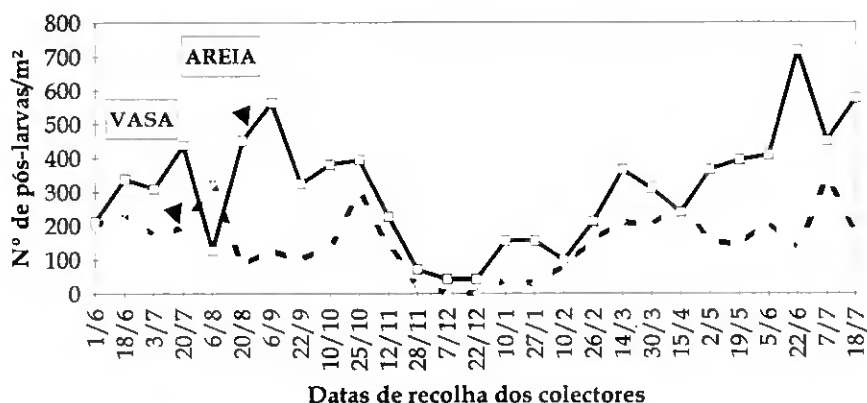


Figura 6.12 - Abundância total das pós-larvas de bivalves fixadas quinzenalmente nos colectores com sedimentos de areia (n= 594) e de vasa (n= 297) durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

A aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov (Tab. VI.9) evidenciou que as distribuições das abundâncias das pós-larvas de *C. edule* e *S. plana* diferiram significativamente da normal ($p < 0,05$).

Tabela VI.9 - Resultados da aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$) às abundâncias dos bivalves com comprimento ≤ 1 mm capturados quinzenalmente nos colectores com sedimentos de areia e de vasa, durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991. (Ho: as distribuições das abundâncias das várias espécies não diferem significativamente da normal).

Espécies	Kolmogorov-Smirnov (d)	p
<i>Cardium edule</i>	d= 0,291	p<0,05
<i>Ruditapes decussatus</i>	d = 0,161	p>0,05 (n.signif.)
<i>Venerupis aurea</i>	d= 0,128	p>0,05 (n.signif.)
<i>Venerupis pullastra</i>	d= 0,210	p<0,15 (n.signif.)
<i>Scrobicularia plana</i>	d= 0,386	< 0,05
<i>Abra ovata</i>	d= 0,104	p>0,05 (n.signif.)

O teste de Kruskal-Wallis (Tab. VI.10) evidenciou a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as abundâncias das várias espécies analisadas, fixadas quinzenalmente nos colectores com areia ou vasa, excepto em *S. plana*. Também para o conjunto das abundâncias das espécies analisadas, que representaram 74% do total de bivalves capturados quinzenalmente, o resultado do teste de Kruskal-Wallis demonstrou a ocorrência de diferenças significativas na fixação entre os colectores com sedimento de areia e com sedimento de vasa.

Tabela VI.10 - Resultados da aplicação do teste de Kruskal-Wallis às abundâncias dos bivalves com comprimento ≤ 1 mm capturados quinzenalmente nos colectores com sedimentos de areia e de vasa. (H_0 : não existem diferenças significativas entre as abundâncias fixadas em areia e em vasa, para cada espécie).

Espécies	Kruskal-Wallis (H)	p
<i>Cardium edule</i>	H = 4,613	<0,05
<i>Ruditapes decussatus</i>	H = 6,087	<0,05
<i>Venerupis aurea</i>	H = 6,463	<0,05
<i>Venerupis pullastra</i>	H = 7,784	<0,01
<i>Scrobicularia plana</i>	H = 0,147	$p > 0,05$ (não signif.)
<i>Abra ovata</i>	H = 5,277	<0,05
TOTAL	H = 16,93	p < 0,01

3.3.2.3 - Recrutamento por espécie

Com excepção das pós-larvas de *C. edule* (Fig. 6.13) e de *S. plana* (Fig. 6.17) que estiveram presentes praticamente ao longo de toda a amostragem, as abundâncias das pós-larvas das restantes espécies analisadas evidenciaram uma variação estacional nítida. O recrutamento de *R. decussatus* (Fig. 6.14) terminou em 1990 no início de Novembro e iniciou-se no princípio de Junho de 1991. As pós-larvas de *V. aurea* (Fig. 6.15) e *V. pullastra* (Fig. 6.16) deixaram de ocorrer nos colectores no início de Outubro de 1990 e apenas reapareceram em Abril e em Junho de 1991, respectivamente.

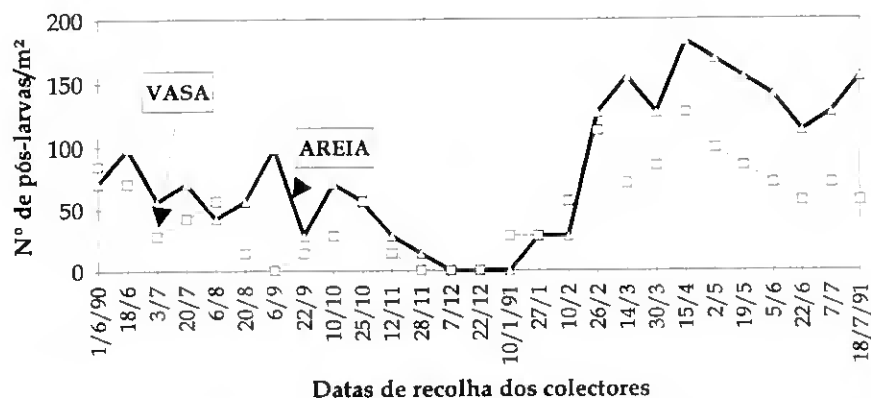


Figura 6.13 - Abundância das pós-larvas de *Cardium edule* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas quinzenalmente nos colectores com sedimento de areia ($n= 156$) e de vasa ($n= 96$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

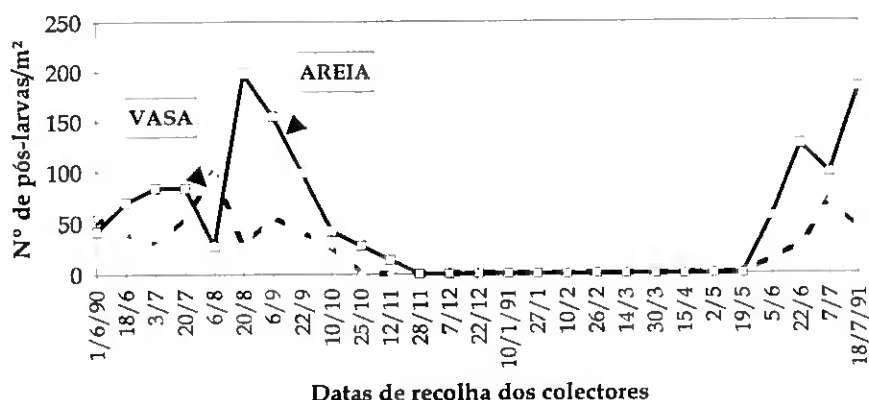


Figura 6.14 - Abundâncias das pós-larvas de *Ruditapes decussatus* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas quinzenalmente nos colectores com sedimento de areia ($n= 93$) e de vasa ($n= 42$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

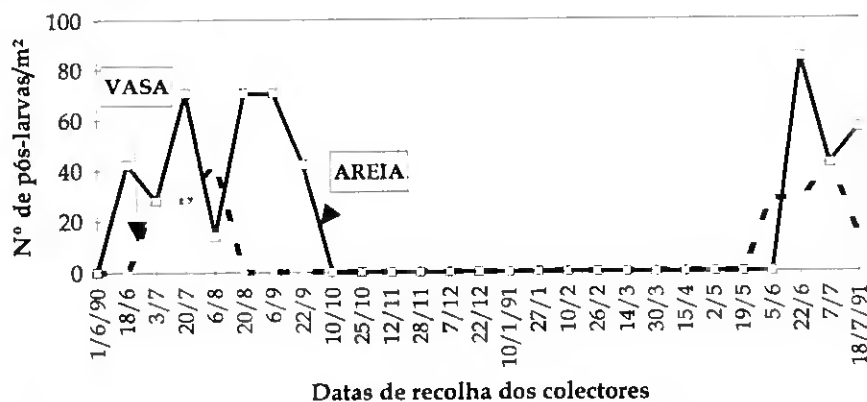


Figura 6.15 - Abundâncias das pós-larvas de *Venerupis aurea* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas quinzenalmente nos colectores com sedimento de areia ($n= 37$) e de vasa ($n= 15$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

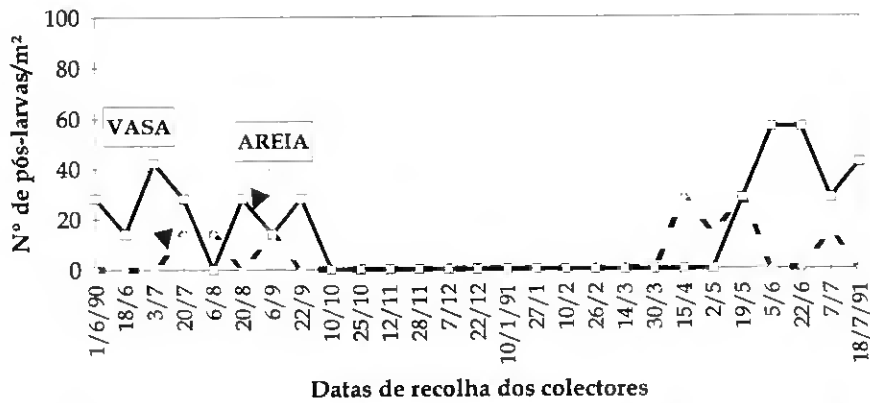


Figura 6.16 - Abundâncias das pós-larvas de *Venerupis pullastra* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas quinzenalmente nos colectores com sedimento de areia ($n=28$) e de vasa ($n=9$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

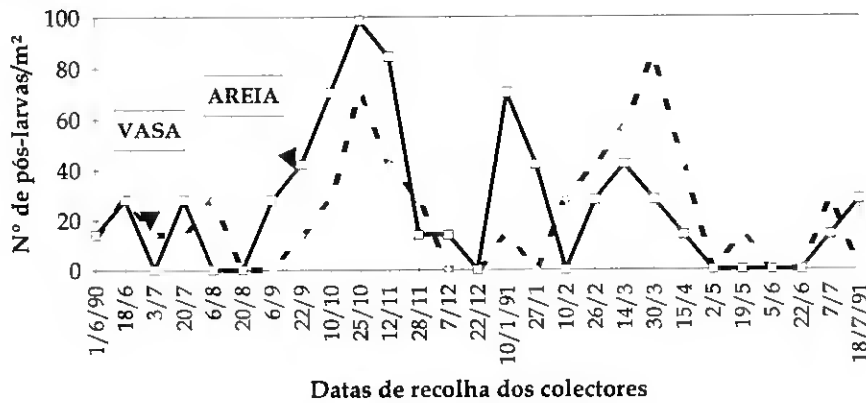


Figura 6.17 - Abundâncias das pós-larvas de *Scrobicularia plana* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas quinzenalmente nos colectores com sedimento de areia ($n=49$) e de vasa ($n=42$), durante o período de amostragem, de Junho de 1990 a Julho de 1991.

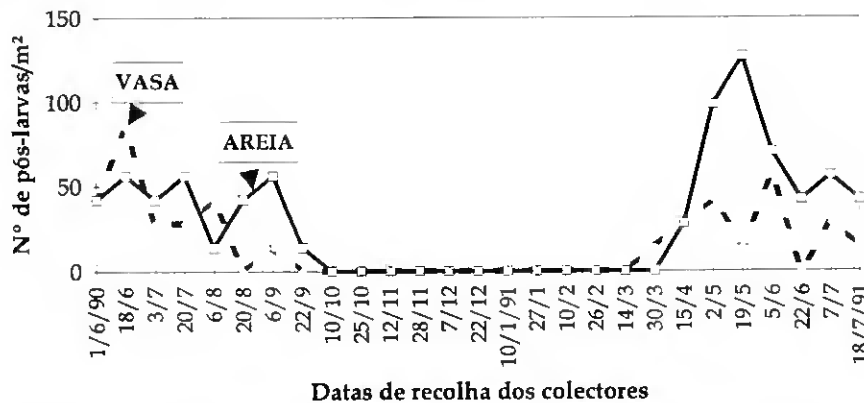


Figura 6.18 - Abundâncias das pós-larvas de *Abra ovata* com comprimento $\leq 1\text{mm}$ fixadas quinzenalmente nos colectores com sedimento de areia ($n=56$) e de vasa ($n=31$), durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

As pós-larvas de *A. ovata* (Fig. 6.18) não foram capturadas desde Outubro de 1990 até Março de 1991.

A amplitude das variações interanuais do recrutamento foi superior em *C. edule* e em *A. ovata*, cujas abundâncias pós-larvares foram mais elevadas no ano de 1991, enquanto que, nos restantes *taxa*, a abundância do recrutamento foi semelhante nos dois anos.

3.3.2.4 - Diversidade e equitabilidade

As flutuações da diversidade nos colectores com areia ou com vasa foram semelhantes (Fig. 6.19). Nos colectores com sedimento de areia os valores da diversidade foram normalmente mais elevados do que os calculados para os colectores com vasa, no mesmo período.

A equitabilidade variou de forma semelhante nos colectores com os dois tipos de sedimento, tendo a amplitude observada sido maior em areia (0,42) do que em vasa (0,20).

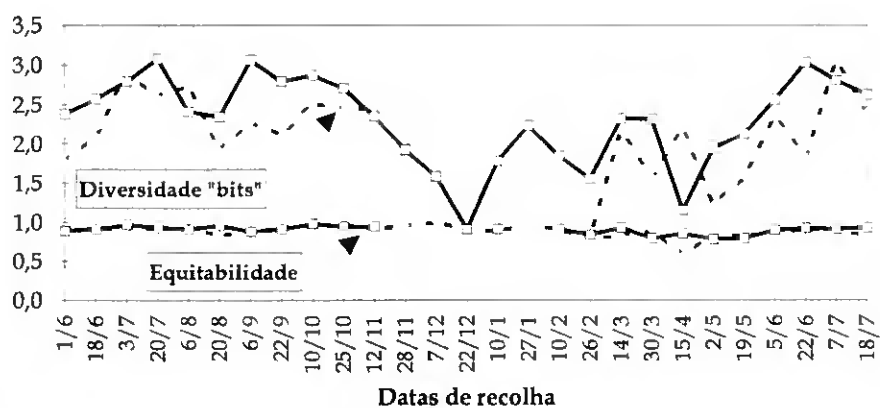


Figura 6.19 - Evolução quinzenal do índice de diversidade de Shannon-Weaver e da equitabilidade nos colectores com sedimento de areia (linha a cheio) e de vasa (linha a tracejado), durante o período amostrado entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

3.4 - Variação espacial do recrutamento

3.4.1 - zona da barra de Faro-Olhão

3.4.1.1 - Composição taxonómica e ocorrência

Durante a amostragem na barra de Faro-Olhão, entre Março e Outubro de 1992, foram identificados 34 taxa de bivalves (Tab. VI.11).

Tabela VI.11 - Lista de ocorrência das espécies capturadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão, entre Março e Outubro de 1992.

Taxa	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
<i>Anomia ephippium</i>								
<i>Mytilus edulis</i>								
<i>Modiolus barbatus</i>								
<i>Musculus marmoratus</i>								
<i>Chlamys spp.</i>								
<i>Divaricella divaricata</i>								
<i>Lepton nitidum</i>								
<i>Mysella bidentata</i>								
<i>Neolepton sykesi</i>								
<i>Montacuta ferruginosa</i>								
<i>Cardium edule</i>								
<i>Acanthocardia aculeata</i>								
<i>Acanthocardia spinosa</i>								
<i>A. paucicostata</i>								
<i>Venerupis aurea</i>								
<i>Venerupis pullastra</i>								
<i>Chamelea gallina</i>								
<i>Pitar rudis</i>								
<i>Dosinia lupinus</i>								
<i>Dosinia exoleta</i>								
<i>Mactra spp.</i>								
<i>Spisula spp.</i>								
<i>Donacilla cornea</i>								
<i>Abra alba</i>								
<i>Abra tenuis</i>								
<i>Tellina albicans</i>								
<i>Tellina donacina</i>								
<i>Donax vittatus</i>								
<i>Donax variegatus</i>								
<i>Donax trunculus</i>								
<i>Solen spp.</i>								
<i>Corbulla gibba</i>								
<i>Hiatella spp.</i>								
<i>Pholas spp.</i>								

Os bivalves capturados mais frequentemente nos colectores pertenceram às espécies *C. edule*, *Mytilus edulis* e *Spisula* spp., *Anomia ephippium*, *Musculus marmoratus*, *Neolepton sykesi*, *Donax variegatus* e *Corbulla gibba*. As espécies que apenas ocorreram pontualmente durante o período de amostragem foram *Chlamys* spp., *Acanthocardia spinosa*, *A. paucicostata*, *V. aurea*, *V. pullastra*, *Donax vittatus*, *D. variegatus* e *Pholas* spp..

3.4.1.2 - Abundâncias relativas por espécie

C. edule foi a espécie mais abundante que ocorreu nos colectores, com 39,56% dos exemplares capturados (Tab. VI.12). A segunda e terceira espécies mais abundantes, *Donax variegatus* e *M. edulis*, representaram 12,68% e 11,93% dos bivalves que ocorreram nos colectores, respectivamente.

Tabela VI.12 - Abundâncias relativas, expressas em percentagem, das espécies com abundâncias superiores a 1 % capturadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão, entre Março e Outubro de 1992.

Espécies	Abundâncias (%)
<i>Cardium edule</i>	39,59
<i>Donax variegatus</i>	12,68
<i>Mytilus edulis</i>	11,93
<i>Anomia ephippium</i>	7,34
<i>Modiolus barbatus</i>	4,76
<i>Neolepton sykesi</i>	3,61
<i>Mysella bidentata</i>	3,04
<i>Spisula</i> spp.	2,87
<i>Chamela gallina</i>	2,07
<i>Hiatella</i> spp.	1,49
<i>Tellina donacina</i>	1,43
<i>Solen</i> spp.	1,32
<i>Tellina albicans</i>	1,09

Também considerando apenas as pós-larvas com comprimento ≤ 1 mm (Tab. VI.13), *C. edule* foi a espécie mais abundante, com cerca de 37,12%. A abundância de *M. edulis* foi superior à de *Donax variegatus* e, em qualquer destas espécies, ultrapassou os 10%.

Por outro lado, *Hiatella* spp., *Tellina donacina*, *Solen* spp. e *Tellina albicans* foram dos taxa menos abundantes, com valores da abundância relativa entre 1 e 2%.

Tabela VI.13 - Abundâncias relativas, expressas em percentagem, das espécies capturadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão entre Março e Outubro de 1992 com comprimento ≤ 1 mm e abundâncias superiores a 1%.

Espécies	Abundâncias %
<i>Cardium edule</i>	37,13
<i>Mytilus edulis</i>	15,85
<i>Donax variegatus</i>	12,78
<i>Modiolus barbatus</i>	6,74
<i>Anomia ephippium</i>	5,34
<i>Spisula</i> spp.	4,03
<i>Chamelea gallina</i>	2,89
<i>Mysella bidentata</i>	2,71
<i>Hiatella</i> spp.	2,19
<i>Solen</i> spp.	1,66
<i>Tellina albicans</i>	1,40
<i>Neolepton sykesi</i>	1,31

3.4.2 - zona da ponte para a Ilha de Faro

3.4.2.1 - Composição taxonómica e ocorrência

Nos colectores colocados na zona da ponte para a ilha de Faro foram encontrados, durante a totalidade do período de amostragem, 24 taxa de bivalves. As espécies que ocorreram com maior frequência foram *C. edule*, *A. ovata*, *S. plana* e *R. decussatus* (Tab. VI.14).

Tabela VI.14 - Lista de ocorrência dos taxa capturadas nos colectores colocados na zona da ilha de Faro, entre Março e Outubro de 1992.

Taxa	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
<i>Anomia ephippium</i>		■		■	■	■		
<i>Mytilus edulis</i>		■		■	■	■		
<i>Modiolus barbatus</i>		■		■	■	■		
<i>Musculus mamoratus</i>				■	■			
<i>Crassostrea angulata</i>						■		
<i>Chlamys spp.</i>		■						
<i>Divaricella divaricata</i>						■	■	■
<i>Lepton nitidum</i>				■	■	■	■	■
<i>Mysella bidentata</i>		■				■		
<i>Neolepton sykesi</i>						■		
<i>Montacuta ferruginosa</i>				■	■	■		
<i>Cardium edule</i>	■	■		■	■	■	■	■
<i>Acanthocardia aculeata</i>				■	■	■		
<i>Acanthocardia echinata</i>				■	■	■	■	■
<i>A. paucicostata</i>	■			■	■	■	■	■
<i>Ruditapes decussatus</i>		■		■	■	■	■	■
<i>Venerupis aurea</i>						■	■	■
<i>Venerupis pullastra</i>		■		■	■	■	■	■
<i>Chamelea gallina</i>				■	■	■	■	■
<i>Dosinia lupinus</i>		■						
<i>Dosinia exoleta</i>						■	■	■
<i>Scrobicularia plana</i>		■		■	■	■	■	■
<i>Abra ovata</i>	■	■		■	■	■	■	■
<i>Abra alba</i>				■	■	■	■	■
<i>Donax vittatus</i>						■		
<i>Solen spp.</i>				■	■	■	■	■
<i>Hiatella spp.</i>	■	■				■		
<i>Teredo spp.</i>						■	■	■

3.4.2.2 - Abundâncias relativas por espécie

Em termos quantitativos, as espécies mais abundantes foram *V. aurea*, *R. decussatus*, *A. ovata*, *V. pullastra*, *C. edule* e *S. plana* (Tab. VI.15). No entanto, considerando a abundância das pós-larvas recém recrutadas e com comprimentos inferiores a 1 mm, para além desse conjunto de espécies há ainda a considerar

Anomia ephippium, a quarta espécie mais abundante nos colectores (Tab. VI.16). Apesar de apenas ter ocorrido em três dos oito meses amostrados, *V. aurea* foi a espécie mais abundante, em termos totais (Tab. VI.15), e a segunda mais importante relativamente aos indivíduos com comprimento ≤ 1 mm (Tab. VI.16).

Tabela VI.15 - Abundância relativa, expressa em percentagem, das espécies com abundâncias superiores a 1 % capturadas nos colectores colocados na zona da ilha de Faro, entre Março e Outubro de 1992.

Espécies	Abundâncias %
<i>Venerupis aurea</i>	20,69
<i>R. decussatus</i>	18,32
<i>Abra ovata</i>	15,90
<i>V. pullastra</i>	9,58
<i>Cardium edule</i>	9,54
<i>Scrobicularia plana</i>	9,31
<i>Anomia ephippium</i>	5,78
<i>Abra alba</i>	3,45
<i>Mytilus edulis</i>	1,34
<i>Modiolus barbatus</i>	1,07

Tabela VI.16 - Abundância relativa, expressa em percentagem, das espécies capturadas nos colectores colocados na zona da ilha de Faro entre Março e Outubro de 1992 com comprimento ≤ 1 mm e abundâncias superiores a 1 %.

Espécies	Abundâncias %
<i>R. decussatus</i>	26,54
<i>Venerupis aurea</i>	14,69
<i>Anomia ephippium</i>	13,03
<i>Cardium edule</i>	10,43
<i>Abra ovata</i>	9,60
<i>Scrobicularia plana</i>	9,24
<i>V. pullastra</i>	3,44
<i>Mytilus edulis</i>	3,20
<i>Modiolus barbatus</i>	1,30

3.4.3 - Comparação entre a zona da barra de Faro-Olhão e da ponte para a ilha de Faro

3.4.3.1 - Importância relativa do recrutamento

Verificou-se um desfasamento temporal na ocorrência das abundâncias de pós-larvas com comprimento inferior a 1 mm, em cada uma das zonas. Assim, enquanto que na zona da barra o recrutamento foi mais intenso até Agosto, tendo ocorrido um máximo em Maio, na zona da ilha apenas a partir de Junho o recrutamento foi mais intenso, tendo o máximo sido atingido em Agosto (Fig. 6.20).

Observaram-se, para os mesmos períodos de tempo, diferenças na abundância do recrutamento das espécies mais abundantes (comprimento ≤ 1 mm), entre a zona da ponte para a ilha de Faro e a zona da barra de Faro-Olhão. As pós-larvas de *C. edule* (Fig. 6.24), *M. edulis* (Fig. 6.22), *D. variegatus* (Fig. 6.27) e *Modiolus barbatus* (Fig. 6.23) foram mais abundantes na zona da barra, enquanto que, as pós-larvas de *A. ephippium* (Fig. 6.21), *A. ovata* (Fig. 6.29), *S. plana* (Fig. 6.28), *R. decussatus* (Fig. 6.25) e *V. aurea* (Fig. 6.26), ocorreram em maior número nos colectores da zona da ponte para a ilha de Faro.

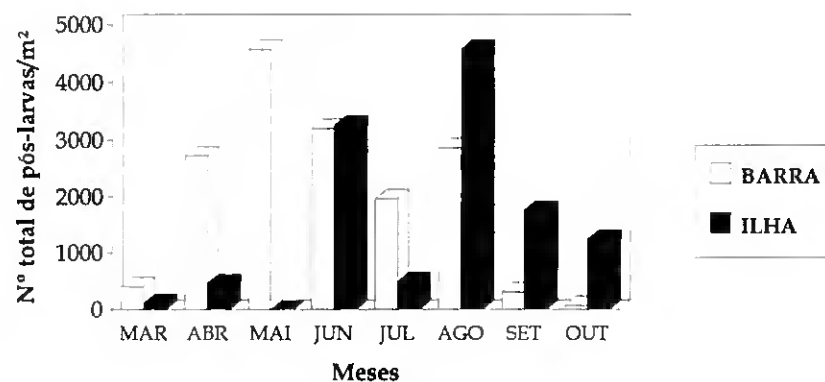


Figura 6.20 - Comparação entre as densidades de pós-larvas com comprimento ≤ 1 mm observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 1142) e da ponte para a ilha de Faro (n= 844).

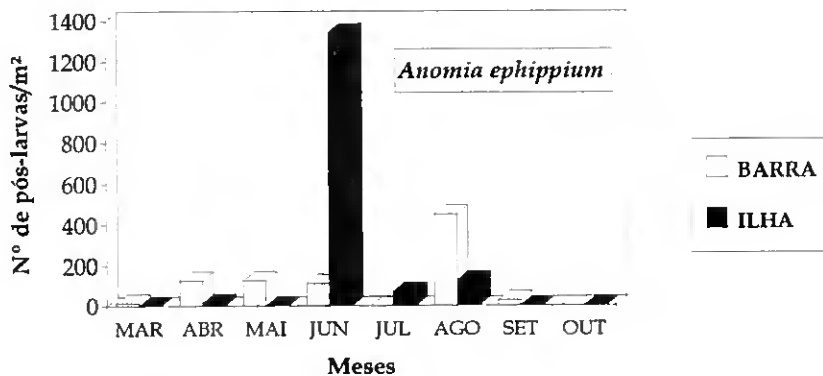


Figura 6.21 - Comparação entre as densidades das pós-larvas de *Anomia ephippium* com comprimento ≤ 1 mm, observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 61) e da ponte para a ilha de Faro (n= 110).

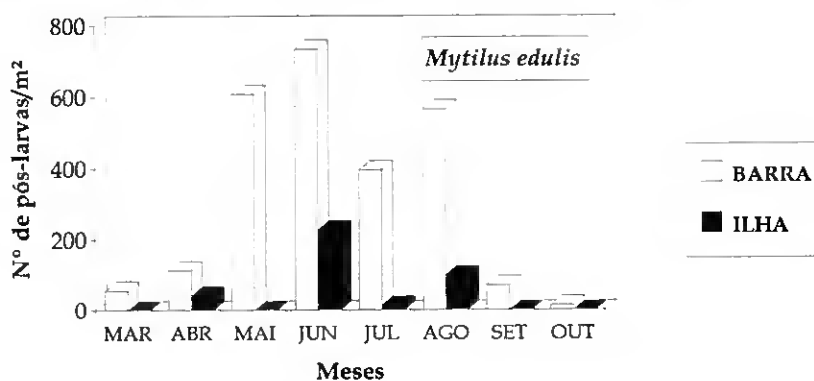


Figura 6.22 - Comparação entre as densidades das pós-larvas de *Mytilus edulis* com comprimento ≤ 1 mm observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 181) e da ponte para a ilha de Faro (n= 27) .

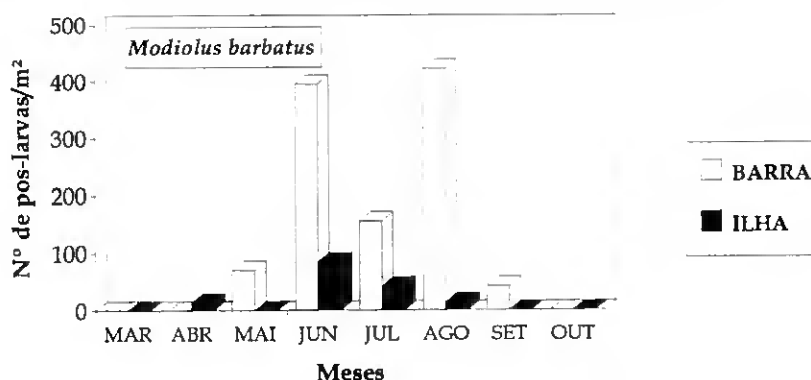


Figura 6.23 - Comparação entre as densidades das pós-larvas de *Modiolus barbatus* com comprimento ≤ 1 mm observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 77) e da ponte para a ilha de Faro (n= 11) .

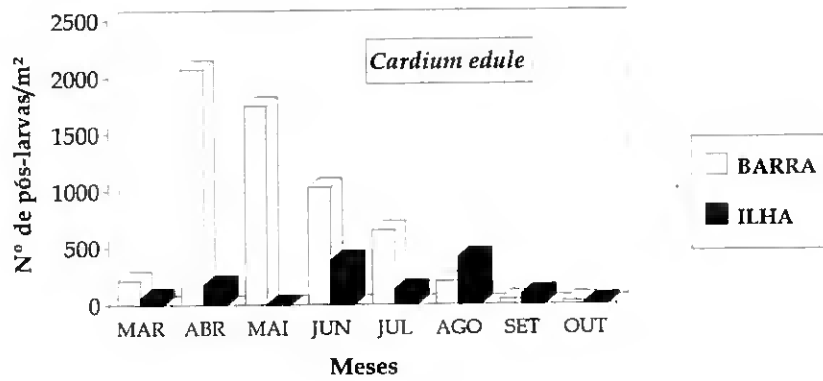


Figura 6.24 - Comparação entre as densidades das pós-larvas de *Cardium edule* com comprimento ≤ 1 mm observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 424) e da ponte para a ilha de Faro (n= 88).

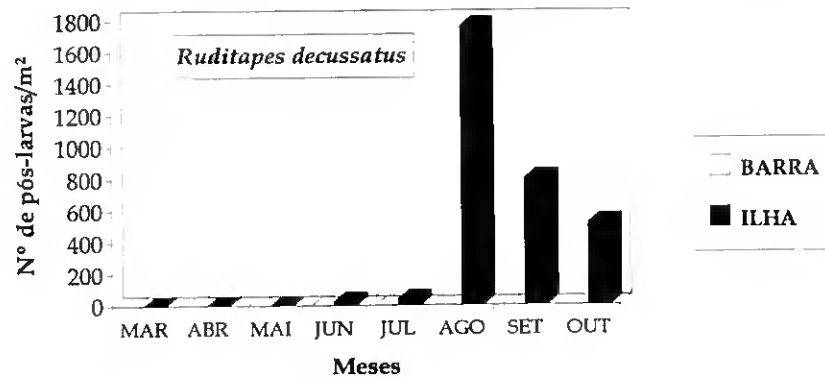


Figura 6.25 - Comparação entre as densidades das pós-larvas de *Ruditapes decussatus* com comprimento ≤ 1 mm observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 0) e da ponte para a ilha de Faro (n= 224).

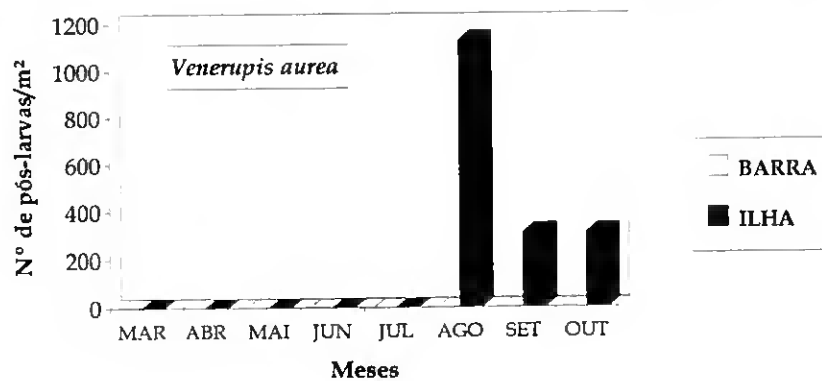


Figura 6.26 - Comparação entre as densidades das pós-larvas de *Venerupis aurea* com comprimento ≤ 1 mm observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 0) e da ponte para a ilha de Faro (n= 124).

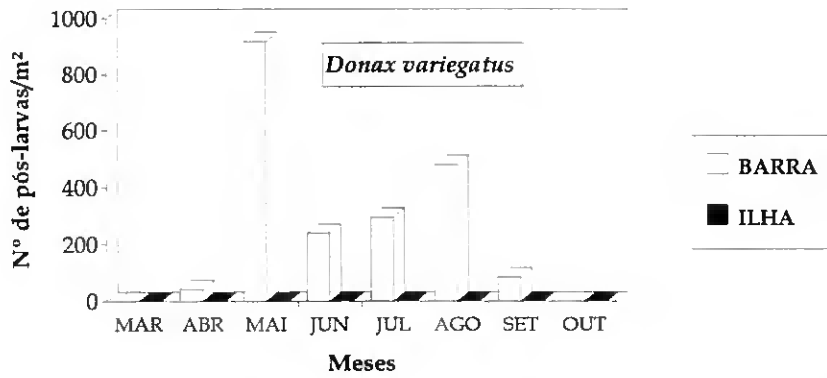


Figura 6.27 - Comparação entre as densidades das pós-larvas de *Donax variegatus* com comprimento ≤ 1 mm observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 146) e da ponte para a ilha de Faro (n= 0).

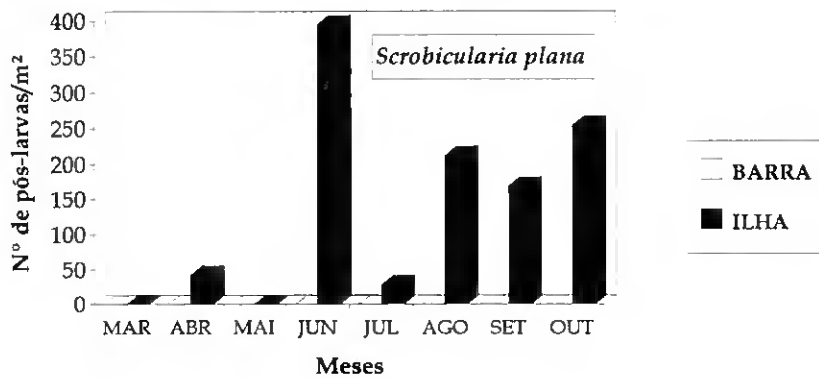


Figura 6.28 - Comparação entre as densidades das pós-larvas de *Scrobicularia plana* com comprimento ≤ 1 mm observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 0) e da ponte para a ilha de Faro (n= 78).

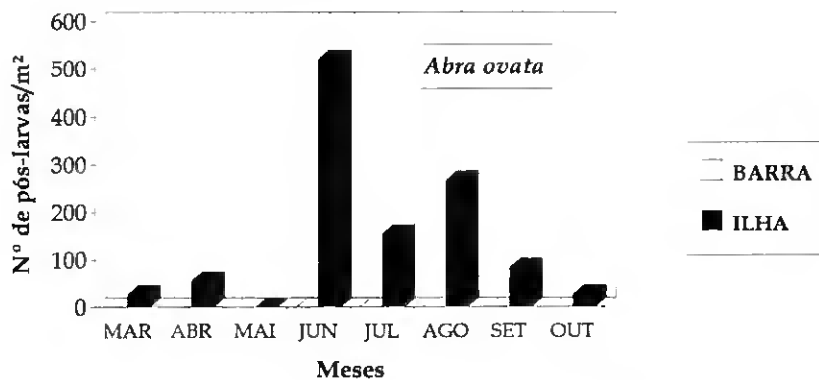


Figura 6.29 - Comparação entre as densidades das pós-larvas de *Abra ovata* com comprimento ≤ 1 mm observadas nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão (n= 0) e da ponte para a ilha de Faro (n= 81).

3.4.3.2 - Diversidade e equitabilidade

Os valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver foram, na zona da barra de Faro-Olhão, normalmente mais elevados e evidenciaram uma menor variação entre os meses em que decorreu a amostragem, comparativamente à zona da ponte para a ilha de Faro (Fig. 6.30).

A equitabilidade manteve-se relativamente estável nos dois locais estudados, apesar da amplitude mais elevada verificada na barra (0,43), comparativamente à zona da ilha (0,18) (Fig. 6.30).

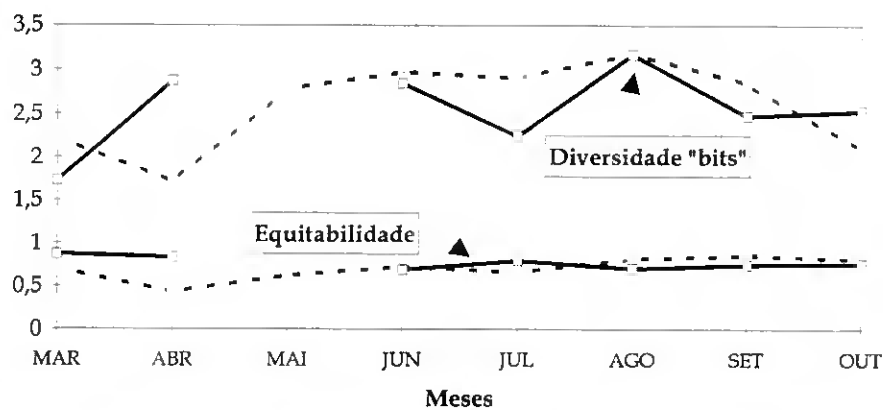


Figura 6.30 - Evolução mensal do índice de diversidade de Shannon-Weaver e da equitabilidade nos colectores colocados na zona da barra (linha a tracejado) e na zona da ponte para a ilha de Faro (linha a cheio), durante o período amostrado entre Março e Outubro de 1992; (o colector do qual foi recolhido o sedimento em Maio de 1992, na zona da ponte para a ilha de Faro, apresentava a rede de protecção removida).

3.4.4 - Distribuição no canal de Faro

3.4.4.1 - Abundâncias relativas por espécie

Nas sete estações amostradas ao longo do canal de Faro, nos meses de Julho, Agosto e Setembro de 1992, foram identificados 24 taxa de bivalves (Anexo VII). *C. edule* e *Donax trunculus* foram as espécies mais abundantes (>10%). *Chamelea gallina*, *Dosinia lupinus* e *Neolepton sykesi* foram, das espécies com abundâncias superiores a 1%, as menos abundantes (Tab. VI.17).

Tabela VI.17 - Abundâncias relativas expressas em percentagem ($\geq 1\%$), do total de bivalves capturados no conjunto das estações (E1 a E7) amostradas no canal de Faro, nos meses de Julho a Setembro de 1992 .

Espécies	Abundâncias %
<i>Cardium edule</i>	14,3
<i>Donax trunculus</i>	12,1
<i>Donax vittatus</i>	8,7
<i>Abra ovata</i>	7,7
<i>Abra alba</i>	6,1
<i>Mytilus edulis</i>	5,8
<i>Anomia ephippium</i>	5,6
<i>Lepton nitidum</i>	5,3
<i>Donax variegatus</i>	4,6
<i>Ruditapes decussatus</i>	4,4
<i>Venerupis aurea</i>	4,1
<i>Mysella bidentata</i>	3,9
<i>Lucinella divaricata</i>	3,1
<i>Scrobicularia plana</i>	2,9
<i>Chamelea gallina</i>	1,7
<i>Dosinia lupinus</i>	1,7
<i>Neolepton sykesi</i>	1,0

3.4.4.2 - Variação espacial e temporal das abundâncias

As abundâncias de bivalves com comprimento ≤ 1 mm foram mais elevadas nas zonas mais interior (estação 7) e exterior (estações 1 e 2) do canal de Faro, comparativamente às estações intermédias (estações 3 a 6) (Fig. 6.31).

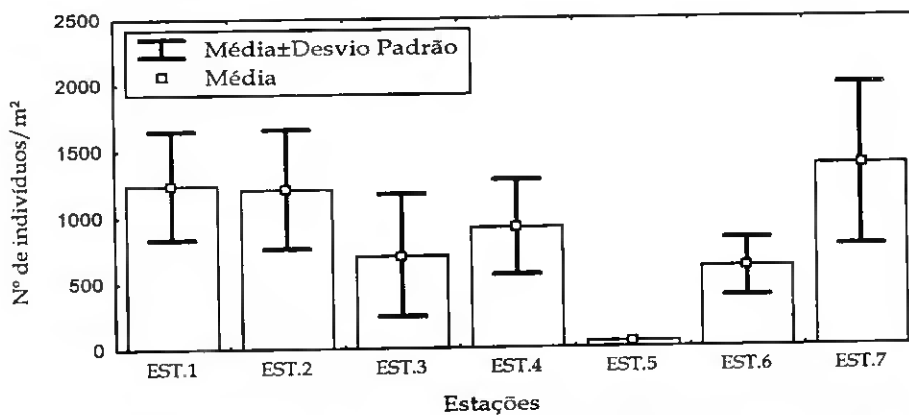


Figura 6.31 - Variação das abundâncias de bivalves com comprimento ≤ 1 mm em 7 estações no canal de Faro, nos meses de Julho (n= 175), Agosto (n= 141) e Setembro de 1992 (n= 97).

Analisaram-se as variações mensais em Julho, Agosto e Setembro de 1992, das espécies de bivalves com abundâncias relativas superiores a 5%.

As pós-larvas de *A. ehippium* foram mais abundantes nas zonas mais exteriores (estação 1 e 2). A amplitude da distribuição diminuiu durante o período de amostragem. A abundância mais elevada ocorreu em Agosto de 1992 (Fig. 6.32).

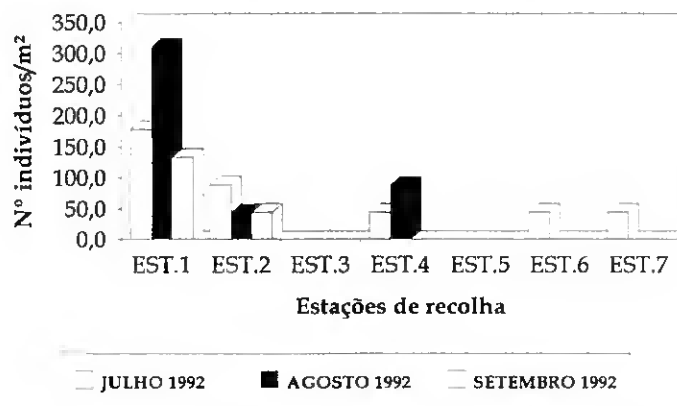


Figura 6.32 - Variação das abundâncias de *Anomia ehippium* entre os meses de Julho e Setembro de 1992, em sete estações ao longo do canal de Faro (n= 23).

As pós-larvas de *M. edulis* ocorreram sobretudo nas estações mais próximas da barra de Faro-Olhão, normalmente até à estação 3. Em Julho e Setembro foram também encontradas pós-larvas nas amostras obtidas na estação 7. A abundância mais elevada desta espécie ocorreu em Agosto de 1992 (Fig. 6.33).

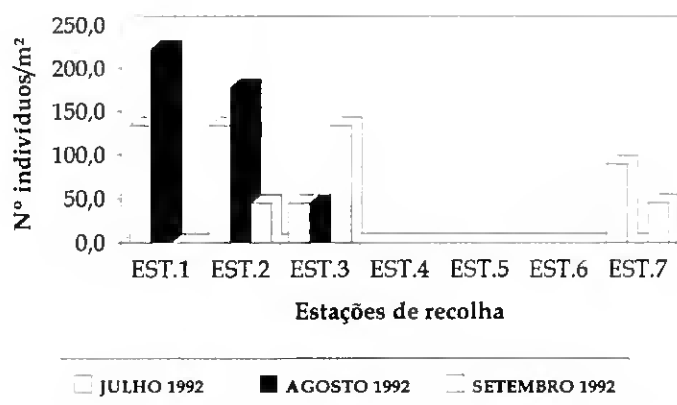


Figura 6.33 - Variação das abundâncias de *Mytilus edulis* durante os meses de Julho, Agosto e Setembro de 1992, em sete estações ao longo do canal de Faro (n= 24).

As pós-larvas de *C. edule* ocorreram ao longo do canal, com excepção das estações 3 e 5. As abundâncias mais elevadas verificaram-se em Julho nas estações 1,2 e 6 e, em Agosto nas estações 6 e 7. Em qualquer das estações as abundâncias foram inferiores nas recolhas efectuadas em Setembro de 1992 (Fig. 6.34).

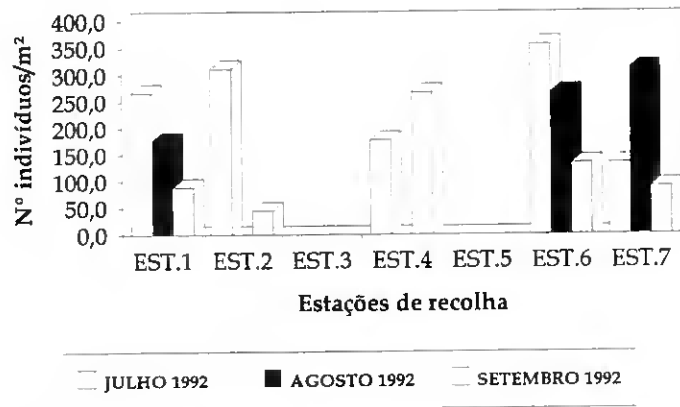


Figura 6.34 - Variação das abundâncias de *Cardium edule* entre os meses de Julho e Setembro de 1992, em sete estações ao longo do canal de Faro (n= 59).

L. nitidum foi mais abundante nas zonas médias do canal de Faro, concretamente na estação 4, ocorrendo apenas nas estações mais interiores, 7 e 6, respectivamente em Julho e Agosto de 1992 (Fig. 6.35). A maior abundância destes bivalves foi observada em Agosto de 1992.

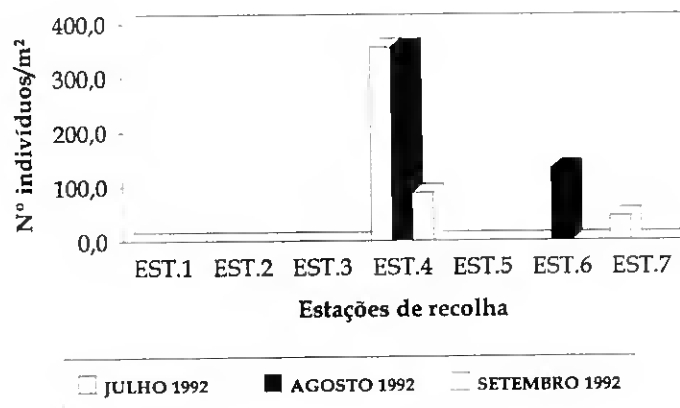


Figura 6.35 - Variação das abundâncias de *Lepton nitidum* entre os meses de Julho e Setembro de 1992, em sete estações ao longo do canal de Faro (n= 22).

D. trunculus ocorreu apenas nas estações mais exteriores, da 1 à 3. As abundâncias mais elevadas ocorreram em Agosto e Setembro de 1992 (Fig. 6.36).

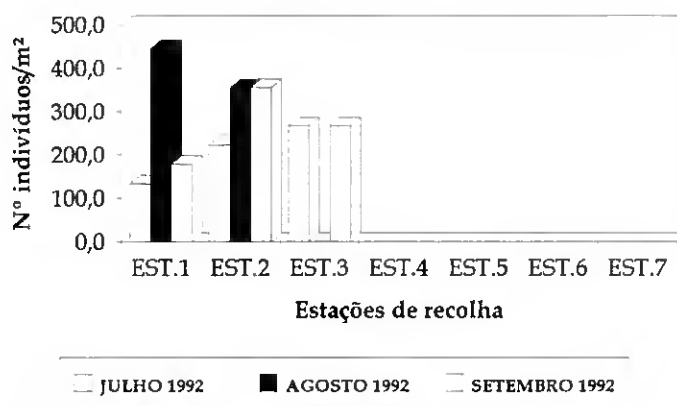


Figura 6.36 - Variação das abundâncias de *Donax trunculus* entre os meses de Julho e Setembro de 1992, em sete estações ao longo do canal de Faro (n= 50).

D. vittatus ocorreu também quase exclusivamente junto às zonas mais exteriores da Ria Formosa. À maior abundância observada em Julho correspondeu também a maior amplitude da distribuição desta espécie que, nesse mês, ocorreu na estação 6 (Fig. 6.37).

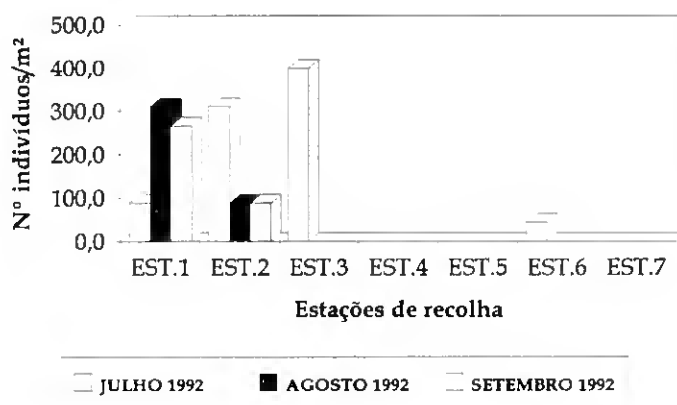


Figura 6.37 - Variação das abundâncias de *Donax vittatus* durante os meses de Julho, Agosto e Setembro de 1992, em sete estações ao longo do canal de Faro (n= 36).

A. ovata ocorreu principalmente nas zonas médias (estações 3 e 4) e interiores (estações 6 e 7) do canal de Faro. As abundâncias mais elevadas

ocorreram em Julho e Agosto de 1992. Nessa altura a amplitude da distribuição destes bivalves foi mais elevada, concretamente entre as estações 3 e 7 (Fig. 6.38).

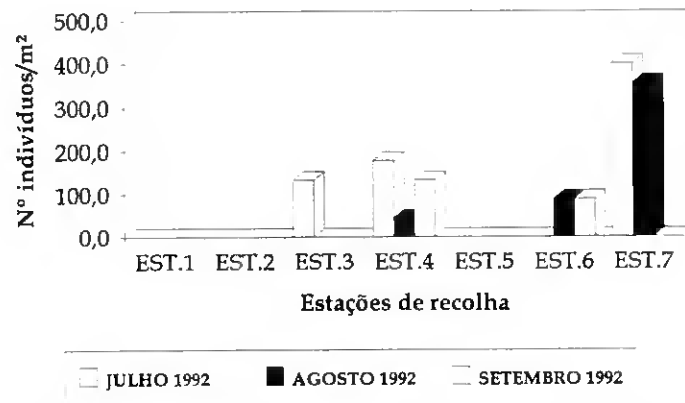


Figura 6.38 - Variação das abundâncias de *Abra ovata* durante os meses de Julho, Agosto e Setembro de 1992, em sete estações ao longo do canal de Faro (n=32).

A abundância mais elevada de *A. alba* ocorreu na estação 7 em Julho de 1992. Nesse mês, e menos significativamente em Agosto de 1992, a distribuição das foi mais ampla e encontraram-se pós-larvas desta espécie na estação 3 (Fig. 6.39).

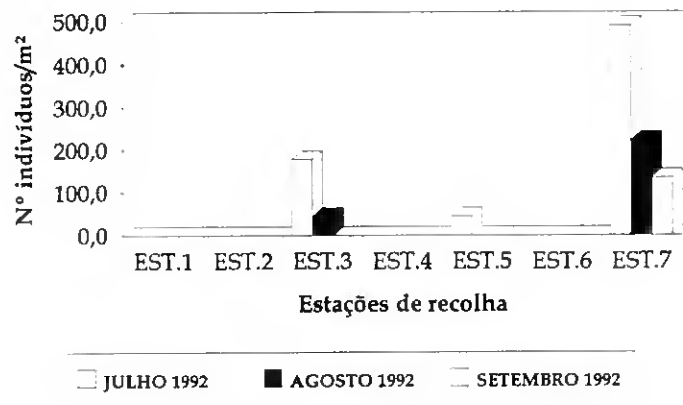


Figura 6.39 - Variação das abundâncias de *Abra alba* durante os meses de Julho, Agosto e Setembro de 1992, em sete estações ao longo do canal de Faro (n=25).

As pós-larvas de *S. plana* ocorreram sobretudo nas estações médias e mais interiores do canal de Faro, entre a estação 4 e a 7. Apenas em Setembro a

distribuição foi mais alargada, tendo-se encontrado estes bivalves na estação 2 (Fig. 6.40). As abundâncias mais elevadas ocorreram em Julho e Agosto de 1992.

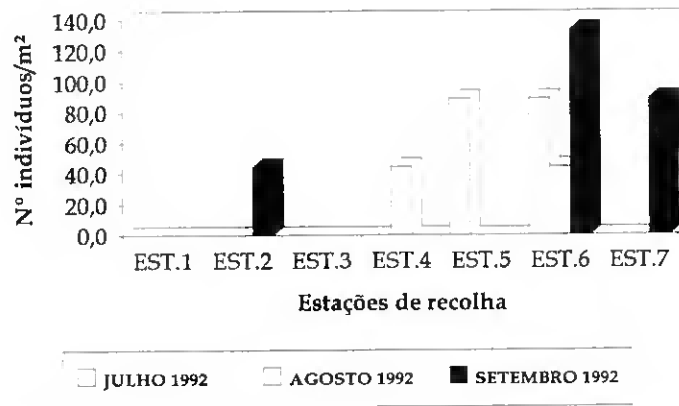


Figura 6.40 - Variação das abundâncias de *Scrobicularia plana* entre os meses de Julho e Setembro de 1992, em sete estações ao longo do canal de Faro (n= 12).

3.4.4.3 - Diversidade e equitabilidade

A diversidade foi mais elevada nas zonas exteriores (estações 1 e 2) e interiores (estação 7), comparativamente à calculada nas zonas intermédias do canal de Faro, entre as estações 3 a 6. O valor mais baixo da diversidade ocorreu na estação 5 (Fig. 6.41).

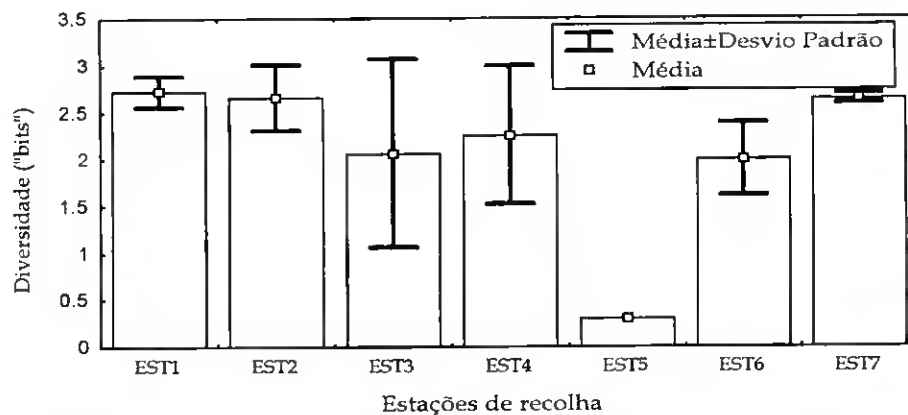


Figura 6.41 - Variação do índice de diversidade de Shannon-Weaver entre as recolhas de bivalves efectuadas em Julho, Agosto e Setembro de 1992, em sete estações no canal de Faro (n= 413).

Os valores da equitabilidade foram semelhantes entre as várias estações e normalmente superiores a 0,8, com excepção da estação 5 onde o valor da equitabilidade foi claramente inferior (Fig. 6.42).

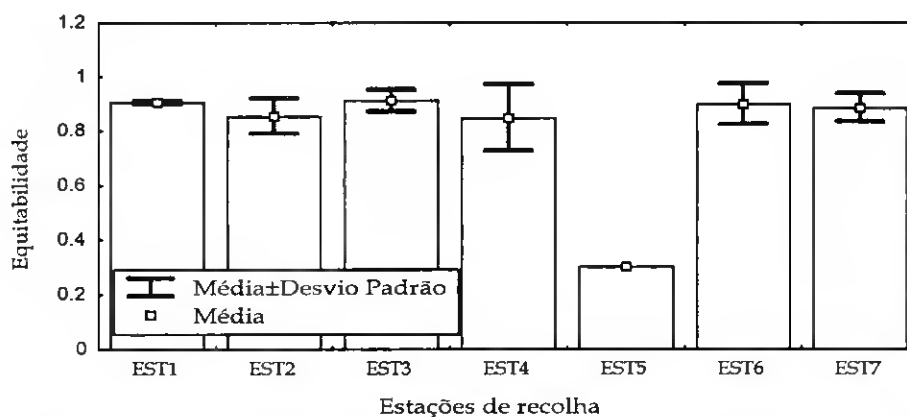


Figura 6.42 - Variação da equitabilidade entre as recolhas de bivalves efectuadas em Julho, Agosto e Setembro de 1992, em sete estações no canal de Faro (n= 413).

4 - DISCUSSÃO

As abundâncias de pós-larvas de bivalves nos colectores com areia recolhidos quinzenal e mensalmente foram, globalmente superiores às observadas nos colectores com sedimento de vasa. No entanto, nem em todas as espécies mais abundantes e consideradas principais essas diferenças foram significativas.

A diferença na fixação nos dois tipos de sedimento, verificada quer em termos gerais quer em termos específicos, evidenciará a existência de alguma capacidade de selecção do substrato para fixação, pelas larvas pedivelígeras. Diferenças específicas na fixação foram também observadas por Ólafsson (1988a) em relação a *Cardium*, que ocorreu em densidades significativamente mais elevadas em areia do que em vasa, contrariamente ao que verificou com as abundâncias de *Macoma balthica*.

O local adequado para a fixação e realização da metamorfose depende de factores físicos, químicos e biológicos que actuam sobre as larvas pedivelígeras (Thorson, 1966; Creutzberg, 1986). Estes factores, que podem ser de grande escala, como a temperatura e a salinidade, ou de pequena escala, como a presença de conspécificos ou a natureza do sedimento, provocarão estímulos nas larvas. Os estímulos de primeira ordem serão responsáveis pela selecção de uma área vasta com condições gerais favoráveis para a fixação, da dezena de metros à dezena de quilómetros, enquanto que os estímulos de pequena escala, após a larva pedivelígera contactar com o substrato, permitirão uma selecção mais rigorosa do local exacto onde a larva se vai fixar, numa escala de um a dez centímetros. De entre os estímulos de pequena escala, o tipo de substrato e a presença de outros organismos no local parecem ser determinantes na selecção efectuada pelas larvas (Bhaud, 1988). O papel exacto do substrato como estímulo para a fixação e metamorfose não está ainda bem definido. Para Rice (1986), o substrato pode actuar como superfície adsortiva, fonte potencial de microorganismos e de alimento, ou meio essencial para as larvas escavarem e se enterrarem. Para Kraus & Crow (1985), a composição granulométrica será o factor responsável pela distribuição espacial dos bivalves.

Por outro lado, em virtude da deposição de sedimento durante o período em que permaneceram enterrados, o sedimento dos colectores recolhidos mensalmente adquiriram características semelhantes, como é evidenciado pela análise sedimentológica efectuada no início e no fim da experiência. Assim, as pós-larvas recrutadas do ano de 1991 ter-se-ão fixado em colectores que já não apresentavam as características iniciais de areia e de vasa, pelo que as diferenças encontradas nesse período e que contribuíram para o total dos dados analisados, não traduziram qualquer preferência por um determinado tipo de substrato para fixação. Por conseguinte, as diferenças na fixação entre colectores com os dois tipos de sedimento terão sido melhor expressas com base na análise dos colectores recolhidos quinzenalmente.

O facto de um maior número de larvas se ter fixado nos colectores com sedimento de areia poderá resultar meramente da influência de factores hidrodinâmicos. Nesse caso, como defendem Eckman (1983), Hannan (1984), Butman (1989) e Harvey *et al.* (1995), as larvas comportar-se-ão como partículas depositadas passivamente. Por outro lado, a possibilidade de as larvas poderem retardar a metamorfose, o reconhecimento da existência de diferenças espaciais na fixação e a ocorrência largamente maioritária das pós-larvas num determinado substrato, parecem demonstrar que as larvas não se fixam ao acaso como partículas passivas, mas sim em locais seleccionados, o que reflecte um comportamento activo, como foi observado em *Theora lubrica* por Imabayashi & Tsukuda (1984) e em *Mercenaria mercenaria* por Butman *et al.* (1988). A importância da selecção do substrato para fixação foi já salientada por Cole & Knight-Jones (1949), uma vez que as larvas apresentam, nessa altura, o maior desenvolvimento sensorial de toda a vida planctónica.

Para que as larvas tenham a capacidade de seleccionar activamente o local para fixação é necessário que possam deslocar-se e contactar com o substrato, o que implica que muitas vezes tenham de contrariar as correntes.

Na Ria Formosa, a velocidade das correntes variou entre 2,3 cm/s no estofo das marés mortas e 90 cm/s em situação de marés-vivas. Chia *et al.* (1984) mediram velocidades médias de natação inferiores a 1,0 cm/s, enquanto que Scheltema (1986), referiu velocidades entre 1,0 e 3,0 cm/s, respectivamente a 0,05 cm e 0,20 cm do fundo. Para Butman (1986), apenas é fisicamente realístico para as larvas nadarem junto ao fundo, explorando eventuais habitats favoráveis para a fixação, durante 40% do ciclo de maré. Deste modo, apesar do transporte e deposição larvar serem controlados por factores hidrodinâmicos, a larva poderá, através do seu comportamento, influenciar a escolha do local para fixação (Chia, 1989).

A entrada das larvas nos colectores parece ter resultado fundamentalmente de fenómenos hidrodinâmicos, uma vez que, para atingirem o sedimento e se fixarem, as larvas atravessaram os poros da rede, pelo que antes do sedimento no

interior dos colectores contactaram provavelmente com a rede de nylon, um tipo de material que não será o adequado para a fixação.

No entanto, mesmo após a fixação, as pós-larvas recém fixadas podem ainda deslocar-se e mudar de local, para o que utilizarão um filamento longo que, segundo Sigurdsson *et al.* (1976), é uma característica comum nos bivalves marinhos. Esta estrutura facilita o transporte pelas correntes de água, como descreveram Ansell (1962) em *C. edule*, Frenkiel & Moueza (1979) em *S. plana* e *Donax vittatus* e Beukema & Vlas (1989) em *Macoma balthica*.

A abundância de pós-larvas recém-fixadas foi quase exclusivamente mais elevada nos colectores mensais do que nos quinzenais, numa proporção superior à esperada pela maior permanência dos colectores no bentos. No entanto, sobretudo em *S. plana*, com alguma frequência (10 em 28 recolhas) a abundância dos colectores quinzenais foi superior à dos mensais. Esta situação, particular no contexto das restantes espécies, resultará do maior período de tempo de exposição aos predadores nos colectores mensais, cuja acção será particularmente intensa, uma vez que as valvas destes bivalves são muito frágeis.

A predação da macrofauna sobre as pós-larvas recém-fixadas terá sido reduzida comparativamente à existente na natureza, devido aos colectores terem sido cobertos com rede. Apesar disso, alguma predação terá ocorrido, sobretudo nos colectores recolhidos mensalmente, já que pós-larvas de predadores também ficaram retidas e cresceram no interior dos recipientes. Com efeito, nos colectores foram encontradas várias espécies referenciadas como predadoras de bivalves, sobretudo caranguejos: *Carcinus maenas* (Sprung, 1993, 1994c), camarões: *Crangon crangon* (Pihl & Rosenberg, 1983), anfípodes: *Pontoporeia afins* e *P. femorata* (Elmgren *et al.*, 1986), poliquetas; *Nereis diversicolor* (Diop & Glemarec, 1990), gastrópodes: *Ilyanassa obsoleta* (Hunt *et al.*, 1987), equinodermes: *Asterias rubens* (Allen, 1983); planárias: *Stylochus ellipticus* (Morales-Alamo *et al.*, 1988), peixes: *Gobius niger* (Peterson, 1982), *Pomatoschistus minutus* (Ólafsson, 1988). Para além destas espécies, as abundâncias do colector com areia recolhido em Janeiro de 1991, e com vasa

recolhidos em Dezembro de 1990 e em Março de 1991, que na altura da recolha não se encontravam cobertos pela rede podem ter sido limitadas por *Pleuromnecetes platessa* (Pihl (1985), *Sparus aurata* (Wassef & Eisawy, 1985; Gamito, 1994) e *Solea vulgaris* (Andrade, 1990) e aves: ostraceiros (*Haematopus ostralegus*) ou patos (*Somateria mollissima*) (Dijkema, 1992).

Para além da predação, também a acção de parasitas pode explicar a diminuição nas abundâncias, como foi observado por Morales-Alamo *et al.* (1988) e Russel-Pinto (1990) o que ocorrerá sobretudo em situações de densidades muito elevadas como as que se registaram nos colectores.

O parasitismo sobre os bivalves adultos pode também ser, indirectamente, limitante para o recrutamento. De facto, segundo Mejuto (1984b) a cercária de *Bucephalus* sp. provoca a castração dos adultos de *C. edule*, enquanto que Camacho (1980) observou, na Ria de Arosa, a destruição completa de gónadas de adultos de *R. decussatus* e *V. pullastra* parasitadas por tremátodes.

Globalmente, as larvas parecem ter preferido fixar-se em sedimentos já anteriormente colonizados. Segundo Woodin (1986), as larvas podem exibir um comportamento gregário, seleccionar um local devido à influência de um estímulo positivo, além da presença de conspécíficos, rejeitar locais devido à existência de estímulos negativos, ou não evidenciarem qualquer comportamento óbvio, positivo ou negativo, para a selecção do local.

A presença de adultos no local da fixação é vantajosa porque assegura, em princípio, a existência de condições favoráveis à sobrevivência. Por outro lado, em situações de "stress", por exemplo alimentar, os adultos e os juvenis competirão entre si, sendo estes, eventualmente, os primeiros a ser prejudicados.

A competição exerce uma influência considerável na história evolutiva das comunidades naturais, mas é difícil de analisar no meio natural e especialmente em comunidades bentónicas de sedimentos móveis (Wilson, 1991). A possibilidade da competição entre indivíduos da meiofauna permanente (por exemplo, nemátodes ou copépodes) afectar negativamente a fixação de larvas da macrofauna e a

sobrevivência pós-larvar constitui a “hipótese da obstrução” (“bottleneck hypothesis”) proposta por Bell & Coull (1980). No entanto, Zobrist & Coull (1992) não observaram um efeito significativo de qualquer *taxa* meiobentônico sobre a fixação das larvas da macrofauna, concretamente do poliqueta *Streblospio benedicti* e do bivalve *Mercenaria mercenaria* pelo que, se a obstrução provocada pela meiofauna existe, não influenciará a fixação nem provocará a emigração das pós-larvas recém-fixadas.

Segundo Guillou & Tartu (1994), a competição por alimento não é determinante para a diminuição das abundâncias pós-larvares. No entanto, como resultado da entrada cumulativa de pós-larvas e do seu crescimento durante 14 meses nos colectores protegidos contra a predação, as densidades atingiram ≈ 14400 indivíduos/m² em areia e ≈ 5600 indivíduos/m² em vasa. Por conseguinte, é provável que, nessa altura, alguma competição por alimento e por espaço possa ter ocorrido. De facto, Ólafsson (1988a) observou a existência de competição intraespecífica em populações de *Macoma balthica* com densidades a partir de 1000 indivíduos/m². Por outro lado, densidades muito elevadas de adultos de *C. edule* não mostraram ter qualquer efeito negativo sobre as abundâncias pós-larvares, contrariamente ao que ocorreu em *Macoma balthica* (Ólafsson, 1988a). Esta diferença resultará da sobreposição do modo de alimentação detritívora que se verifica entre os adultos e as pós-larvas de *Macoma balthica*, enquanto que os adultos de *C. edule* são filtradores e as pós-larvas são detritívoras. Para além disso, nesta espécie, os adultos além de não competirem com as pós-larvas por alimento, ainda aumentam a disponibilidade de alimento com as suas excreções, o que constitui uma forma de transferência de energia do plâncton para o bentos.

Para Commito (1987), a interacção entre larvas e adultos de bivalves não afecta o recrutamento e pode mesmo favorecer a sobrevivência das pós-larvas recém-fixadas, o que foi observado em *M. edulis* por McGroarty *et al.* (1990). Com efeito, as larvas ou as pós-larvas recém-fixadas podem ser ingeridas respectivamente por adultos suspensívoros ou detritívoros e, apesar disso,

passarem vivas pelo tubo digestivo, continuando o seu desenvolvimento após serem expelidas (Mileikovsky, 1974).

A influência dos bivalves adultos na fixação de larvas dependerá de três tipos de mecanismos, sugeridos por Connell & Slatyer (1977): facilitação, em que estímulos químicos produzidos por conspecíficos influenciam favoravelmente a fixação e a metamorfose, como foi observado em *Ostrea edulis* (Bayne, 1969), *Mercenaria mercenaria* (Keck *et al.*, 1971) e *Crassostrea virginica* (Veitch & Hidu, 1971); tolerância, em que não existe qualquer influência na fixação das larvas, como foi descrito em *Mercenaria mercenaria* por Hunt *et al.* (1987); e inibição, como foi verificado por Williams (1980) relativamente a *Tapes japonica*.

Para além da influência provocada por conspecíficos, adultos de diferentes taxa podem actuar sobre a fixação das larvas de bivalves. De facto, Luckenbach (1987) observou a fixação de grande número de larvas de *Mulinia lateralis* em comunidades caracterizadas por densidades elevadas do poliqueta tubícola *Diopatra cuprea*, e Gallagher *et al.* (1983) verificaram que *Macoma balthica* facilitava a colonização do poliqueta *Hobsonia florida*, enquanto que inibia a fixação do crustáceo *Tanais* sp.. No entanto, o facto de neste estudo não se terem encontrado diferenças significativas entre as recolhas dos colectores mensais e as efectuadas na natureza, apesar da abundância mais elevada nos primeiros, parece indicar que as larvas ter-se-ão fixado nas duas zonas, independentemente da presença de conspecíficos ou de outras espécies.

Segundo Woodin (1986) a presença de bivalves suspensívoros reduz a probabilidade de sucesso na fixação das larvas, incluindo as da mesma espécie. A predação das larvas na altura da fixação é considerado como o principal mecanismo explicativo da diminuição do recrutamento em zonas com densidades elevadas de bivalves adultos filtradores (André & Rosenberg, 1991; Borsa & Millet, 1992; Guillou & Tartu, 1994).

A importância da predação por bivalves adultos depende do encontro entre as larvas e os adultos (Peterson, 1982), bem como da dimensão do agregado de

adultos e da capacidade de movimento das larvas (Butman, 1986). Esse encontro é determinado pela hidrodinâmica do local e em particular da camada junto ao fundo (O'Riordan *et al.*, 1995).

4.1 - Sucesso na fixação e metamorfose

A transição entre o plâncton e o bentos, quantificada por Salaün *et al.* (1991), e denominada percentagem de metamorfose, foi em média mais eficaz em *R. decussatus* do que em *C. edule* já que, respectivamente, 10,4% e 8,8% das larvas planctónicas adquiriram com sucesso a vida bentónica. Assim, as larvas pedivelígeras de *R. decussatus* apresentaram uma maior capacidade em seleccionar o sedimento adequado para a fixação, eventualmente como consequência de uma vida planctónica mais prolongada.

As percentagens de sucesso na transição para o bentos aumentaram, em ambas as espécies e de um modo geral, para o final do período de recrutamento, o que poderá estar associado ao facto de nos últimos meses de Verão a produção primária planctónica na Ria Formosa ser mais intensa (Sprung, 1994b). Nesses meses ocorrerá um máximo de fitoplanctontes com dimensões reduzidas (Assis *et al.*, 1984), os quais serão os mais adequados para servirem de alimento às larvas de bivalves (Fritz *et al.*, 1984), cujo diâmetro da boca se situa entre 10 e 20 μm (Ukeles & Sweeney, 1969).

Os valores da transição nestas duas espécies, na Ria Formosa, foram superiores à percentagem de metamorfose de 2,4% calculada para *Pecten maximus* (Salaün *et al.*, 1991), bem como aos resultados obtidos por Rumrill (1991) que, com base em dados de Korringa (1941), Carriker (1961), Quayle (1964) e Jørgensen (1981), calculou que a sobrevivência na passagem para o bentos foi respectivamente de 2,5% em *Ostrea edulis*, 2,6% em *Mercenaria mercenaria*, 1,8% em *Crassostrea gigas* e 2,4% em *M. edulis*.

4.2 - Variação espacial do recrutamento

A análise da distribuição espacial das pós-larvas de bivalves ao longo do canal de Faro permitiu verificar a existência de limites espaciais definidos na distribuição das espécies. A abundância total de bivalves foi tendencialmente mais elevada nas estações mais exteriores (junto à barra de Faro-Olhão), bem como nas mais interiores (junto à ponte para a ilha de Faro). Também os valores da diversidade foram mais elevados nessas zonas. A diversidade mais elevada na zona da barra resultará da entrada de larvas pedivelígeras e de pós-larvas ressuspendidas originárias da zona marítima adjacente. Por outro lado, os valores da zona interior evidenciarão as condições favoráveis para o desenvolvimento pós-larvar de espécies de bivalves. O valor da equitabilidade situou-se normalmente próximo de 0,8, o que indica que os povoamentos se encontravam em equilíbrio (Daget, 1979).

Para além das diferenças a nível de granulometria, a distribuição espacial verificada, quer entre os colectores na zona da barra de Faro-Olhão e da ponte para a ilha de Faro, quer nas estações efectuadas ao longo do canal de Faro, pode também depender do modo de alimentação utilizado pelas várias espécies. Assim, as espécies mais abundantes nas zona da ponte para a ilha e nas estações mais interiores, ocorreram em sedimentos com uma maior percentagem de vasa e de matéria orgânica e serão predominantemente detritívoras.

Por outro lado, as espécies que ocorreram nas estações próximas da barra, em sedimentos arenosos, com uma percentagem de matéria orgânica reduzida, serão predominantemente suspensívoras. As espécies com este último tipo de alimentação podem apresentar distribuições espaciais alargadas, já que são independentes do alimento disponível no sedimento.

4.3 - Variação temporal do recrutamento

De um modo geral, ocorreram pós-larvas nos colectores durante todo o período de amostragem, excepto no início do Inverno. No entanto, notou-se uma variação sazonal da intensidade do recrutamento, que foi mais elevada durante os meses de Primavera e Verão. Este tipo de comportamento sazonal também foi expresso pelos valores da diversidade e equitabilidade, que foram semelhantes aos determinados por Denis (1983) no Golfo du Morbihan (Norte de França) e superiores aos observados por Fernandez *et al.* (1984) na Ria de Arosa.

A substituição quinzenal do sedimento nos colectores permitiu detectar as variações do recrutamento numa pequena escala e determinar os períodos em que as várias espécies de bivalves de sedimentos móveis recrutaram na Ria Formosa. A comparação entre as abundâncias das pós-larvas com comprimento ≤ 1 mm e o total de bivalves presentes nos colectores, evidenciou a importância relativa do recrutamento em cada mês, bem como as diferenças entre colectores com diferentes tipos de sedimento. Assim, confirmou-se a variação sazonal observada nos colectores quinzenais e constatou-se a menor abundância e flutuação dos valores do recrutamento nos colectores com vasa.

As flutuações do recrutamento com as estações do ano resultaram fundamentalmente da evolução anual da temperatura, já que este parâmetro é determinante na definição do período de reprodução das espécies e, conseqüentemente, dos períodos de ocorrência das larvas no plâncton e das pós-larvas no bentos.

Para além das variações sazonais da temperatura, também as diferenças entre os períodos de recrutamento das espécies na zona da barra de Faro-Olhão (entre Abril e Junho de 1992), e na zona da ponte para a ilha de Faro (entre Junho e Setembro de 1992), podem ser atribuídas à diferença de temperatura entre as duas zonas. Assim, as pós-larvas que recrutaram na zona da barra serão provavelmente

originárias de espécies que efectuam a reprodução com temperaturas inferiores às necessárias para as espécies que recrutaram nas zonas interiores da Ria.

Por outro lado, os valores elevados da temperatura que ocorrem no sedimento durante os meses de Verão provocarão um aumento do metabolismo, pelo que a energia disponível para a reprodução diminuirá (Beukema, 1992b). Também a fixação ao substrato pode ser estimulada com o aumento da temperatura, como foi observado por Hidu & Haskin (1978), mas a ocorrência de valores extremos pode ser responsável pela diminuição das abundâncias pós-larvares (Beukema, 1985).

Para além do efeito da temperatura, as menores densidades de pós-larvas encontradas nos meses de Outono e Inverno, poderão dever-se à influência da velocidade do vento, cujos valores mais elevados foram medidos no início do Inverno (capítulo IV, pág. 158). Para Wing *et al.* (1995), os ventos costeiros podem influenciar o transporte das larvas e o posterior recrutamento dos juvenis, provocando declínios importantes na abundância de espécies de bivalves de sedimentos móveis (Ólafsson, 1988). O efeito mais óbvio do vento nas comunidades bentónicas resulta da acção das ondas que gera, as quais, aumentando a turbulência e as correntes, incrementam a perturbação física nos sedimentos (Turner *et al.*, 1995). Deste modo, as pós-larvas que habitam a superfície podem ser cobertas por sedimento ou arrastadas pela acção das águas turbulentas, e apenas os adultos que se enterram a maiores profundidades permanecem no local. Como consequência, as pós-larvas morrerão por asfixia com o enterramento, ou por dessecação devido a serem expostas ao ar durante a baixa-mar, ou ainda devido a serem afastadas dos locais mais propícios para o seu desenvolvimento (Thrush *et al.*, 1991). Para além disso, durante o Inverno ocorre o desenvolvimento de tufos de algas verdes, favorecido pelas escorrências de água doce provenientes da bacia de recepção (Sprung, 1994b). Estes tufos podem reduzir a abundância pós-larvar, já que inibem a fixação de larvas de várias espécies e, para além disso, impedem as larvas de atingir o substrato para fixação (Ólafsson,

1988b). Por outro lado, a acumulação de tufos de algas pode provocar situações de hipoxia ou anoxia, com consequências severas na estrutura da comunidade zoobentônica (Norkko & Bonsdorff, 1996). Essa situação não se observou no sedimento dos colectores, eventualmente devido à profundidade da camada de sedimento ser apenas de alguns centímetros. Pelo contrário, verificou-se que entre as algas encontravam-se frequentemente bivalves de pequenas dimensões.

Também o efeito da predação poderá contribuir para a explicação das flutuações estacionais observadas nas pós-larvas de bivalves, uma vez que a intensidade reprodutora das várias espécies de predadores variará ao longo do ano, sendo maior durante os meses de Primavera e Verão, no que coincide com a ocorrência das maiores abundâncias de pós-larvas de bivalves. Com efeito, a abundância das larvas de *Carcinus maenas* atingiu um máximo em Abril de 1990 (Cardoso, 1991), tendo o recrutamento sido mais intenso em Março e Abril (Cruz, 1990). Assim, nomeadamente a fixação e o crescimento das pós-larvas deste predador poderá ter limitado as abundâncias pós-larvares de bivalves no interior dos colectores, nos meses seguintes.

4.4 - Recrutamento das espécies principais

A taxocenose observada na Ria Formosa é semelhante à descrita para a Ria de Vigo por Cortés *et al.* (1984) e caracteriza-se pela maior abundância das espécies *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis pullastra*, *Venerupis aurea*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*.

Para além dos vários factores que podem explicar as variações espaço-temporais no recrutamento, para Borsa & Millet (1992), essa variabilidade no recrutamento de *R. decussatus* depende também de aspectos hidrodinâmicos. As observações destes autores em lagoas mediterrâneas evidenciaram que o arrastamento das larvas para zonas onde existiam grandes densidades de adultos,

bem como o desenvolvimento de situações de anoxia, eram responsáveis por diminuições no recrutamento.

As pós-larvas recém-fixadas de *R. decussatus* ocorreram nos colectores entre os meses de Primavera e Outono, o que concorda com observações efectuadas por Vilela (1947, 1951). Por outro lado, Guelorget *et al.* (1980) observaram, em lagoas costeiras do Mediterrâneo, que o recrutamento de *R. decussatus* decorreu entre Setembro e Fevereiro, com um máximo durante os meses de Inverno. Na Ria Formosa, o principal período de recrutamento desta espécie ocorreu em Agosto, enquanto que Vilela (1947, 1951) referiu o mês de Setembro. No entanto, este autor baseou a sua análise na ocorrência de pós-larvas com dimensões entre os 700 µm e 800 µm e não em indivíduos recém-fixados, já que a dimensão na fixação é de cerca de 300 µm. A distribuição espacial das pós-larvas de *R. decussatus* evidenciou a preferência desta espécie por sedimentos arenosos, tal como descrito por Guelorget *et al.* (1980), e mesmo com alguma componente vasosa. De facto, esta espécie é considerada por Pérès & Picard (1964) como sendo típica de biocenoses areno-vasosas de zonas calmas.

O período mais intenso de recrutamento das pós-larvas de *V. aurea* decorreu em Julho e Agosto de 1990, apesar de mais elevado neste último mês. As densidades das pós-larvas fixadas em areia foram superiores às observadas nos colectores com sedimento de vasa, o que concorda com as observações de Guelorget *et al.* (1980) e de Pérès & Picard (1964) sobre o tipo de substrato preferencial para esta espécie. Em termos espaciais, esta espécie ocorreu apenas nas zonas mais interiores do canal de Faro, o que está de acordo com Fischer *et al.* (1987), segundo os quais esta espécie é característica de zonas lagunares costeiras.

V. pullastra é uma das espécies mais exploradas na Ria de Vigo (Cortés *et al.*, 1987). No entanto, na Ria Formosa tem sido descrita como uma espécie pouco abundante (Calvário, 1996), predominantemente típica da zona costeira marítima. Por conseguinte, as abundâncias relativamente elevadas desta espécie nos colectores mantidos na Ria Formosa, especialmente nos meses de Julho e Agosto,

revelaram-se algo surpreendentes. A explicação para este facto consistirá na retenção das larvas pedivelígeras, e no crescimento das pós-larvas e juvenis, no interior dos colectores numa zona onde normalmente não se fixariam. De facto, segundo Cortés *et al.* (1984) esta espécie ocorre tipicamente nas zonas sublitorais, pelo que a ocorrência na zona intermarés poderá corresponder a uma primeira fixação, ainda não definitiva.

O recrutamento de *C. edule* decorreu praticamente durante todo o ano, tendo sido mais intenso na Primavera e Verão, especialmente em Agosto. Também na Ria Formosa (Canal de Tavira), Santos *et al.* (1986) observaram que o recrutamento foi mais acentuado nessas estações do ano, principalmente no mês de Junho. Períodos semelhantes foram observados por Guillou & Tartu (1994) na costa francesa (Setembro e Outubro), bem como costa da Suécia por André & Rosenberg (1991) (Julho a Outubro). Por outro lado, nas Rias Altas Galegas, Catoira *et al.* (1984) referiram que o recrutamento normalmente ocorreu no fim da Primavera, enquanto que na Irlanda do Norte, Seed & Brown (1975) indicaram os meses de Outono e Inverno, podendo nalguns anos o recrutamento iniciar-se durante o mês de Agosto. Para além destas variações entre zonas diferentes, num mesmo local podem ocorrer diferenças na magnitude dos períodos de recrutamento de *C. edule*, como foi observado por Fernandez *et al.* (1984) e González & Camacho (1984) na Ria de Arosa (Galiza) e por Santos *et al.* (1986), bem como neste estudo. Apesar das diferenças nas abundâncias entre vários períodos de recrutamento, em termos temporais existirá alguma tendência para que essas épocas se mantenham, como foi observado por Beukema (1992b), relativamente ao período entre 1969 e 1990. As densidades de pós-larvas de *C. edule* foram superiores nos colectores com sedimento de areia, o que evidencia uma preferência já referida por Vilela (1947) e por Ólafsson (1988a). Em termos de distribuição espacial as pós-larvas desta espécie ocorreram ao longo de todo o canal de Faro, eventualmente devido a poderem optar pelo modo de alimentação detritívoro ou suspensívoro.

As pós-larvas de *S. plana* foram capturadas praticamente durante todo o ano. Este extenso período de recrutamento deve-se ao facto da temperatura da água na Ria Formosa ter sido sempre superior a 10°C e, por conseguinte, ultrapassado o valor considerado por Hughes (1971) como o limite mínimo para o início do processo de maturação das gónadas. Detectaram-se dois períodos de recrutamento mais intenso, concretamente em Março/Abril e Setembro/Outubro, que são semelhantes aos referidos por Paes-da-França (1956) que, no estuário do Tejo, encontrou dois períodos principais de postura, em Março e Abril e de Junho a Setembro. Também a variação temporal das larvas desta espécie parece sugerir dois períodos de recrutamento, entre Junho e Setembro/Outubro, observados respectivamente por Rasmussen (1973) no Isefjord (Dinamarca) e por Lebour (1938) em Plymouth. Nos estuários dos rios Mira e Tejo, Guerreiro (1991) observou uma época de recrutamento relativamente alargada, entre Abril e Setembro, tal como é referido para o Sul de França por Bachelet (1981). Também Warwick & Price (1975), Guelorget & Michel (1976) e Worrall *et al.* (1983) referem a existência de um único período de recrutamento desta espécie. *S. plana* ocorreu quase exclusivamente nas zonas mais interiores tendo sido mais abundante em vasa do que em areia. De facto, embora pareça preferir sedimentos vasosos ricos em matéria orgânica, esta espécie também ocorre em areia vasosa, em areia, ou mesmo em sedimentos mais grosseiros, como foi sugerido por Guerreiro & Rebelo (1983). Para além disso, o facto de normalmente ocorrer nas estações mais interiores do canal de Faro condiz com as observações de Cortés *et al.* (1984) na Ria de Vigo, segundo os quais esta espécie prefere zonas com corrente fraca e com sedimentos finos. Devido à sua importância quantitativa nos sistemas lagunares, Pérès & Picard (1964) consideraram-na característica da biocenose lagunar das zonas mediterrânica e atlântica.

O recrutamento de *A. ovata* ocorreu nos meses de Primavera e Verão, o que está de acordo com as observações de Sprung (1994a), também na Ria Formosa, segundo o qual o recrutamento desta espécie ocorreu entre Abril e Junho. No

entanto, a variabilidade geográfica no recrutamento das espécies de *Abra* parece ser um aspecto característico (Cornet, 1986). De facto, Kevrekidis & Koukouras (1992) observaram o recrutamento desta espécie no estuário do Evros entre Outubro e Janeiro, enquanto que Denis (1981, 1983) no Norte de França e Guelorget & Michel (1976) na costa francesa, constataram a ocorrência deste fenómeno na Primavera e Verão, e em Maio, respectivamente. Por outro lado, na Grécia, Nicolaidou & Kostaki-Apostolopoulou (1988) referem dois períodos de recrutamento, em Junho e em Setembro. Estas variações nos períodos de recrutamento estarão, segundo Bachelet *et al.* (1986), relacionadas com o ciclo térmico das águas. Assim, nas latitudes mais elevadas a época de reprodução é limitada ao período de temperaturas mais altas, normalmente curto e no Verão, enquanto que nas zonas a Sul a postura pode iniciar-se no princípio da Primavera e estender-se até ao Outono. Notaram-se variações na intensidade do recrutamento entre os anos amostrados e também no tipo de sedimento preferencial para fixação. De facto, esta espécie não evidenciou uma preferência nítida por um determinado tipo de sedimento para fixação. Os bivalves desta espécie ocorreram principalmente nas zonas mais interiores do canal de Faro. Com efeito, devido à sua ocorrência em zonas internas e pouco sujeitas a trocas com o meio adjacente, esta espécie foi considerada por Pérès & Picard (1964) como característica da biocenose lagunar euritérmica e eurihalina das zonas mediterrânica e atlântica. O confinamento desta espécie às zonas lagunares dever-se-à à reduzida capacidade de dispersão das pós-larvas, já que não existe uma fase larvar planctónica durante a qual se possam dispersar. Verificou-se, nas recolhas efectuadas ao longo do canal de Faro, uma tendência para a abundância desta espécie aumentar em direcção às zonas mais interiores da Ria Formosa, como é sugerido pelas observações de Sprung (1994a).

Para além de *A. ovata*, identificaram-se também indivíduos de *A. alba*, embora menos abundantes, o que poderá dever-se ao facto desta última espécie ocorrer em zonas mais profundas (Bachelet, 1986).

Apesar de tipicamente não se fixarem em sedimentos móveis, mas antes efectuarem uma primeira fixação em substratos filamentosos (De Blok & Geelen, 1958; Bayne, 1964b), a ocorrência de pós-larvas de *M. edulis* verificou-se durante quase todo o ano, sobretudo nos meses de Verão e Outono. Segundo Leal (1989), o período de recrutamento desta espécie na lagoa de Albufeira foi alargado, tendo os valores máximos ocorrido entre Abril e Junho. Por outro lado, Seed & Brown (1975) observaram, na Irlanda do Norte, um recrutamento quase contínuo ao longo do ano, ocorrendo as densidades mais elevadas de pós-larvas entre Maio e Agosto.

Para Bayne (1964b), um período de reprodução extenso e a existência de duas fases na fixação, uma primária e outra secundária, poderão justificar o prolongamento do recrutamento das pós-larvas de *M. edulis* observado neste estudo. No entanto, Bøhle (1971) não observou qualquer fase planctónica após a primeira fixação das larvas e, segundo McGrath *et al.* (1988), as larvas efectuarão uma única fixação, directamente nos bancos de adultos.

As espécies do género *Donax* ocorreram sobretudo nas estações mais próximas do meio marinho, pelo que apenas foram mais abundantes nas recolhas efectuadas no segundo ano de amostragem, nos colectores colocados na zona da barra de Faro-Olhão, bem como nas estações mais exteriores do canal de Faro. O período de recrutamento de *D. variegatus* iniciou-se em Abril e estendeu-se até Setembro, tendo o máximo ocorrido em Maio, o que se aproxima das observações de Fernandez *et al.* (1984), segundo o qual na Galiza o recrutamento desta espécie ocorreu em Abril. As flutuações do recrutamento destas espécies podem dever-se a aspectos de hidrodinamismo (Sastre, 1984).

Durante as recolhas capturaram-se pós-larvas de *Solen marginatus*, entre Maio e Julho, de um modo não contínuo e em pequeno número, pelo que não foi possível determinar o período de recrutamento desta espécie. Santos *et al.* (1986) capturaram em Agosto e Setembro, na Ria Formosa abundâncias muito reduzidas de pós-larvas desta espécie (15 pós-larvas/m²).

Pós-larvas de *Spisula* spp. ocorreram esporadicamente e em densidades muito reduzidas, apenas nos meses de Outono, enquanto que Santos *et al.* (1986) referem que o recrutamento da espécie *S. solida* no Canal de Tavira (Ria Formosa) se realizou entre Fevereiro e Junho, com especial incidência em Abril e Maio. Também Muus (1973) encontrou no Øresund (Dinamarca) abundâncias muito reduzidas de juvenis de *S. subtruncata* e *S. elliptica*, no entanto com máximos em Julho.

5 - CONCLUSÕES

O recrutamento à população, que inclui as pós-larvas com comprimento inferior a 1mm foi, para a generalidade das espécies, mais intenso nos meses de Primavera e Verão. Este tipo de variação sazonal deveu-se sobretudo à influência da temperatura da água na maturação das gónadas dos adultos.

O sucesso na aquisição da vida bentónica foi mais elevado nas pós-larvas de *R. decussatus* do que nas de *C. edule*.

A colonização prévia do sedimento favoreceu o recrutamento, como se conclui da abundância mais elevada de pós-larvas recém-fixadas no sedimento dos colectores recolhidos mensalmente, comparativamente ao sedimento substituído quinzenalmente.

As larvas pedivelígeras fixaram-se preferencialmente nos colectores com sedimento de areia, como se pode concluir da existência de diferenças significativas nas abundâncias fixadas quinzenalmente em areia e em vasa, excepto em *S. plana*. Nos colectores mensais essas diferenças verificaram-se apenas em *C. edule* e *A. ovata*, devido ao sedimento ter adquirido características semelhantes nos últimos meses do período de amostragem.

O recrutamento ocorrido na zona da barra de Faro-Olhão foi quantitativamente mais importante do que o observado na zona da ponte para a ilha de Faro, durante o período de amostragem.

As diferenças nas necessidades de temperatura para a reprodução justificarão que na zona da barra o recrutamento tenha sido mais intenso até Agosto, com um máximo em Maio, enquanto que, na zona da ilha, o recrutamento apenas se tornou mais intenso a partir de Junho, tendo o máximo ocorrido em Agosto.

A predação é, aparentemente, o factor responsável pela diminuição rápida do número de pós-larvas, como se concluiu da observação das abundâncias nos colectores comparativamente às verificadas nas estações de amostragem ao longo do canal de Faro.

Globalmente, concluiu-se que as variações temporais no recrutamento ocorreram como consequência da evolução da temperatura da água. Por outro lado, as variações espaciais do recrutamento resultaram da influência das correntes ou do vento que arrastaram as pedivelígeras, e da capacidade das larvas em seleccionar o tipo de sedimento adequado para a fixação e metamorfose.

Capítulo VII

A razão RNA/DNA em Pós-larvas de Bivalves

Capítulo VII - A razão RNA/DNA em Pós-larvas de Bivalves

1 - INTRODUÇÃO

A determinação do estado nutricional dos organismos através da relação RNA/DNA é uma técnica vulgarizada, sobretudo em peixes (Bullow, 1970; Buckley, 1984; Robinson & Ware, 1988 e Clemmesen, 1994) e crustáceos (Anger & Hirche, 1990). No entanto, a sua aplicação a moluscos bivalves limitou-se praticamente aos estudos de Martinez *et al.* (1992) em pós-larvas recém-fixadas de *Argopecten purpuratus*, de Chícharo & Chícharo (1994a,b; 1995) em pós-larvas de *Ruditapes decussatus*, de Wright & Hetzel (1985) em adultos de *Crassostrea virginica* e de Gremare & Vétion (1994), em adultos de *Abra ovata*.

A análise do estado nutricional das fases iniciais da vida dos bivalves contribui para o esclarecimento das hipóteses que relacionam a limitação de alimento e a inanição, a uma reduzida taxa de sobrevivência (Lucas *et al.*, 1986, Salaün, 1987).

A utilização deste índice baseia-se na suposição de que o DNA, como portador da informação genética, encontra-se nos organismos em quantidades aproximadamente constantes e não alteráveis por modificações ambientais, enquanto que o conteúdo em RNA, ao ser função da taxa de síntese proteica, depende do crescimento e, conseqüentemente, do estado nutricional. A razão RNA/DNA é um índice de condição ecofisiológico que, por conseguinte, reflecte a influência do ambiente sobre a fisiologia dos organismos (Lucas & Beninger, 1985). Como conseqüência, esta razão é particularmente apropriada para avaliar a condição em que se encontram indivíduos provenientes de populações naturais. Segundo Clarke *et al.* (1989), a razão RNA/DNA constitui uma forma de acesso rápido à história nutricional recente e à taxa de crescimento instantânea de organismos capturados no meio natural, sobretudo das fases mais jovens (Buckley, 1984) Para além disso, também pode ser utilizado na detecção de situações de "stress" provocado pela ocorrência de poluição (Barron & Adelman, 1984).

Por permitir uma informação individualizada, este índice apresenta uma clara vantagem sobre os restantes métodos disponíveis para a análise do estado nutricional e da taxa de crescimento, os quais apenas possibilitam determinar as tendências gerais da população, e não efectuar a caracterização de um indivíduo em particular. Para além disso, ao traduzir a influência das condições ambientais sobre aspectos fisiológicos, este índice permite analisar questões de âmbito ecológico, nomeadamente a influência de factores abióticos no recrutamento. Deste modo, é possível avaliar se, por exemplo, um juvenil de bivalve recolhido na natureza apresenta uma boa condição nutricional, o que condicionará a sua possibilidade de sobreviver num meio adverso e competitivo. De facto, quando as fases larvares e pós-larvares se encontram em situação nutricional carenciada, a tolerância a factores ambientais como a temperatura ou a salinidade, que em condições normais não é muito restrita, decresce significativamente (His *et al.*, 1989). Nesta perspectiva, o conhecimento do estado nutricional de um bivalve na altura da fixação pode ser fundamental para se inferir sobre a sua sobrevivência futura, dado que uma condição fraca poderá conduzir à sedentarização do bivalve num local menos propício ao seu desenvolvimento, em virtude de uma menor capacidade de escolher o local de fixação.

Neste capítulo pretendeu-se determinar a razão RNA/DNA em pós-larvas de *Ruditapes decussatus* em condições laboratoriais por forma a estabelecer um “nível crítico” abaixo do qual se possa considerar que uma pós-larva recém-fixada na natureza se encontra em «stress» nutricional. Para além disso avaliou-se a relação entre a fixação num dado sedimento e o estado nutricional das pós-larvas.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Experiência realizada no laboratório

Para a calibração da razão RNA/DNA utilizaram-se pós-larvas de *Ruditapes decussatus* provenientes da hatchery «Culmasur». Os bivalves foram mantidos em

água do mar filtrada por 1 μ m e esterilizada com raios ultra-violetas, e a uma temperatura da água entre os 20°C e 23°C.

Dividiram-se inicialmente os indivíduos, segundo as suas dimensões, num grupo com comprimentos entre 300-600 μ m e noutro com comprimentos entre 600-3200 μ m. Posteriormente, cada um dos grupos foi subdividido em dois, ficando de cada grupo de comprimentos um conjunto de pós-larvas privado de alimento, enquanto que ao outro foi fornecida a microalga *Tetraselmis suecica*.

Diariamente, de cada um dos dois grupos retiraram-se 12 indivíduos. As pós-larvas foram medidas com uma lupa Wild 3B, com uma ocular micrométrica, pesados numa microbalança e colocados em azoto líquido até à realização da análise bioquímica. Este procedimento foi efectuado durante 23 dias, ao fim dos quais ocorreu uma mortalidade maciça nos grupos de bivalves privados de alimento.

2.2 - Experiência realizada na Ria Formosa

Para a determinação da razão RNA/DNA em pós-larvas de bivalves recém-fixados na natureza, bem como para avaliar a existência de diferenças entre os indivíduos fixados nos dois tipos de sedimentos (areia e vasa), colocaram-se na zona intermarés do canal da ilha de Faro, em Agosto de 1993 e durante 15 dias, 6 colectores com areia e 6 com vasa. A temperatura da água foi medida com um termómetro.

As amostras foram triadas à lupa e as pós-larvas de bivalves vivos foram identificadas e medidas e, em seguida, colocadas em azoto líquido, onde permaneceram até se proceder à análise bioquímica.

2.3 - Técnica de determinação dos ácidos nucleicos

Para a determinação dos ácidos nucleicos foi necessário recorrer a uma técnica fluorimétrica muito sensível, uma vez que as técnicas convencionais, como

o método espectrofotométrico baseado em Schmidt & Thannhauser (1945) e modificado por Munro & Fleck (1966), requerem um mínimo de 800 µg de peso seco por amostra (Buckley, 1984). Para a obtenção dessa quantidade de material seria necessário analisar as amostras em conjunto, pelo que se perderia a informação relativa à variabilidade individual.

Assim, o procedimento analítico utilizado de forma a possibilitar que a determinação dos ácidos nucleicos fosse realizada individualmente nos bivalves recém-fixados (Fig. 7.1), resultou de algumas modificações na metodologia apresentada por Clemmesen (1990) para larvas de peixe, uma vez que nas pós-larvas de bivalves a quantidade de tecido disponível para análise é menor.

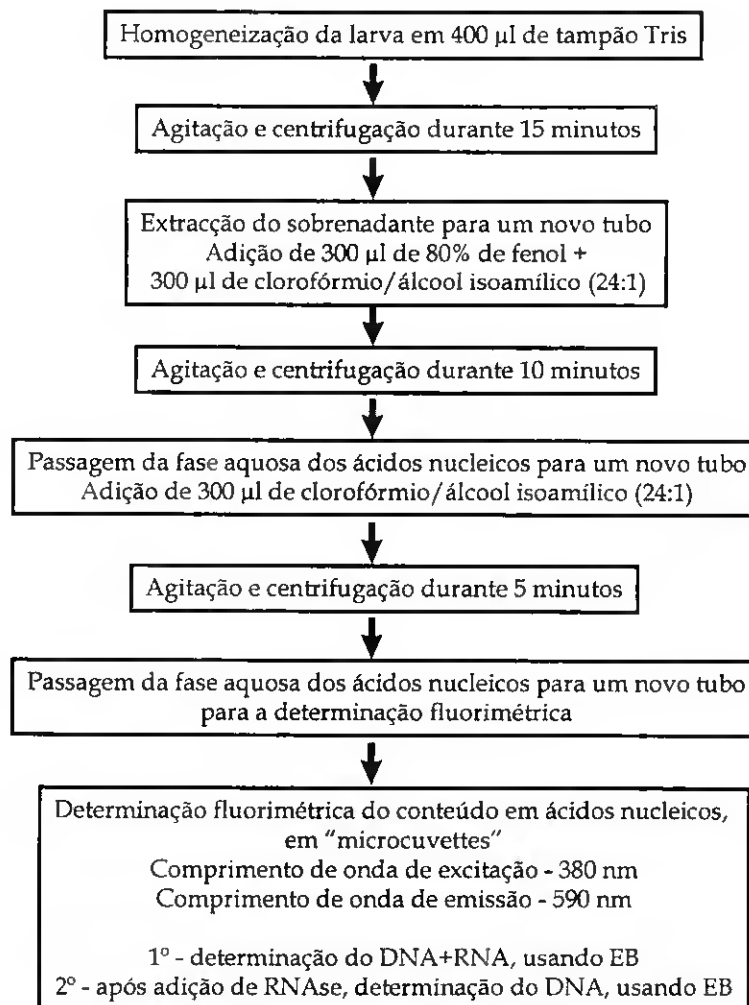


Figura 7.1 - Fluxograma do procedimento analítico utilizado na determinação das concentrações dos ácidos nucleicos.

Cada pós-larva de bivalve foi colocada num microtubo e homogeneizada em 400 µl de solução tampão de Tris gelada com 1% SDS (sulfato de sódio e laurilo) numa sonda de ultra-sons. O microtubo foi mantido em gelo picado durante o processo, de modo a evitar o aquecimento do homogeneizado.

O homogeneizado foi agitado durante 15 minutos e depois centrifugado a 6000rpm durante o mesmo período de tempo. O sobrenadante foi transferido para um novo tubo, ao qual se adicionaram 300 µl de fenol tamponizado com TRIS-NaCl saturado (80%) e 300 µl de clorofórmio/álcool isoamílico (24:1). Depois de agitado durante 10 minutos e centrifugado pelo mesmo período de tempo, a fase aquosa contendo os ácidos nucleicos (superior), foi transferida para um novo tubo, e a fase com fenol-clorofórmio/álcool isoamílico (inferior) foi eliminada. Repetiu-se o processo apenas com clorofórmio/álcool isoamílico durante 5 minutos, de modo a eliminarem-se os vestígios de fenol. Na fase final obteve-se, na parte superior, uma solução aquosa de ácidos nucleicos "purificados".

A determinação da fluorescência dos ácidos nucleicos depende do uso de fluróforos específicos que, ao reagirem com os ácidos nucleicos, produzem um aumento da intensidade da fluorescência. Utilizou-se o fluróforo brometo de etídio (EB) para determinar a fluorescência conjunta do RNA e do DNA da amostra. Com a adição da enzima ribonuclease a, que eliminou o RNA, foi possível a distinção entre as fluorescências do RNA e do DNA.

Assim, primeiro adicionaram-se 20 µl de EB a uma alíquota da amostra e determinou-se a fluorescência com um comprimento de onda de excitação de 365 nm e de emissão de 590 nm, num espectrofluorímetro Hitachi modelo 650-10. Outra alíquota foi tratada com ribonuclease a e incubada durante 30 minutos a 37°C, de forma a destruir o RNA, após o que se procedeu à adição do fluróforo e à subsequente determinação da fluorescência do DNA. A fluorescência devida ao RNA foi calculada pela diferença entre a fluorescência total (RNA e DNA) e a fluorescência do DNA.

As concentrações dos ácidos nucleicos foram determinadas utilizando rectas padrão de DNA e de RNA, construídas diariamente com concentrações conhecidas de DNA de vitelo (SIGMA) e RNA de levedura (SERVA).

A eficiência de recuperação dos ácidos nucleicos foi de $74,7 \pm 2,1\%$ para o RNA e de $65,5 \pm 2,9\%$ para o DNA. Estas percentagens foram utilizadas para corrigir a concentração final de ácidos nucleicos presentes nas pós-larvas.

O limite de detecção, definido por Miller & Miller (1988) como a concentração que produz um sinal igual à fluorescência do branco mais dois desvios padrões foi de $0,123 \mu\text{g}$ para o RNA e de $0,023 \mu\text{g}$ para o DNA.

O coeficiente de variação foi de $4,6\%$ para o RNA e de $3,5\%$ para o DNA, quando se mediram 10 alíquotas do mesmo homogeneizado.

2.4 - Análise estatística

A normalidade das distribuições foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Considerou-se a hipótese nula H_0 : as distribuições dos valores dos ácidos nucleicos e da razão RNA/DNA não diferem significativamente da normal, para uma probabilidade $p < 0,05$. Quando a probabilidade determinada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov foi $p < 0,05$ utilizou-se o teste t de Student e, quando $p > 0,05$ utilizou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney ($p < 0,05$).

3 - RESULTADOS

3.1 - Experiência realizada no laboratório

A razão RNA/DNA não se correlacionou com o comprimento das pós-larvas de qualquer dos grupos de dimensões analisados, como se pode observar nas figuras 7.2 e 7.3.

Verificou-se uma relação exponencial entre o DNA e o comprimento, para ambos os grupos de pós-larvas analisados, cujas equações se expressam nas figuras 7.4 e 7.5. O mesmo tipo de relação foi observado entre o RNA e o comprimento, encontrando-se as equações expressas nas figuras 7.6 e 7.7.

Os resultados do teste não paramétrico de Mann-Whitney revelaram a existência de diferenças significativas na razão RNA/DNA ($p < 0,05$) entre os grupos de pós-larvas de *R. decussatus* alimentadas e não alimentadas (Tab. VII.1).

Tabela VII.1 - Valores do teste de Mann-Whitney e do nível de significância associado, relativos às diferenças encontradas nas quantidades de RNA e DNA, bem como na razão RNA/DNA, entre os grupos de pós-larvas de *Ruditapes decussatus* alimentadas e sujeitas a condições de inanição. (Ho: não existem diferenças significativas entre as larvas alimentadas e não alimentadas, de cada grupo de comprimentos, a nível do valor em RNA, DNA e RNA/DNA; $p < 0,05$).

Parâmetros analisados	Dimensões (μm)	Resultado do teste de Mann-Whitney (U)	p
RNA	300-600 μm	U = 3165	$p < 0,1$ (n.signif.)
RNA	600-3200 μm	U = 4974	$p < 0,001$
DNA	300-600 μm	U = 3649	$p > 0,5$ (n.signif.)
DNA	600-3200 μm	U = 7636	$p > 0,5$ (n.signif.)
RNA/DNA	300-600 μm	U = 2834	$p < 0,005$
RNA/DNA	600-3200 μm	U = 3507	$p < 0,001$

As quantidades de RNA nas pós-larvas alimentadas e não alimentadas só foram significativamente diferentes para os indivíduos com comprimentos entre 600-3200 μm . Por outro lado, não se encontraram diferenças significativas na quantidade de DNA entre os dois conjuntos de pós-larvas sujeitos a diferentes condições de alimentação.

Os resultados da experiência laboratorial revelaram que o decréscimo médio da razão RNA/DNA verificado em 22 dias de inanição foi mais acentuado nos indivíduos com comprimento entre 600 e 3200 μm (Fig. 7.9) do que nos com comprimento entre 300-600 μm (Fig. 7.8) respectivamente 28,9% e 32,3%.

Apenas 11% de todas as pós-larvas em condições de inanição apresentaram razões RNA/DNA superiores a 1,5 e 10% dos bivalves alimentados revelaram razões inferiores a 1. Assim, neste estudo, o nível crítico da razão RNA/DNA, indicador de "stress" alimentar em pós-larvas de *R. decussatus*, situou-se no intervalo 1 a 1,5. De facto, como se pode observar nas figuras 7.9 e 7.11, o número de pós-larvas em situação de inanição com níveis de RNA/DNA superiores a 1,5 foi reduzido, em qualquer dos grupos de comprimento considerados.

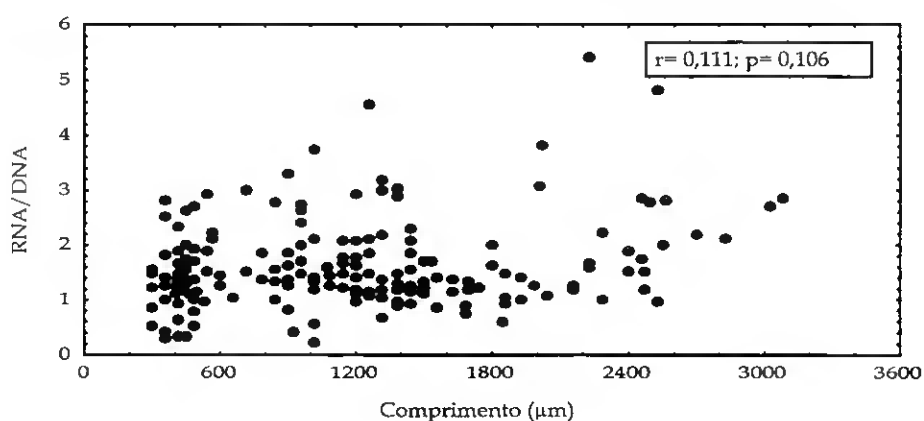


Figura 7.2 - Dispersão dos valores da razão RNA/DNA com o comprimento, nas pós-larvas de *Ruditapes decussatus* alimentadas (n= 276) (r - coeficiente de Spearman).

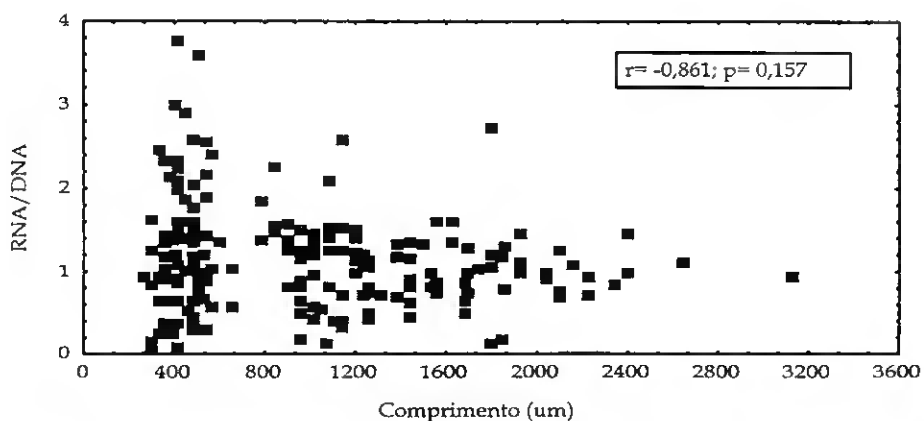


Figura 7.3 - Dispersão dos valores da razão RNA/DNA com o comprimento, nas pós-larvas de *Ruditapes decussatus* não alimentadas (n= 276) (r - coeficiente de Spearman).

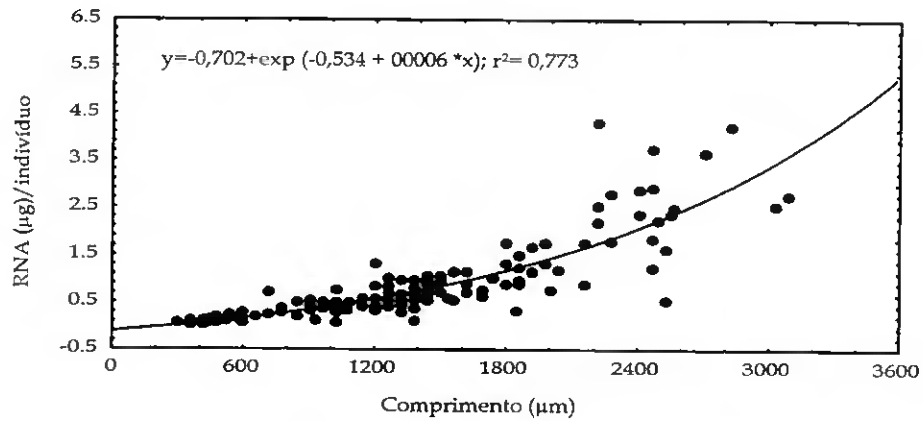


Figura 7.4 - Relação exponencial entre a quantidade de RNA (µg) e o comprimento, nas pós-larvas de *Ruditapes decussatus* alimentadas (n= 276).

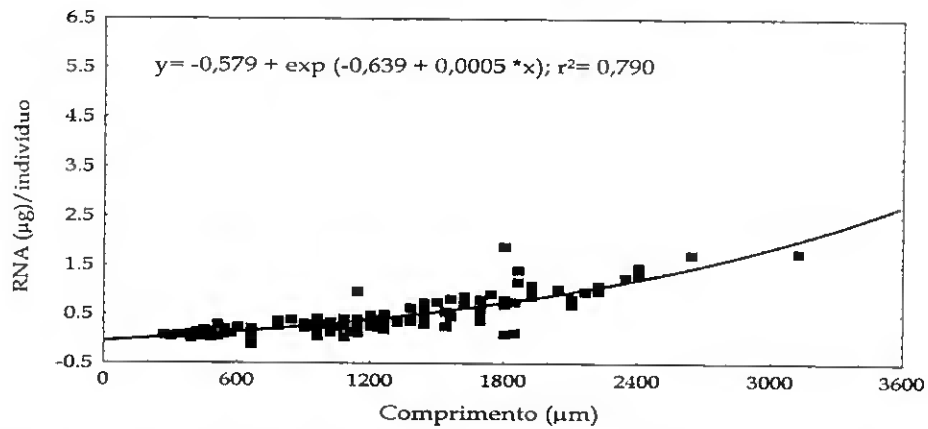


Figura 7.5 - Relação exponencial entre a quantidade de RNA (µg) e o comprimento, nas pós-larvas de *Ruditapes decussatus* não alimentadas (n= 276).

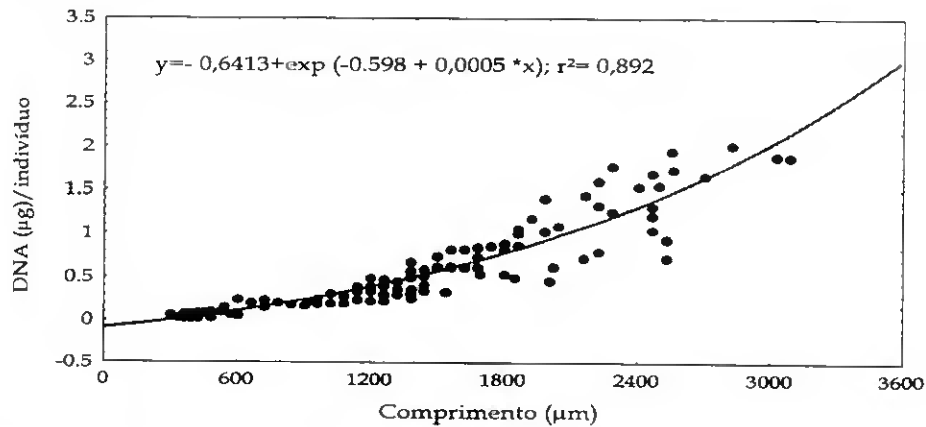


Figura 7.6 - Relação exponencial entre a quantidade de DNA (µg) e o comprimento, nas pós-larvas de *Ruditapes decussatus* alimentadas (n= 276).

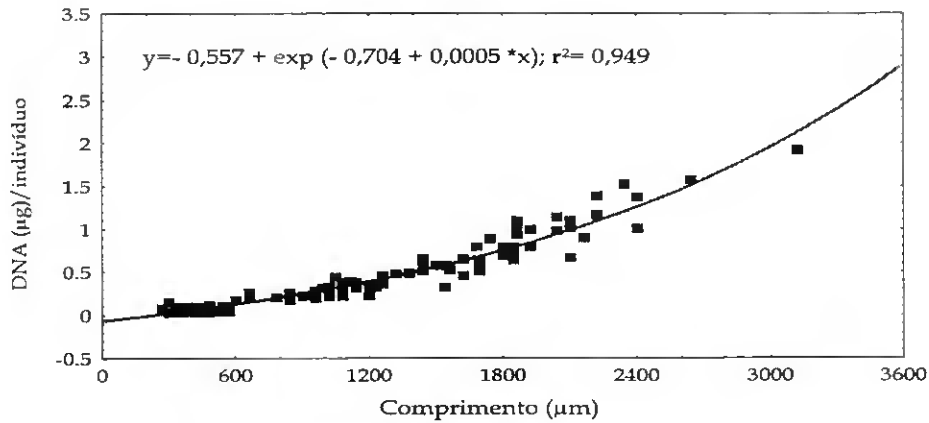


Figura 7.7 - Relação exponencial entre a quantidade de DNA (µg) e o comprimento, nas pós-larvas de *Ruditapes decussatus* não alimentadas (n= 276).

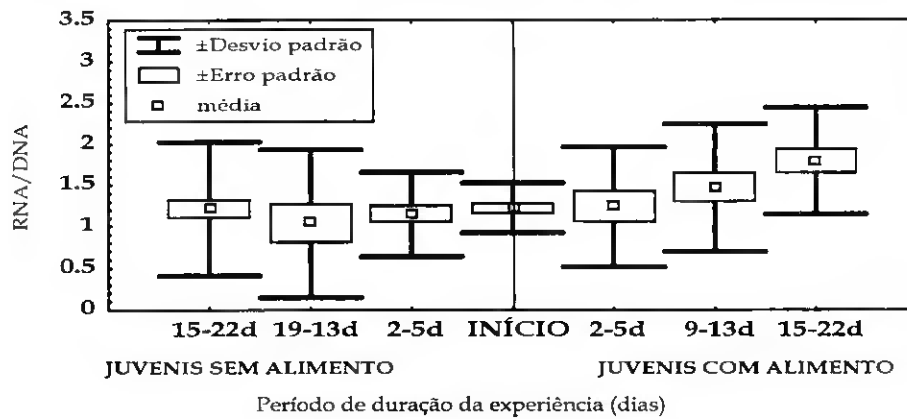


Figura 7.8 - Razão RNA/DNA nas pós-larvas com comprimentos entre 300 e 600 µm, com e sem alimento, durante o período da experiência (n= 552).

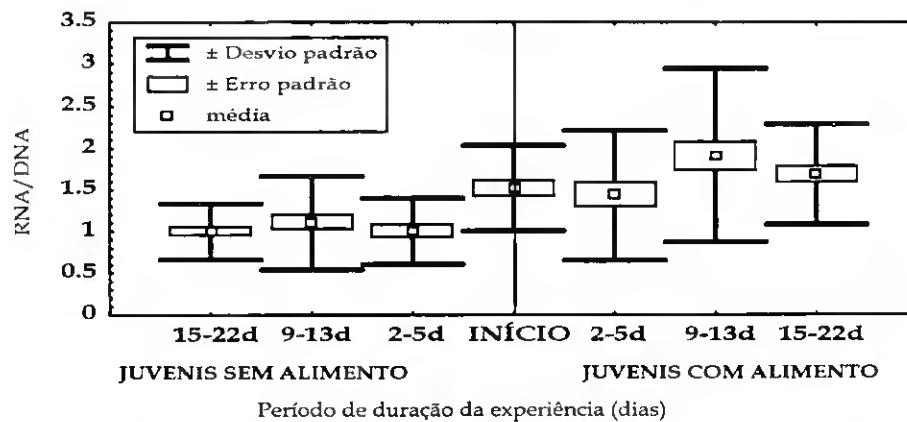


Figura 7.9 - Razão RNA/DNA nas pós-larvas com comprimentos entre 600 e 3200 µm, com e sem alimento, durante o período da experiência (n= 552).

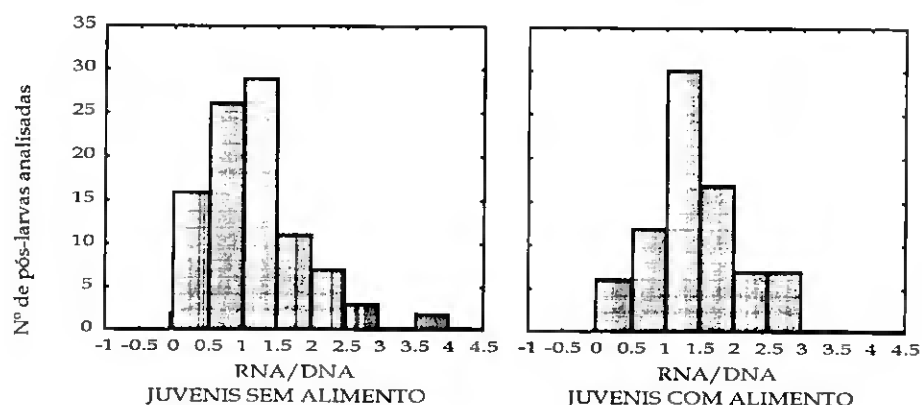


Figura 7.10- Distribuição, por classes de valores da razão RNA/DNA, das pós-larvas de *Ruditapes decussatus* analisadas com comprimentos entre 300 e 600 μm , com e sem alimento (n= 276).

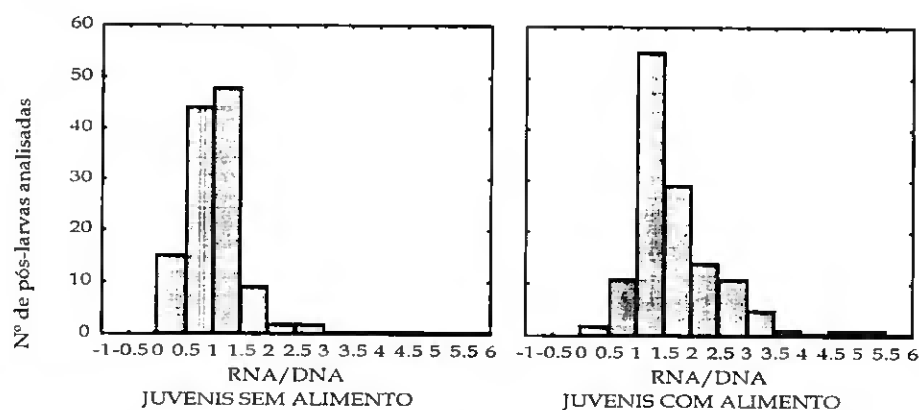


Figura 7.11 Distribuição, por classes de valores da razão RNA/DNA, das pós-larvas de *Ruditapes decussatus* analisadas com comprimentos entre 600 e 3200 μm , com e sem alimento (n= 276).

3.2 - Experiência realizada na Ria Formosa

Os comprimentos das pós-larvas de *R. decussatus* analisadas situaram-se entre 451 e 1562 μm .

As distribuições dos valores de RNA/DNA resultantes da análise das pós-larvas fixadas em areia ou em vasa (Fig. 7.12) não foram significativamente diferentes da normal, como evidenciado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($d=0,841$; $p<0,05$).

A comparação, efectuada pelo teste t de Student ($t=0,366$; $p>0,05$), evidenciou a não existência de diferenças significativas entre os níveis de RNA/DNA das pós-larvas fixadas nos dois tipos de sedimento.

Considerando a totalidade das pós-larvas, a média da razão RNA/DNA foi de $2,39 \pm 0,72$, pelo que os valores foram maioritariamente superiores ao “nível crítico” indicado pela calibração laboratorial (Fig. 7.13).

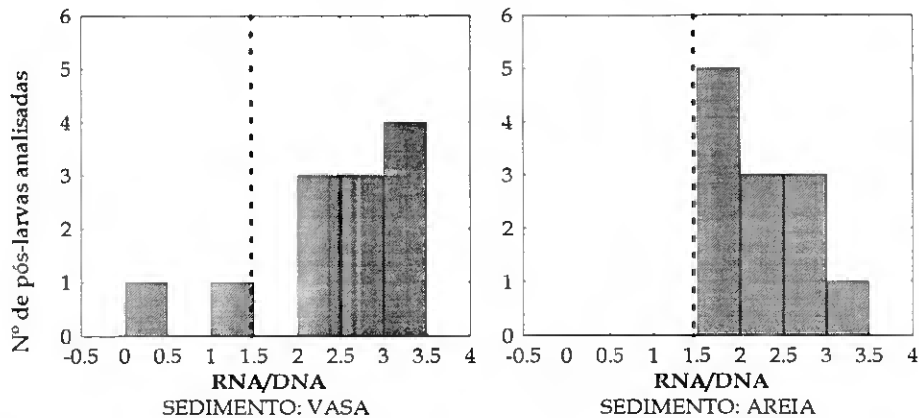


Figura 7.12 - Distribuição dos comprimentos e das razões RNA/DNA determinadas em pós-larvas de *Ruditapes decussatus* recém-fixadas em colectores com sedimento de areia ($n=12$) e com sedimento de vasa ($n=12$), em Agosto de 1993. A linha vertical a tracejado indica o “nível crítico”.

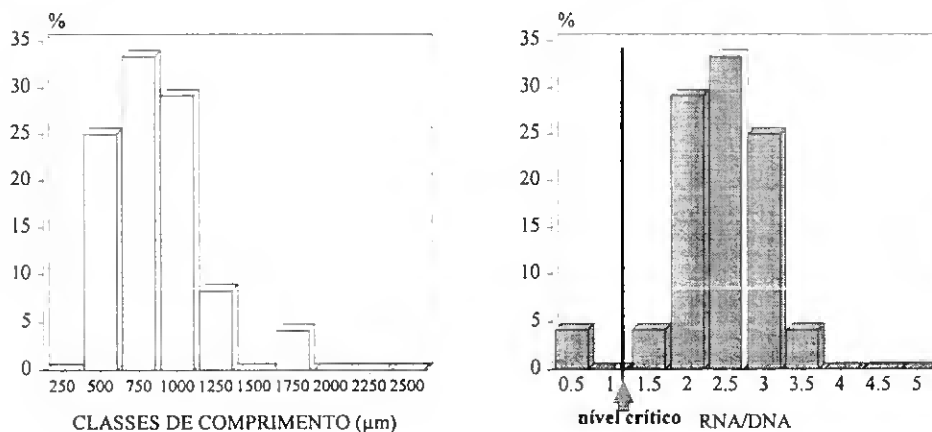


Figura 7.13 - Distribuição dos comprimentos e das razões RNA/DNA determinadas para o conjunto dos bivalves recém-fixados no meio natural ($n=24$), nos colectores com areia e vasa, em Agosto de 1993.

Relativamente aos valores da razão RNA/DNA calculados para as pós-larvas de *R. decussatus* fixadas em colectores com sedimento de areia ou de vasa, não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$), tendo a média desta razão sido $\bar{x} = 2,30 \pm 0,50$ em areia e $\bar{x} = 2,48 \pm 0,91$ em vasa.

4 - DISCUSSÃO

4.1 - Experiência realizada no laboratório

A relação entre a quantidade de DNA e o comprimento individual permite inferir qual dos dois processos de crescimento existentes a nível celular domina em cada uma das fases do desenvolvimento, concretamente o aumento de volume da célula (a quantidade de DNA mantém-se constante), ou o aumento do número de células devido ao incremento da actividade mitótica (a quantidade de DNA aumenta) (Pittman *et al.*, 1990).

A quantidade de DNA por pós-larva de *R. decussatus* manteve-se relativamente constante até aos 600 μm , aumentando a partir desse comprimento. Esta variação sugere que no início do crescimento predominou o aumento do volume das células e posteriormente o aumento em número das células.

A relação entre a quantidade de DNA e o comprimento individual não revelou, de um modo geral, diferenças entre os dois grupos de bivalves, mantidos com e sem alimento. Tal está de acordo com as características destas macromoléculas, já que a quantidade de DNA por indivíduo não depende do estado nutricional.

Por outro lado, a quantidade de RNA por indivíduo aumentou mais rapidamente com o comprimento, nas pós-larvas alimentadas do que nas mantidas em inanição já que, depende da condição fisiológica.

A quantidade de RNA por pós-larva, apesar de ter apresentado um comportamento semelhante ao do DNA, evidenciou uma variabilidade mais

acentuada, devido a ser mais susceptível às alterações na disponibilidade de alimento.

O decréscimo médio da razão RNA/DNA, em 22 dias de inanição, foi mais reduzido no grupo com comprimentos de 300 a 600 μm , o que poderá dever-se à possibilidade destas pós-larvas disporem ainda de algumas reservas energéticas provenientes da fase larvar. A amplitude deste decréscimo foi inferior ao descrito em trabalhos similares realizados com peixes e bivalves adultos. De facto, Bullock (1970) observou, após 14 dias de inanição, uma diminuição de 33-35% em peixes, valor que aumentou para 56% ao fim de 45 dias de inanição. Também Wright & Hetzel (1985) detectaram, em adultos de *Crassostrea virginica*, um decréscimo de 36,5%, após 55 dias de privação de alimento. Assim, entre peixes e bivalves parece existir uma diferença nítida na resposta a condições de falta de alimento, que é mais lenta nestes invertebrados, eventualmente devido à capacidade de manterem uma taxa metabólica mais baixa (Wright & Hetzel, 1985).

4.2 - Experiência realizada na Ria Formosa

Os valores da razão RNA/DNA calculados nos juvenis provenientes da natureza, foram geralmente superiores ao nível crítico determinado pela calibração laboratorial. Por conseguinte, as pós-larvas de *R. decussatus* não se encontravam numa situação de "stress" nutricional. Tal concorda com os resultados obtidos por Martínez *et al.* (1992) relativamente às pós-larvas de *Argopecten purpuratus*, o que poderá dever-se à incapacidade em simular integralmente em laboratório as condições do meio natural (Sulkin, 1990), nomeadamente em termos de dieta alimentar.

Para além do alimento disponível, a razão RNA/DNA é influenciada pela temperatura, a qual determina a actividade dos ribossomas (Buckley *et al.*, 1990), sendo necessário uma maior concentração destes quando a temperatura diminui, e vice-versa (Houlihan, 1990). No entanto, este parâmetro não terá condicionado as

pós-larvas acondicionadas no laboratório, uma vez que foram mantidas à mesma temperatura que na natureza.

A condição das pós-larvas de *R. decussatus*, determinada através do índice RNA/DNA, foi inferior nos colectores com areia relativamente aos com vasa, o que está em contradição com as observações de Peddicord (1977) em *Rangia cuneata*. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas na condição das pós-larvas fixadas nos dois tipos de sedimentos. Tal sugere que o estado nutricional não foi decisivo na escolha do sedimento, enquanto que outros factores, tais como a composição granulométrica (Kraus & Crow, 1985), a disponibilidade em alimento (Sanders, 1958) ou, eventualmente, apenas factores hidrodinâmicos (Ekman, 1983), terão sido determinantes na escolha do local para a fixação e sedentarização. Por outro lado, o facto de os valores de RNA/DNA, inferiores ao nível crítico, apenas terem ocorrido nas pós-larvas fixadas nos colectores com vasa, e considerando o número reduzido de exemplares analisados, mantém-se a hipótese de, numa amostra mais representativa, essas diferenças serem significativa.

5 - CONCLUSÕES

A razão RNA/DNA mostrou ser relativamente independente do comprimento das pós-larvas de *R. decussatus*, pelo que pode ser considerada adequada para analisar e comparar o estado nutricional dos indivíduos de diferentes dimensões, dentro de uma determinada amplitude.

O crescimento inicial destas pós-larvas caracterizou-se por o aumento das células em volume, e apenas posteriormente, após os 600 μm , ocorreu o aumento das células em número, quando a quantidade de DNA por larva aumentou.

A relação entre a quantidade de DNA e o comprimento individual não revelou diferenças entre os dois grupos de bivalves, mantidos com e sem alimento, o que está de acordo com as características destas macromoléculas, cuja

quantidade num indivíduo não depende do estado nutricional. Por outro lado, a quantidade de RNA por indivíduo aumentou mais rapidamente com o comprimento nas pós-larvas alimentadas, comparativamente às que se mantiveram numa situação de inanição, o que evidenciou a sua dependência da condição fisiológica dos indivíduos e, indirectamente das condições ambientais.

Os valores da razão RNA/DNA determinados nas pós-larvas provenientes da natureza foram geralmente superiores ao nível crítico determinado pela calibração laboratorial. Por conseguinte, as pós-larvas de *Ruditapes decussatus* analisadas neste estudo não se encontravam numa situação de "stress" nutricional.

Os valores razão RNA/DNA foram em média inferiores nos colectores com areia relativamente aos com vasa. No entanto essa diferença não foi significativa, pelo que a escolha do sedimento não terá dependido do estado nutricional das pós-larvas, mas antes de outros factores.

Capítulo VIII

Dinâmica de Larvas e Pós-larvas de Bivalves

Capítulo VIII - Dinâmica de Larvas e Pós-larvas de Bivalves

1 - INTRODUÇÃO

O crescimento e a mortalidade são parâmetros biológicos determinantes para o sucesso das populações e que reflectem a influência de factores favoráveis ou desfavoráveis no desenvolvimento. Alterações significativas desses factores, sobretudo nas fases iniciais da vida, podem condicionar o futuro dos indivíduos e a estrutura das populações. Por conseguinte, o cálculo das taxas de crescimento e de mortalidade durante as fases larvares e pós-larvares, bem como dos factores que as explicam, permitirá avaliar a sua importância na dinâmica das populações bentónicas.

O crescimento e a mortalidade durante as fases iniciais da vida dos invertebrados marinhos dependem normalmente dos mesmos factores físicos, químicos e biológicos, embora actuando de forma diferente. Efectivamente, factores como a temperatura da água ou a quantidade de alimento, até certos limites incrementam o crescimento, após o que podem provocar mortalidade.

Para além da influência de outros factores, os próprios parâmetros crescimento e mortalidade são interdependentes. Assim, indivíduos com menores taxas de crescimento estão mais sujeitos às influências negativas do ambiente (Houde, 1989) e, conseqüentemente, a taxas de mortalidade mais elevadas. De outro modo, a predação preferencial sobre indivíduos de uma certa gama de dimensões pode afectar diferentemente a taxa de crescimento dessa população, enquanto que a ausência de substrato adequado para fixação pode provocar a morte ou a redução da taxa de crescimento.

A determinação das taxas de crescimento e de mortalidade das larvas e das pós-larvas durante o primeiro ano de vida bentónica é um processo metodologicamente difícil. Acompanhar a evolução das classes modais das coortes

larvares no plâncton, ou acompanhar o destino individual das larvas, são tarefas difíceis e sujeitas a margens de erro elevadas.

De facto, embora a análise das coortes permita obter estimativas directas do crescimento e da mortalidade, a amostragem dificilmente assegura que as larvas amostradas sejam de uma mesma população. Consequentemente, aumentos aparentes na abundância podem dever-se à entrada de indivíduos na população (mortalidade negativa), enquanto que a saída de indivíduos de uma população é considerada erroneamente como mortalidade (Strathmann, 1985).

A mortalidade durante a fase larvar, para além da análise das coortes, pode ser determinada através da relação entre o número de larvas no plâncton, e o de pós-larvas no bentos (Thorson, 1950; Brousseau *et al.*, 1982; Rumrill, 1991).

A mortalidade pode ocorrer de forma crónica ou aguda (Houde, 1989). A mortalidade que actua de forma crónica, eliminando gradualmente uma certa percentagem dos indivíduos, está associada directamente à acção da predação (Beukema, 1985, Osman & Whitlatch, 1995) e da inanição (Wilbur & Owen, 1964) e, indirectamente, à taxa de crescimento (Houde, 1987, 1989). De facto, os indivíduos com menores taxas de crescimento, que dependem sobretudo da temperatura e da disponibilidade de alimento, passarão mais tempo na fase com maior susceptibilidade à acção dos predadores, normalmente após a sedentarização (Beukema 1991, 1992a.).

Por outro lado, a mortalidade aguda provoca decréscimos súbitos na abundância, como resultado, por exemplo, do transporte dos indivíduos para locais desfavoráveis (Sinclair, 1988), da exposição a situações de anoxia (Borsa & Millet, 1992) ou de poluição aguda (Bayne *et al.*, 1979; Desprez *et al.*, 1987; Ferreira *et al.*, 1989). Assim, observações de curto prazo podem coincidir com situações anormais, pelo que deverá haver algum cuidado na extrapolação desses resultados.

A maioria dos estudos sobre o crescimento e a mortalidade de invertebrados foram realizados no laboratório (Pennington, *et al.*, 1986; Davis, 1996). No entanto, as condições laboratoriais dificilmente simulam as condições naturais de

temperatura, luz e alimento (Øiestad, 1990). Por conseguinte, a realização de experiências no meio natural facilitará a compreensão dos factores que afectam o crescimento e a mortalidade das larvas e pós-larvas de invertebrados marinhos em geral, e dos bivalves em particular.

O conhecimento das taxas de mortalidade de uma população natural é importante para a compreensão dos processos biológicos e ecológicos, e também para a gestão racional das populações exploradas (Beverton & Holt, 1957). Com efeito, variações de pequena ordem nos parâmetros demográficos, durante as fases iniciais do ciclo de vida, podem originar grandes flutuações no recrutamento (Fogarty *et al.*, 1991; Beukema, 1992c).

Os factores que influenciam o crescimento e a mortalidade das larvas podem também limitar a distribuição geográfica das espécies (Scheltema, 1971), com consequências a nível das trocas genéticas entre populações espacialmente separadas bem como das taxas de especiação e extinção (Hedgecock, 1986).

Neste capítulo pretendeu-se determinar o crescimento e a mortalidade das larvas de *Mytilus edulis* e *Ruditapes* spp., e das pós-larvas e juvenis de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*, durante os primeiros catorze meses de vida bentónica em colectores com sedimento de areia ou de vasa. Para além disso, pretendeu-se avaliar a mortalidade na transição do plâncton para o bentos, bem como calcular a duração da vida meiobentónica das pós-larvas de bivalves.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Estratégia de amostragem

As fases larvares e pós-larvares de bivalves foram recolhidas e processadas da forma anteriormente descrita nos capítulos IV (pág. 151) e VI (pág. 231).

2.2 - Modelos de crescimento

Para a separação das coortes larvares e pós-larvares utilizou-se o método de Bhattacharya (1967), uma vez que a distância entre duas coortes sucessivas foi normalmente superior a dois desvios padrão, pelo que as coortes normalmente não se sobrepuseram. Este método é comumente utilizado em biologia pesqueira e baseia-se na relação entre as diferenças dos logaritmos da frequência dos comprimentos. Assim, quando uma ou mais componentes se encontram presentes na distribuição das frequências, o gráfico das diferenças dos logaritmos apresentará regiões em que os pontos se localizam sobre uma recta com declive negativo. O número dessas rectas corresponde ao número de componentes da distribuição (Nogueira, 1992). A identificação das várias classes modais baseia-se no valor do coeficiente de separação que deve ser igual ou superior a 2 para que seja significativa. A distribuição da frequência de comprimentos estimada foi comparada com a distribuição observada pelo teste de Qui-quadrado (Sparre, 1988).

Com base nas classes modais resultantes da aplicação do método de Bhattacharya às larvas e às pós-larvas e juvenis, atribuíram-se as idades das diferentes coortes. Considerou-se a idade 0 (zero) como aquela em que ocorreu o menor comprimento das larvas ou das pós-larvas durante todo o período de amostragem, confirmado sempre que possível por referências na bibliografia.

As expressões numéricas do crescimento podem basear-se em alterações absolutas no comprimento ou peso (crescimento absoluto), ou em alterações nestas variáveis relativas à dimensão do indivíduo (crescimento relativo). Para além destas medidas, que traduzem o crescimento dos indivíduos num determinado intervalo de tempo (taxas de crescimento absoluto e relativo), o crescimento pode ainda ser expresso através de uma taxa de crescimento instantâneo, em que o intervalo de tempo tende para zero, sendo a taxa calculada como uma proporção

do comprimento inicial do indivíduo (Ricker, 1979). Se o crescimento não for linear, as taxas de crescimento absoluto ou relativo variam com o intervalo de tempo escolhido, pelo que a taxa de crescimento instantâneo pode, nalgumas situações, expressar o crescimento dos indivíduos com maior precisão (Campana & Jones, 1992).

Consideraram-se os comprimentos associados às várias classes modais de cada uma das coortes identificadas de cada *taxa* larvar ou pós-larvar e juvenil. Para o ajuste dos dados aos modelos de crescimento considerou-se a totalidade das coortes de cada *taxa*.

Calcularam-se as taxas de crescimento das larvas de *Ruditapes* spp. e de *Mytilus edulis* e das pós-larvas e juvenis de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*, fixadas em colectores com sedimento de areia ou vasa, durante os primeiros catorze meses de vida bentónica. Em virtude do reduzido número de coortes e das classes modais que as constituíram, não foi possível determinar o crescimento de *A. ovata* nos colectores com vasa.

Como é pouco provável que o crescimento global dos indivíduos possa ser descrito por uma única fórmula (Gulland, 1969), para a análise do crescimento larvar, e pós-larvar e juvenil durante os primeiros catorze meses de vida bentónica, compararam-se vários modelos, concretamente os de von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938), de Laird-Gompertz (Laird *et al.*, 1965; Gompertz, 1825), de regressão linear e o modelo exponencial.

O modelo de von Bertalanffy caracteriza-se por se ajustar à maioria dos dados observados de crescimento de peixes, tendo ainda a vantagem de poder ser facilmente incorporado nos modelos de avaliação de mananciais (Gulland, 1969). Este modelo tem sido predominantemente utilizado no estudo do crescimento dos bivalves juvenis e adultos e expressa-se da forma seguinte:

$$C_t = C_\infty [1 - e^{-Kc(t-t_0)}] \quad (\text{eq. 8.1})$$

em que C_t é o comprimento (μm ou mm) na idade t (dias ou meses) ; C_∞ é o comprimento máximo, K_c é a taxa específica de crescimento e t_0 a idade em que o comprimento seria igual a zero.

O modelo de Gompertz, ou Laird-Gompertz, (Laird *et al.*, 1965; Gompertz, 1825) é o mais frequentemente utilizado para ajustar o crescimento das fases iniciais da vida, sobretudo das fases larvares (Zweifel & Lasker, 1976; Campana & Jones, 1992). Este modelo baseia-se no pressuposto de que o crescimento é determinado geneticamente pela taxa de crescimento específico inicial e pela taxa de declínio exponencial, sendo descrito pela equação seguinte:

$$C_t = C_0 * e^{(K_c * (1 - e^{-G_0 * t}))} \quad (\text{eq. 8.2})$$

em que C_t é o comprimento (μm ou mm) na idade t (dias ou meses); C_0 é o comprimento teórico correspondente à idade 0; G é a taxa específica de crescimento em $t=0$; G_0 é a taxa exponencial de declínio e $K_c = G/G_0$ representa a taxa de crescimento específico.

Com base na logaritmização desta equação foi possível determinar o comprimento em que se obtém a taxa de crescimento máxima (C_i), como é demonstrado por Ribeiro (1991):

$$C_i = C_\infty / e \quad (\text{eq. 8.3})$$

e a taxa máxima de crescimento (G_{CM}):

$$G_{CM} = G_0 * C_\infty / e \quad (\text{eq. 8.4})$$

em que, C_i é o ponto onde ocorre a taxa máxima de crescimento e que corresponde ao ponto de inflexão da curva sigmóide; C_∞ é o comprimento máximo ($C_\infty = C_0 * e^{K_c}$), e e é a base dos logaritmos naturais.

Para além destes modelos ajustaram-se os dados a modelos simples de regressão linear e exponencial.

Os modelos de regressão linear expressam-se como:

$$C(t) = a + Kc * t \quad (\text{eq. 8.5})$$

em que $C(t)$ é o comprimento (μm ou mm) na idade t (dias ou meses); a é o valor onde a recta intercepta o eixo das ordenadas e Kc é o declive que representa a taxa de crescimento.

O modelo exponencial permitirá bons ajustes aos dados relativos ao início das fases larvares e pós-larvares quando o crescimento é muito rápido (Campana & Jones, 1992) e expressa-se com a seguinte formulação:

$$C(t) = d * e^{Kc*t} \quad (\text{eq. 8.6})$$

em que $C(t)$ é o comprimento (μm ou mm) na idade t (dias ou meses); d é o comprimento na idade 0; Kc é a taxa de crescimento instantâneo, e e é a base dos logaritmos naturais.

Calcularam-se as taxas de crescimento (K) das coortes larvares e pós-larvares das várias espécies, respectivamente por dia e por mês, através da fórmula (Wilbur & Owen, 1964):

$$K = \frac{1}{\Delta t} \log_e \frac{L_1}{L_0} \quad (\text{eq. 8.7})$$

em que L_0 e L_1 são os comprimentos observados em $\Delta t = t_1 - t_0$, respectivamente.

A escolha do modelo que melhor explicou o crescimento das larvas e das pós-larvas e juvenis durante os primeiros catorze meses de vida bentónica, baseou-se no nível de ajuste aos dados (r^2), no nível de significância dos coeficientes de correlação (r) e dos parâmetros do modelo: comprimento inicial (L_0), comprimento

máximo (L_{∞}) e taxa de crescimento (K_c). Considerou-se a hipótese nula H_0 : os parâmetros não diferem significativamente de zero, para uma probabilidade $p < 0,05$.

A opção por um determinado modelo de crescimento é particularmente importante já que também condiciona os cálculos da mortalidade (Crecco *et al.*, 1983).

2.3 - Modelos de mortalidade

Calculou-se a mortalidade das larvas de *Ruditapes* spp. e de *Mytilus edulis* por idade (dias). Como a unidade de amostragem (volume filtrado) variou, diferentemente das amostras de pós-larvas, converteram-se as abundâncias ao metro cúbico de modo a torná-las comparáveis entre si.

Determinaram-se as taxas de mortalidade por idade (em meses), para os primeiros 14 meses de vida bentônica de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra* e *Scrobicularia plana* fixadas nos colectores com sedimento de areia e vasa, e de *Abra ovata* apenas em areia.

Consideraram-se os números de indivíduos associados a cada uma das classes modais identificadas de cada taxa larvar ou pós-larvar e juvenil. Para o ajuste dos dados aos modelos de mortalidade considerou-se a totalidade das coortes de cada taxa.

De modo a aumentar o nível de ajuste dos modelos, optou-se por não considerar alguns valores correspondentes às abundâncias das idades iniciais que se consideraram muito subvalorizados, eventualmente como consequência da dificuldade em identificar os indivíduos de menores dimensões.

Calcularam-se as taxas de mortalidade de cada coorte larvar e pós-larvar. A fase inicial de decréscimo das abundâncias, como consequência da mortalidade natural, traduz-se normalmente por uma curva com um declive muito acentuado, que tende a diminuir progressivamente com o tempo.

O decréscimo muito rápido da abundância no início da vida, planctónica ou bentónica, pode justificar, em grande parte, o valor da taxa de mortalidade para o conjunto dos dados.

A mortalidade Z foi determinada pela equação de Beverton & Holt (1957):

$$N_t = N_0 * e^{-Zt}, \quad (\text{eq. 8.8})$$

a qual permite calcular o número de sobreviventes N_t no final de qualquer período de tempo t (dias ou meses); conhecendo-se o número inicial de indivíduos N_0 e Z a taxa instantânea de mortalidade ($Z=M$ - taxa de mortalidade natural).

Devido à dificuldade em monitorizar as coortes de larvas no plâncton, uma vez que é difícil assegurar que as larvas amostradas pertencem a uma mesma população, Rumrill (1991) propôs o cálculo do coeficiente instantâneo de mortalidade larvar Z (dia^{-1}) através da fórmula seguinte:

$$Z = \frac{\log_e S}{-t} \quad (\text{eq. 8.9})$$

em que S é a razão entre o número de larvas no plâncton e o número de pós-larvas fixadas e t a duração da vida planctónica em dias. Neste caso a duração da vida planctónica corresponde ao intervalo de tempo entre duas recolhas sucessivas dos colectores, ou seja, $t=15$ dias (capítulo VI, pág. 234). Este cálculo aplicou-se apenas a *Ruditapes decussatus* e *Cardium edule* que ocorreram com abundâncias elevadas no bentos e, supostamente, também no plâncton.

Calcularam-se as taxas de mortalidade relativa (Z), por dia e por mês respectivamente das coortes larvares e pós-larvares das várias espécies, através da fórmula proposta por Gulland (1969), segundo a qual o decréscimo dos efectivos de uma população pode ser definido como:

$$-Z = \frac{1}{\Delta t} \log_e \frac{N_1}{N_0} \quad (\text{eq. 8.10})$$

em que N_0 e N_1 são as abundâncias observadas em Δt (dias ou meses) = $t_1 - t_0$, respectivamente.

2.4 - Razão mortalidade/crescimento (Z/K)

Determinaram-se as razões entre as taxas de mortalidade e as taxas de crescimento das várias espécies (Z/K) (Barry & Tegner, 1990), resultantes respectivamente dos ajustes dos modelos exponencial decrescente e de Laird-Gompertz que, tal como o modelo de mortalidade, considera uma taxa exponencial de declínio. Esta razão foi calculada para cada uma das coortes dos vários *taxa* analisados no plâncton e no bentos, para o que se utilizaram as fórmulas 8.7 e 8.12.

2.5 - Duração da vida meiobentónica

A duração da vida meiobentónica, considerada como o tempo em dias até que as pós-larvas atinjam 1 milímetro de comprimento, foi determinada através da resolução das equações dos modelos lineares de crescimento, apenas para as espécies com taxas de crescimento significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$).

2.6 - Análise estatística

A identificação das coortes larvares e pós-larvares foi efectuada através do método de Bhattacharya (1967), para o que foi utilizado o programa ELEFAN versão 1.11 desenvolvido em 1990 pelo ICLARM (International Center for Living Aquatic Resources), tendo-se recorrido concretamente à análise de progressão modal (MPA) desenvolvida por D.Pauly, F.C Gayanilo e M.L. Soriano.

A distribuição da frequência de comprimentos estimada foi comparada com a observada pelo teste de Qui-quadrado (Sparre, 1988), de modo a testar a hipótese

nula H_0 : as frequências de comprimentos observadas não diferem significativamente da normal, para uma probabilidade $p < 0,05$.

O nível de ajuste dos modelos de crescimento e de mortalidade foi analisado pelo valor do coeficiente de correlação (r), o qual foi testado com base no valor do coeficiente de determinação (r^2) e através do resultado do teste t de Student. O nível de significância destes parâmetros foi testado, considerando a hipótese nula H_0 : os coeficientes de crescimento ou mortalidade não são significativamente diferentes de zero, para $p < 0,05$.

Para o ajuste dos dados aos vários modelos, bem como para a realização dos testes estatísticos, utilizou-se o programa Statistica versão 4,5 para Windows.

3 - RESULTADOS

3.1 - Análise das coortes

3.1.1 - Análise das coortes larvares

Identificaram-se 10 coortes de larvas de *Mytilus edulis* (Fig. 8.1) e 5 coortes de larvas de *Ruditapes* spp. (Fig. 8.2) (Anexo VIII).

As coortes de *M. edulis* sobrepuseram-se parcialmente, enquanto que as de *Ruditapes* spp. ocorreram mais espaçadas no tempo.

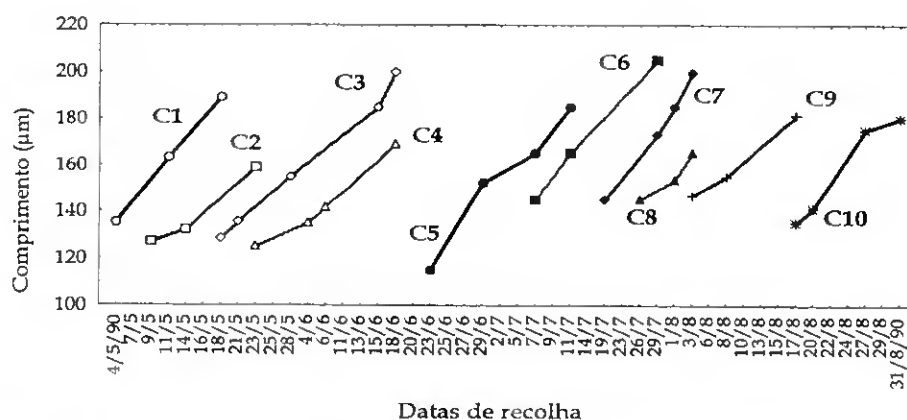


Figura 8.1 - Evolução das classes modais das coortes larvares de *Mytilus edulis* no plâncton da Ria Formosa entre 4 de Maio e 31 de Agosto de 1990 : C1-C10 (coortes 1 a 10).

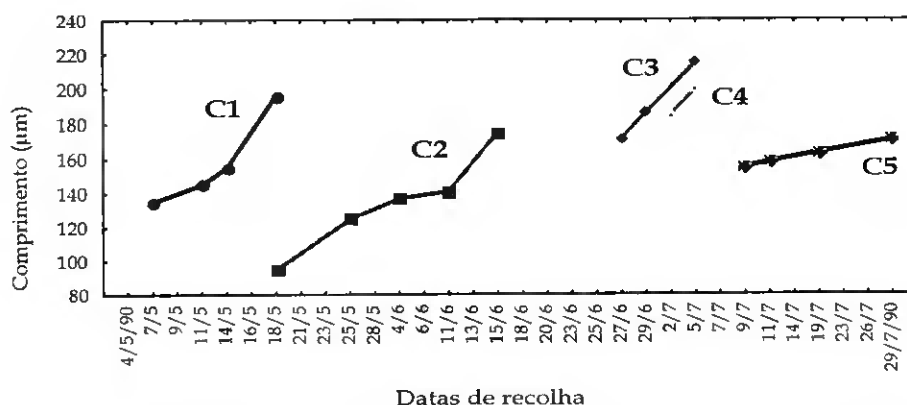


Figura 8.2 - Evolução das classes modais das coortes larvares de *Ruditapes* spp. no plâncton da Ria Formosa entre 4 de Maio e 29 de Julho de 1990: C1-C5 (coortes 1 a 5).

3.1.2 - Análise das coortes pós-larvares e juvenis

3.1.2.1 - colectores com areia

Analisou-se a evolução temporal das coortes de *Cardium edule* (Fig. 8.3), *Ruditapes decussatus* (Fig. 8.4), *Venerupis aurea* (Fig. 8.5), *Venerupis pullastra* (Fig. 8.6), *Scrobicularia plana* (Fig. 8.7) e *Abra ovata* (Fig. 8.8), entre Junho de 1990 e Julho de 1991 (Anexo IX).

As 7 coortes de *C. edule* iniciaram-se sucessivamente ao longo do período de recolha, concretamente em Junho, Julho, Agosto e Dezembro de 1990 e em Fevereiro, Maio e Junho de 1991.

Identificaram-se 9 coortes de *R. decussatus*. As primeiras cinco coortes surgiram em 1990, enquanto que as restantes quatro resultaram do recrutamento iniciado em Abril de 1991.

Foram identificadas 5 coortes de *V. aurea* e 9 coortes de *A. ovata* originadas em 1990, as quais foi possível seguir praticamente durante todo o período de amostragem.

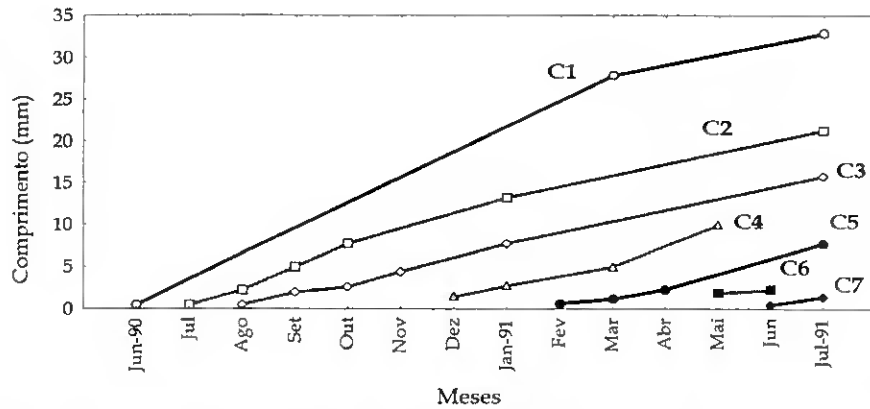


Figura 8.3 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C7 de *Cardium edule* fixadas nos colectores com sedimento de areia, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

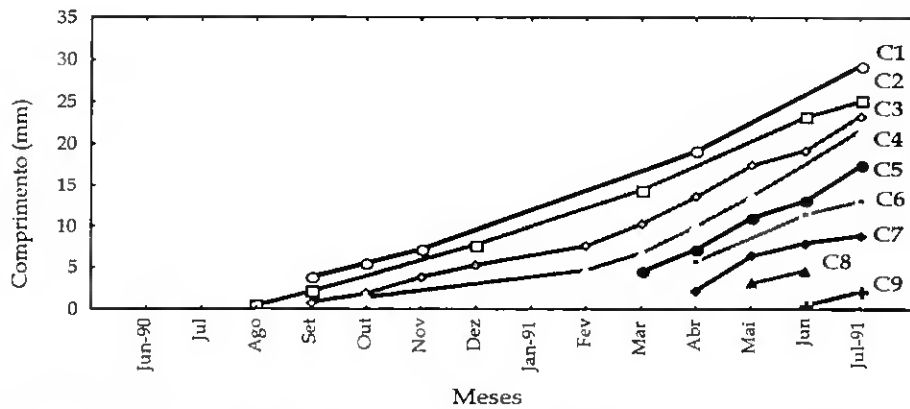


Figura 8.4 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C9 de *Ruditapes decussatus* fixadas nos colectores com sedimento de areia, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica

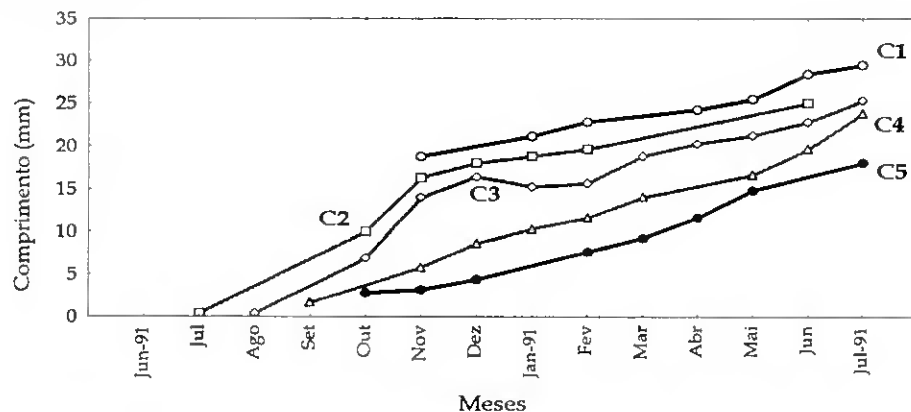


Figura 8.5 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C5 de *Venerupis aurea* fixadas nos colectores com sedimento de areia, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica .

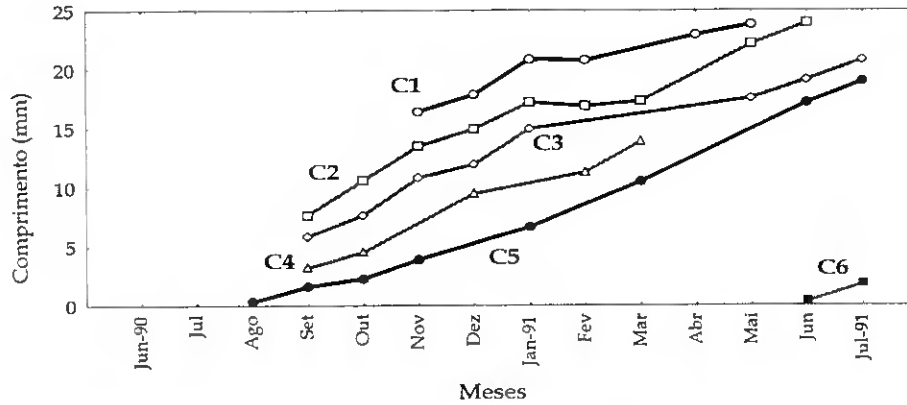


Figura 8.6 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C6 de *Venerupis pullastra* fixadas nos colectores com sedimento de areia, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

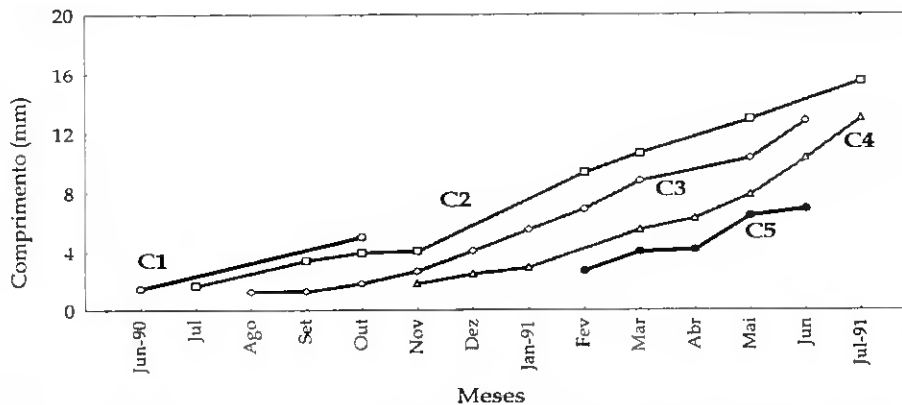


Figura 8.7 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C5 de *Scrobicularia plana* fixadas nos colectores com sedimento de areia, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

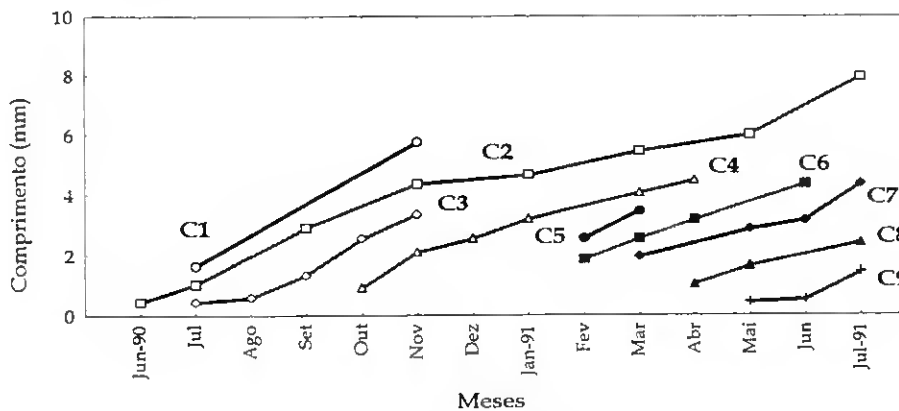


Figura 8.8 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C9 de *Abra ovata* fixadas nos colectores com sedimento de areia, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

Das 9 coortes de *A. ovata*, as primeiras quatro iniciaram-se em 1990 e as restantes em 1991.

Identificaram-se 6 coortes de *V. pullastra* e apenas uma se iniciou em 1991, concretamente em Junho.

O início das 5 coortes de *S. plana* ocorreu nos meses de Verão e Outono de 1990 e em Fevereiro de 1991.

3.1.2.2 - colectores com vasa

As coortes pós-larvares das várias espécies apresentaram, de um modo geral, uma duração temporal reduzida, com excepção das coortes 3 de *C. edule* (Fig. 8.9) e 1 de *V. aurea* (Fig. 8.11).

As quatro coortes de *R. decussatus* (Fig. 8.10) e as cinco de *V. aurea* iniciaram-se todas em 1990.

Em *S. plana* (Fig. 8.13) e *V. pullastra* (Fig. 8.12) apenas uma das cinco coortes identificadas nestas espécies teve o seu início em 1991.

Das três coortes de *A. ovata* (Fig. 8.14), que se caracterizaram pelo número reduzido das classes modais que as constituíram, apenas uma ocorreu em 1990.

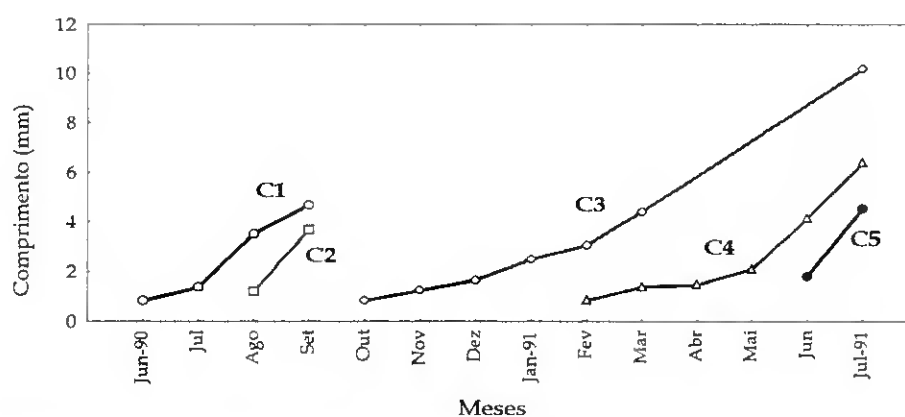


Figura 8.9 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C5 de *Cardium edule* fixadas nos colectores com sedimento de vasa, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

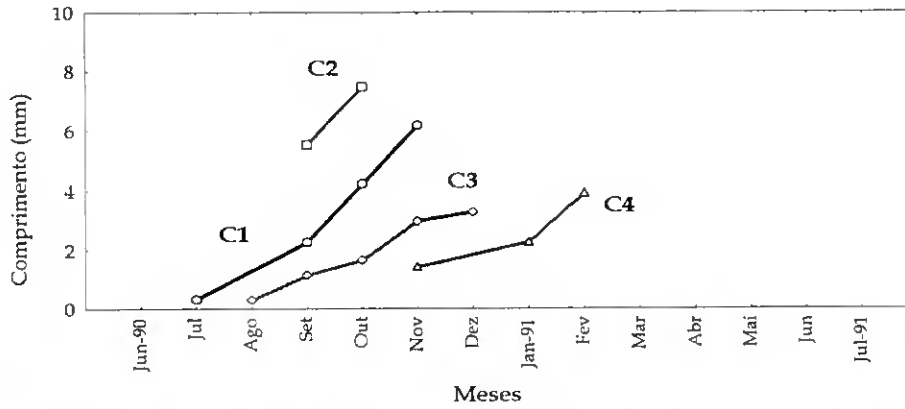


Figura 8.10 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C4 de *Ruditapes decussatus* fixadas nos colectores com sedimento de vasa, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

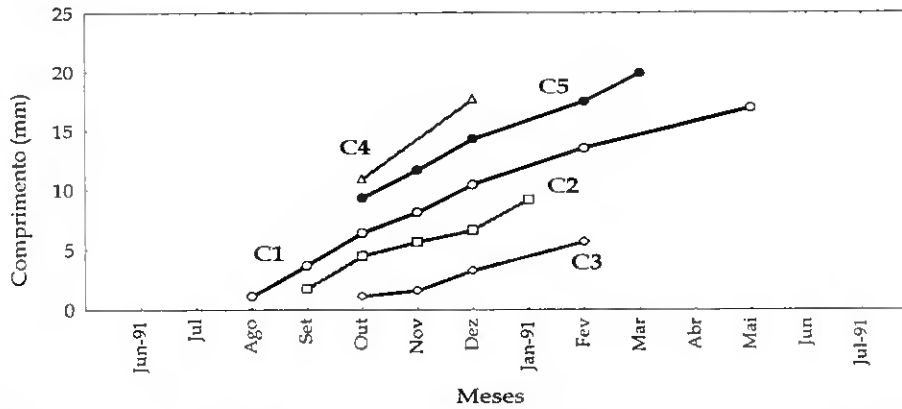


Figura 8.11 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C5 de *Venerupis aurea* fixadas nos colectores com sedimento de vasa, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

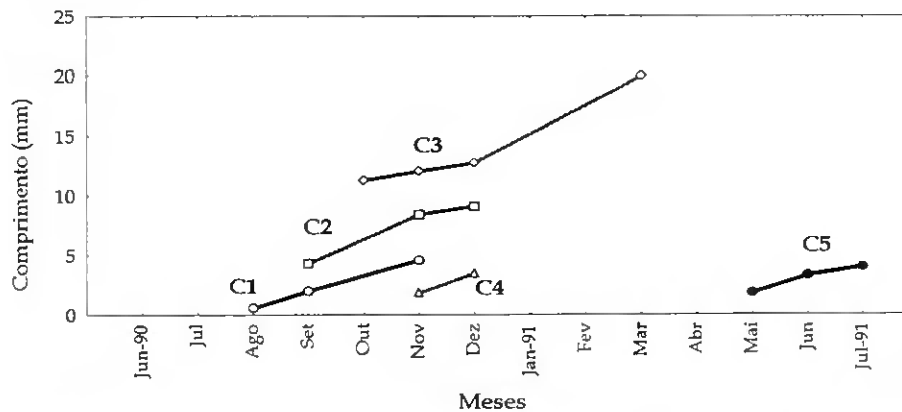


Figura 8.12 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C5 de *Venerupis pullastra* fixadas nos colectores com sedimento de vasa, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

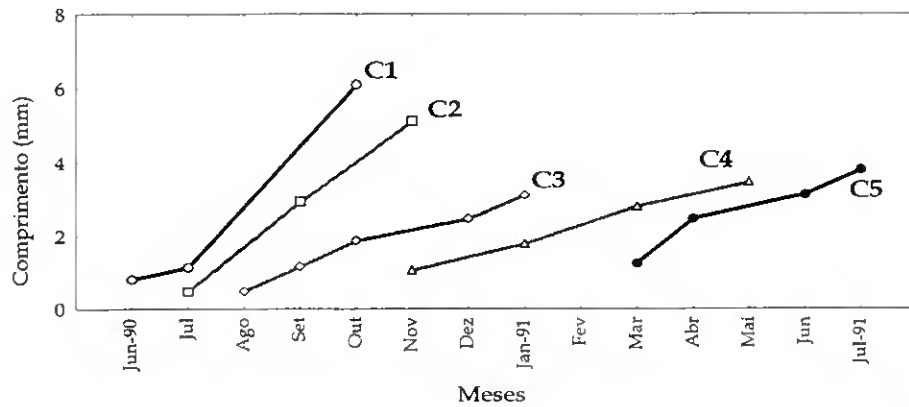


Figura 8.13 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C5 de *Scrobicularia plana* fixadas nos colectores com sedimento de vasa, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

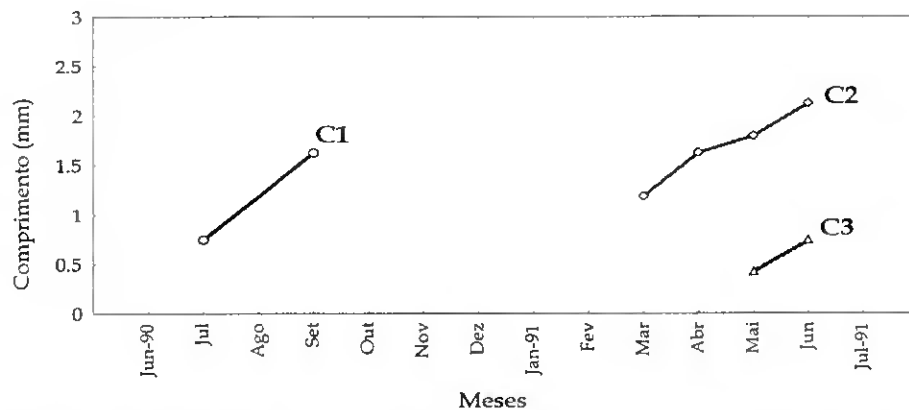


Figura 8.14 - Evolução das classes modais das coortes C1 a C3 de *Abra ovata* fixadas nos colectores com sedimento de vasa, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica.

3.2 - Crescimento

3.2.1 - Crescimento das coortes larvares

As taxas de crescimento relativo das várias coortes larvares de *Mytilus edulis* variaram entre 0,023 e 0,034 $\mu\text{m}.\text{dia}^{-1}$, excepto na coorte 5 na qual o crescimento foi de 0,005 $\mu\text{m}.\text{dia}^{-1}$ (Tab. VIII.1). Comparativamente, as taxas de crescimento das coortes larvares de *Ruditapes* spp. foram geralmente inferiores, tendo variado entre 0,026 e 0,012 $\mu\text{m}.\text{dia}^{-1}$. A amplitude de variação das taxas de crescimento foi

semelhante nos dois *taxa*, concretamente 0,011 $\mu\text{m}\cdot\text{dia}^{-1}$ em *M. edulis* e 0,014 $\mu\text{m}\cdot\text{dia}^{-1}$ em *Ruditapes* spp. (exceptuando a coorte 5).

Tabela VIII.1 - Taxas de crescimento das coortes larvares de *Mytilus edulis* e *Ruditapes* spp., em μm de comprimento por dia: (C1-C10: coortes 1 a 10).

<i>taxa</i>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
<i>M. edulis</i>	0,024	0,016	0,015	0,012	0,026	0,016	0,021	0,016	0,015	0,021
<i>Ruditapes</i> spp.	0,034	0,023	0,025	0,026	0,005					

3.2.2 - Modelos de crescimento larvar

Os resultado dos ajustes das coortes larvares de *M. edulis* (Fig. 8.15) e de *Ruditapes* spp. (Fig. 8.16) aos modelos de Laird-Gompertz, von Bertalanffy, linear e exponencial, encontram-se na Tab. VIII.3.

Com base na variância explicada e no nível de significância dos parâmetros, o crescimento das larvas de *Ruditapes* spp. evidenciou um melhor ajustamento ao modelo linear, enquanto que o crescimento das larvas de *M. edulis* ajustou-se melhor ao modelo de Laird-Gompertz. Para qualquer dos modelos ajustados, as taxas de crescimento das larvas de *Ruditapes* spp. foram superiores às de *M. edulis* (Tab. VIII.2).

Os comprimentos iniciais ajustados pelo modelo de Laird-Gompertz foram $110,75 \pm 13,46 \mu\text{m}$ em *Ruditapes* spp., e $124,1 \pm 5,17 \mu\text{m}$ em *M. edulis* (Tab. VIII.2). As larvas destes *taxa* atingirão os comprimentos máximos de $234,6 \mu\text{m}$ e $209,8 \mu\text{m}$ e as taxas máximas de crescimento com comprimentos de $109,2 \mu\text{m}$ e $97,7 \mu\text{m}$, respectivamente nas larvas de *Ruditapes* spp. e de *M. edulis* (Tab. VIII.4).

A taxa máxima de crescimento (G_{CM}), calculada com base nos parâmetros do modelo de Laird-Gompertz, foi de $6,6 \mu\text{m}\cdot\text{dia}^{-1}$ em *Ruditapes* spp. e de $4,5 \mu\text{m}\cdot\text{dia}^{-1}$ em *M. edulis* (Tab. VIII.4).

Tabela VIII.2 - Parâmetros resultantes do ajuste dos comprimentos das larvas de *Mytilus edulis* e *Ruditapes* spp. a diferentes modelos de crescimento. Indicam-se os erros padrão entre parêntesis: n - número de pares de valores considerados; r - coeficiente de correlação; v.e. - variância explicada; p - nível de significância (p<0,05). O comprimento estimado pelo modelo de von Bertalanffy (*) é o comprimento máximo.

Taxa	Modelo de Laird-Gompertz			Modelo von Bertalanffy		Modelo Linear		Modelo Exponencial	
Ajuste do modelo	n	r	v.e. (%)	r	v.e. (%)	r	v.e. (%)	r	v.e. (%)
<i>Mytilus edulis</i>	36	0,876 P<0,001	76,8	0,877 p<0,001	76,9	0,857 p<0,001	73,5	0,845 p<0,001	71,3
<i>Ruditapes</i> spp.	18	0,867 P<0,001	75,2	0,869 p<0,001	75,4	0,865 p<0,001	74,9	0,861 p<0,001	74,1
Comprimento inicial (µm)									
<i>Mytilus edulis</i>	124,10 (±5,17) p<0,001			215,63 (±24,9) * p<0,001		132,21 (±3,37) p<0,001		135,07 (±3,12) p<0,001	
<i>Ruditapes</i> spp.	110,75(±13,46) p<0,001			252,1(±265,3) * p>0,1		115,76 (±7,57) p<0,001		119,58 (±6,76) p<0,001	
Taxa de crescimento instantâneo (d⁻¹)									
<i>Mytilus edulis</i>	0,525 (±0,073) p<0,001			0,036 (±0,018) p< 0,1		1,689 (±0,174) p<0,001		0,010 (±0,001) p<0,001	
<i>Ruditapes</i> spp.	0,750 (±0,382) p< 0,1			0,041 (±0,116) p< 0,5		3,779 (±0,547) p<0,001		0,024 (±0,004) p<0,001	

Tabela VIII.3. - Equações de crescimento das larvas de *Mytilus edulis* e *Ruditapes* spp. resultantes do ajuste aos modelos de Laird-Gompertz, von Bertalanffy, exponencial e linear.

Taxa	Modelo de Laird-Gompertz
<i>Mytilus edulis</i>	$y=(124,101)*\exp(((0,025)/(0,047))*(1-\exp(-(0,047)*x)))$
<i>Ruditapes</i> spp.	$y=(110,749)*\exp(((0,046)/(0,062))*(1-\exp(-(0,0612)*x)))$
Modelo de von Bertalanffy	
<i>Mytilus edulis</i>	$y=(215,629)*(1-\exp(-(0,036)*(x-(-23,727))))$
<i>Ruditapes</i> spp.	$y=(252,139)*(1-\exp(-(0,041)*(x-(-14,031))))$
Modelo Exponencial	
<i>Mytilus edulis</i>	$y=(135,068)*\exp((0,0098)*x)$
<i>R. decussatus</i>	$y=(119,582)*\exp((0,024)*x)$
Modelo Linear	
<i>Mytilus edulis</i>	$y=(132,208)+((1,689)*x)$
<i>R. decussatus</i>	$y=(115,715)+((3,779)*x)$

Tabela VIII.4 - Parâmetros de crescimento das larvas de *Mytilus edulis* e *Ruditapes* spp., calculados com base na equação do modelo de Laird-Gompertz: C_{∞} = comprimento máximo; C_i = comprimento no qual ocorre a taxa máxima de crescimento e G_{CM} = taxa máxima de crescimento.

Taxa	C_{∞} (μm)	C_i (μm)	G_{CM} ($\mu\text{m.mês}^{-1}$)
<i>Mytilus edulis</i>	209,8	97,7	4,5
<i>Ruditapes</i> spp.	234,6	109,2	6,6

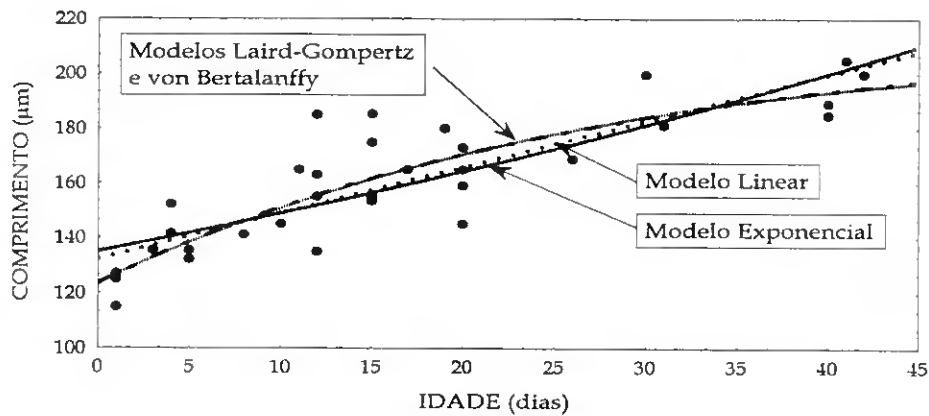


Figura 8.15 - Curvas resultantes do ajuste do comprimento das larvas de *Mytilus edulis*, aos modelos de crescimento de Laird-Gompertz, von Bertalanffy, linear e exponencial.

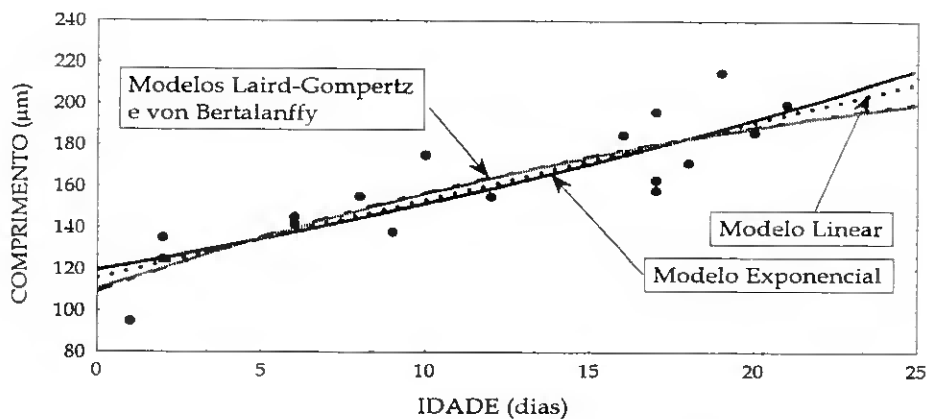


Figura 8.16 - Curvas resultantes do ajuste do comprimento das larvas de *Ruditapes* spp., aos modelos de crescimento de Laird-Gompertz, von Bertalanffy, linear e exponencial.

3.2.3 - Crescimento pós-larvar e juvenil

3.2.3.1 - colectores com areia

O crescimento mais elevado de *C. edule* foi de 1,130 mm.mês⁻¹, na coorte 7, enquanto que o valor mais reduzido ocorreu na coorte 2 (0,321 mm.mês⁻¹). Em *R. decussatus* e *V. pullastra*, as coortes com maior crescimento foram as últimas iniciadas em 1991, com valores de 1,552 mm.mês⁻¹ e 1,609 mm.mês⁻¹, respectivamente as coortes 9 e 6. Em ambas as espécies, o menor crescimento foi calculado para a primeira coorte de 1990, respectivamente com crescimento de 0,204 mm.mês⁻¹ e 0,062 mm.mês⁻¹, respectivamente. Também em *V. pullastra* a primeira coorte foi a que apresentou um crescimento menor (0,056 mm.mês⁻¹), mas o crescimento mais elevado verificou-se na coorte 3 (0,377 mm.mês⁻¹). Em *S. plana* o crescimento mais elevado verificou-se na coorte 1 (0,300 mm.mês⁻¹) e o menor valor do crescimento ocorreu na coorte 2 (0,183 mm.mês⁻¹). Relativamente a *A. ovata*, as coortes com menor e maior crescimento foram, respectivamente, a coorte 7 (0,201 mm.mês⁻¹) e a coorte 9 (0,583 mm.mês⁻¹) (Tab. VIII.5).

Tabela VIII.5 - Taxas de crescimento das coortes de pós-larvas e juvenis de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*, em mm de comprimento por mês, fixadas nos colectores com sedimento de areia: (C1 a C9 - coortes 1 a 9).

Espécies	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
<i>C. edule</i>	0,330	0,321	0,323	0,388	0,497	0,188	1,130		
<i>R. decussatus</i>	0,204	0,370	0,337	0,304	0,338	0,278	0,462	0,420	1,552
<i>V. aurea</i>	0,056	0,376	0,377	0,266	0,207				
<i>V. pullastra</i>	0,062	0,127	0,126	0,182	0,359	1,609			
<i>S. plana</i>	0,300	0,183	0,228	0,243	0,234				
<i>A. ovata</i>	0,312	0,221	0,501	0,261	0,302	0,212	0,201	0,277	0,583

3.2.3.2 - colectores com vasa

De um modo geral, o crescimento das coortes das várias espécies foi superior em vasa, relativamente ao verificado nos colectores com areia. O

crescimento mais elevado das pós-larvas de *C. edule* verificou-se na coorte 2 (1,126 mm.mês⁻¹) e o menor na coorte 3 (0,279 mm.mês⁻¹). O crescimento das coortes de *R. decussatus* e *V. pullastra* foi mais elevado na coorte 1, respectivamente, 0,736 mm.mês⁻¹ e 0,695 mm.mês⁻¹. Para essas espécies o menor crescimento ocorreu na coorte 2 (0,302 mm.mês⁻¹) e na coorte 3 (0,113 mm.mês⁻¹). O crescimento das coortes de *V. aurea* e de *S. plana* foi mais elevado nas coortes 2, respectivamente 0,407 mm.mês⁻¹ e 0,588 mm.mês⁻¹, enquanto que os menor crescimento foi calculado para as coortes 5 (0,152 mm.mês⁻¹) e 4 (0,197 mm.mês⁻¹). O crescimento das coortes de *A. ovata* variou entre 0,563 mm.mês⁻¹, na coorte 3, e 0,193 mm.mês⁻¹, na coorte 2 (Tab. VIII.6).

Tabela VIII.6 - Taxas de crescimento das coortes de pós-larvas e juvenis de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*, em mm de comprimento por mês, fixadas nos colectores com sedimento de vasa: (C1 a C5 - coortes 1 a 5).

Espécies	C1	C2	C3	C4	C5
<i>C. edule</i>	0,578	1,126	0,279	0,409	0,916
<i>R. decussatus</i>	0,736	0,302	0,602	0,334	
<i>V. aurea</i>	0,301	0,407	0,402	0,241	0,152
<i>V. pullastra</i>	0,695	0,248	0,113	0,648	0,394
<i>S. plana</i>	0,503	0,588	0,371	0,197	0,276
<i>A. ovata</i>	0,387	0,193	0,563		

3.2.4 - Modelos de crescimento pós-larvar e juvenil

3.2.4.1 - colectores com areia

De acordo com o nível de significância dos parâmetros e com as variâncias explicadas por cada um dos modelos, cujas equações se encontram nas tabelas VIII.8 e VIII.9, o modelo de Laird-Gompertz foi o que melhor descreveu o crescimento de *C. edule* (Fig. 8.17), *R. decussatus* (Fig. 8.18), *V. aurea* (Fig. 8.19), *V. pullastra* (Fig. 8.20), *S. plana* (Fig. 8.21) e *A. ovata* (Fig. 8.22) (Tab. VIII.7).

Tabela VIII.7 - Parâmetros resultantes do ajuste dos comprimentos das pós-larvas e juvenis de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*, fixados nos colectores com sedimento de areia, a diferentes modelos de crescimento. Indicam-se os erros padrão entre parêntesis; n - número de pares de valores considerados; r - coeficiente de correlação; v.e. - variância explicada e p o nível de significância (p<0,05). O comprimento estimado pelo modelo de von Bertalanffy (*) é o comprimento máximo.

Espécies	Modelo de Laird-Gompertz			Modelo von Bertalanffy		Modelo Linear		Modelo Exponencial	
	n	r	v.e (%)	r	v.e (%)	r	v.e (%)	r	v.e (%)
<i>Cardium edule</i>	27	0,95 p<0,001	90,53			0,94 p<0,001	89,07	0,93 p<0,001	87,03
<i>Ruditapes decussatus</i>	43	0,99 p<0,001	97,96			0,98 p<0,001	95,14	0,96 p<0,001	91,61
<i>Venerupis aurea</i>	38	0,92 p<0,001	83,89	0,92 p<0,001	85,16	0,92 p<0,001	84,34	0,88 p<0,001	77,26
<i>Venerupis pullastra</i>	38	0,94 p<0,001	88,15	0,94 p<0,001	87,89	0,93 p<0,001	87,00	0,89 p<0,001	78,41
<i>Scrobicularia plana</i>	33	0,99 p<0,001	97,82			0,98 p<0,001	95,62	0,97 p<0,001	93,74
<i>Abra ovata</i>	37	0,96 p<0,001	92,35	0,97 p<0,001	93,36	0,96 p<0,001	92,62	0,90 p<0,001	80,99
Comprimento inicial (mm)									
<i>Cardium edule</i>		1,11 (±0,57) p>0,05		----		-0,79 (±0,76) p<0,5		2,58 (±0,46) p<0,001	
<i>Ruditapes decussatus</i>		0,89 (±0,20) p<0,001		----		-1,72 (±0,48) p<0,001		3,39 (±0,27) p<0,001	
<i>Venerupis aurea</i>		2,60 (±1,13) p>0,01		51,75 (±27,36) p>0,05 *		2,24 (±1,08) p<0,05		6,64 (±0,74) p<0,001	
<i>Venerupis pullastra</i>		0,73 (±0,63) p>0,1		45,51 (±22,11) p>0,1 *		0,63 (±0,89) p>0,1		4,92 (±0,62) p<0,001	
<i>Scrobicularia plana</i>		0,73 (±0,16) p<0,001		----		-1,02 (±0,31) p<0,005		1,98 (±0,16) p<0,001	
<i>Abra ovata</i>		0,72 (±0,14) p<0,001		16,05 (±7,12) p<0,05 *		0,66 (±0,13) p<0,001		1,58 (±0,13) p<0,001	
Taxa de crescimento instantâneo (mês⁻¹)									
<i>Cardium edule</i>		3,86 (±0,36) p<0,001		----		2,04 (±0,14) p<0,001		0,19 (±0,02) p<0,001	
<i>Ruditapes decussatus</i>		3,97 (±0,15) p<0,001		----		2,26 (±0,08) p<0,001		0,18 (±0,008) p<0,001	
<i>Venerupis aurea</i>		2,51 (±0,33) p<0,001		0,06 (±0,04) p>0,1		2,01 (±0,14) p<0,001		0,12 (±0,01) p<0,001	
<i>Venerupis pullastra</i>		3,47 (±0,79) p<0,001		0,05 (±0,04) p>0,1		1,77 (±0,11) p<0,001		0,13 (±0,12) p<0,001	
<i>Scrobicularia plana</i>		3,71 (±0,13) p<0,001		----		1,21 (±0,05) p<0,001		0,17 (±0,008) p<0,001	
<i>Abra ovata</i>		2,43 (±0,15) p<0,001		0,05 (±0,03) p<0,1		0,56 (±0,03) p<0,001		0,13 (±0,009) p<0,001	

Os valores do comprimento inicial ajustados pelo modelo de Laird-Gompertz não foram significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$) em *C. edule*, *V. aurea* e *V. pullastra*, tendo nas restantes espécies a hipótese nula sido rejeitada ($p < 0,05$).

O comprimento máximo que as espécies podem atingir, calculado com base na equação do modelo de Laird-Gompertz, foi mais elevado em *C. edule*, *R. decussatus* e *V. aurea*, e menor em *V. pullastra* e *A. ovata*. As taxas máximas de crescimento, determinadas teoricamente, foram mais elevadas em *R. decussatus* ($3,62 \text{ mm.mês}^{-1}$ em areia) e em *C. edule* ($3,31 \text{ mm.mês}^{-1}$ em areia), enquanto que os valores mais reduzidos encontraram-se nos Scrobiculariidae: *S. plana* ($1,15 \text{ mm.mês}^{-1}$ em vasa) e *A. ovata* ($0,82 \text{ mm.mês}^{-1}$ em areia) (Tab. VIII.10).

As taxas máximas de crescimento ocorreram em bivalves com comprimento superior a 20 mm, em *C. edule* e *R. decussatus*, entre 10 e 15 mm em *V. aurea*, *S. plana* e *V. pullastra*, e com comprimento inferior a 5 mm em *A. ovata*. Excepto em *V. aurea* os valores dos vários parâmetros de crescimento foram sempre inferiores em vasa, comparativamente aos calculados nos colectores com sedimento de areia (Tab. VIII.10).

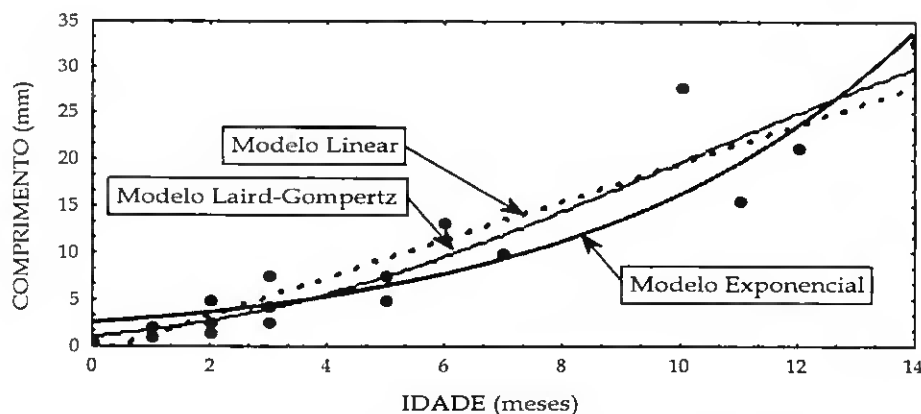


Figura 8.17 - Curvas resultantes do ajuste do comprimento das pós-larvas e juvenis de *Cardium edule* fixados nos colectores de areia, aos modelos de crescimento de Laird-Gompertz, linear e exponencial.

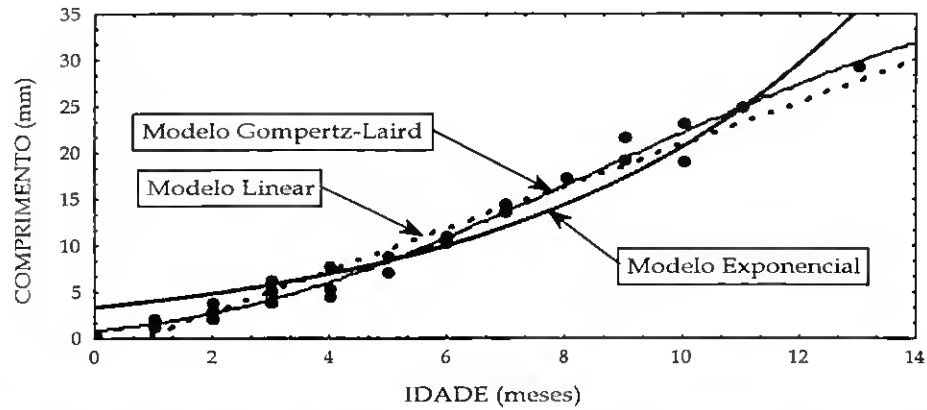


Figura 8.18 - Curvas resultantes do ajuste do comprimento das pós-larvas e juvenis de *Ruditapes decussatus* fixados nos colectores de areia, aos modelos de crescimento de Laird-Gompertz, linear e exponencial.

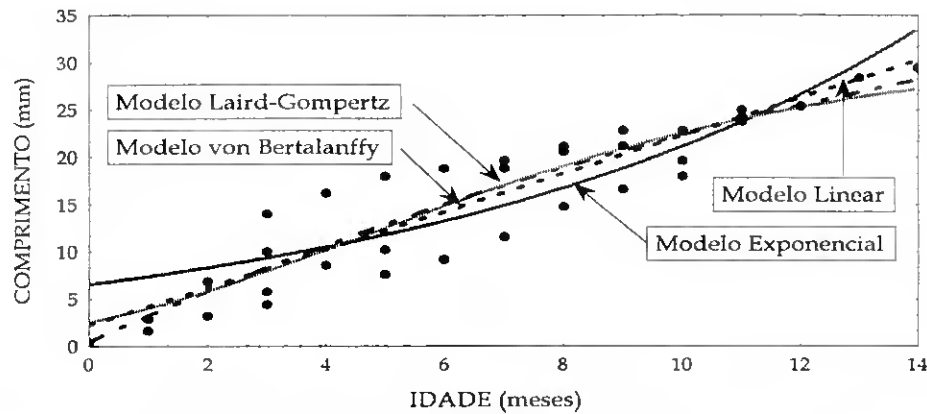


Figura 8.19 - Curvas resultantes do ajuste do comprimento das pós-larvas e juvenis de *Venerupis aurea* fixados nos colectores de areia, aos modelos de crescimento de Laird-Gompertz, linear e exponencial.

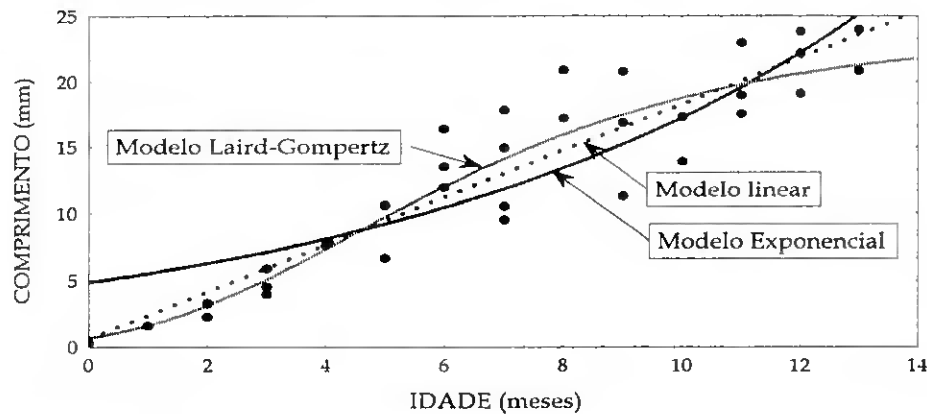


Figura 8.20 - Curvas resultantes do ajuste do comprimento das pós-larvas e juvenis de *Venerupis pullastra* fixados nos colectores de areia, aos modelos de crescimento de Laird-Gompertz, linear e exponencial.

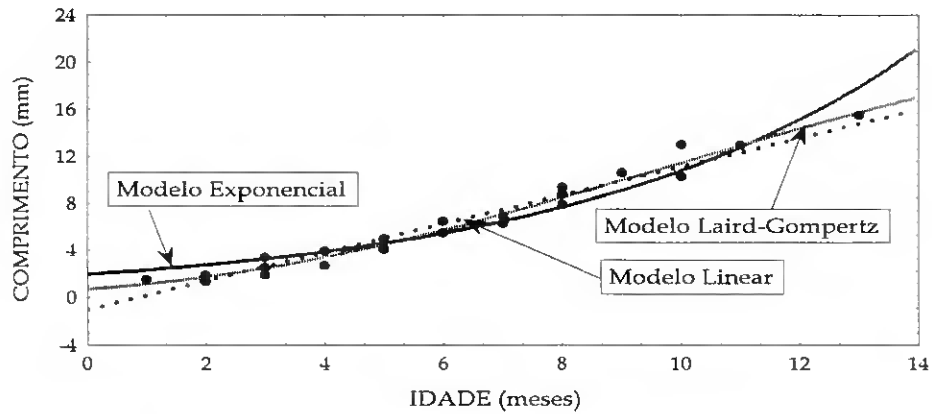


Figura 8.21 - Curvas resultantes do ajuste do comprimento das pós-larvas e juvenis de *Scrobicularia plana* fixados nos colectores de areia, aos modelos de crescimento de Laird-Gompertz, linear e exponencial.

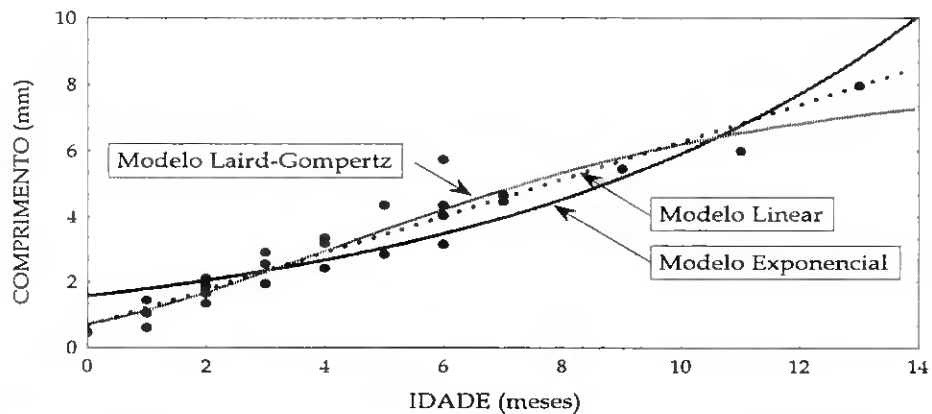


Figura 8.22 - Curvas resultantes do ajuste do comprimento das pós-larvas e juvenis de *Abra ovata* fixados nos colectores de areia, aos modelos de crescimento de Laird-Gompertz, linear e exponencial.

3.2.4.2 - colectores com vasa

As equações resultantes do ajuste dos dados a diferentes modelos encontram-se expressas nas tabelas VIII.8 e VIII.9.

Com base no valor da variância explicada e no nível de significância dos parâmetros dos modelos, verificou-se que os crescimentos de *C. edule* (Fig. 8.23), *V. aurea* (Fig. 8.25) e *V. pullastra* (Fig. 8.26) ajustaram-se melhor ao modelo de Laird-Gompertz. Os crescimentos de *R. decussatus* (Fig. 8.24) e *S. plana* (Fig. 8.27)

ajustaram-se melhor aos modelos linear e exponencial, respectivamente. As taxas de crescimento mais elevadas ocorreram em *V. aurea* ($4,06 \pm 0,83 \text{.mês}^{-1}$) e em *V. pullastra* ($3,98 \pm 0,48 \text{.mês}^{-1}$), enquanto que o menor crescimento verificou-se em *S. plana* ($2,83 \pm 2,19 \text{.mês}^{-1}$). Em *R. decussatus* e *C. edule* o crescimento foi intermédio relativamente às espécies anteriores, $3,62 \pm 2,24 \text{.mês}^{-1}$ e $3,53 \pm 1,09 \text{.mês}^{-1}$, respectivamente (Tab. VIII.11).

Dos comprimentos iniciais propostos pelo modelo de Laird-Gompertz, apenas em *V. aurea* ($0,45 \pm 0,83 \text{ mm}$) foi significativo ($H_0: p < 0,05$). Para as restantes espécies, o comprimento inicial não foi significativo, excepto no ajuste dos dados ao modelo exponencial (Tab. VIII.11).

O comprimento máximo calculado teoricamente com base no ajuste do modelo de Laird-Gompertz, foi mais elevado em *V. pullastra* (36,93 mm) e menor em *S. plana* (12,03 mm). Nas restantes espécies, *C. edule*, *R. decussatus* e *V. aurea* o crescimento máximo calculado foi 22,86 mm, 23,52 mm e 26,09 mm, respectivamente. A taxa máxima de crescimento mais elevada foi $3,07 \text{ mm.mês}^{-1}$ em *V. pullastra* e comparativamente menor em *S. plana* ($1,15 \text{ mm.mês}^{-1}$). Estas espécies também estabeleceram os limites máximo e mínimo dos valores do comprimento nos quais ocorreu a taxa máxima de crescimento, concretamente 17,19 mm em *V. pullastra* e 5,60 mm em *S. plana* (Tab. VIII.10).

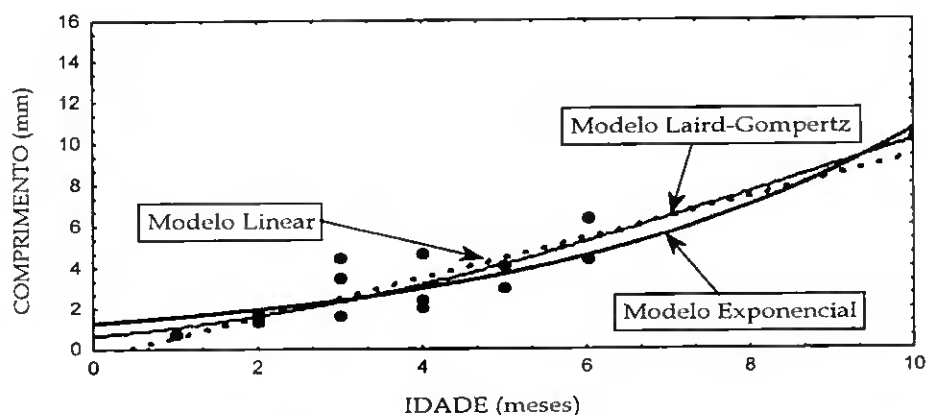


Figura 8.23 - Modelos de crescimento: de Laird-Gompertz, linear e exponencial ajustados às pós-larvas de *Cardium edule* fixadas nos colectores de vasa.

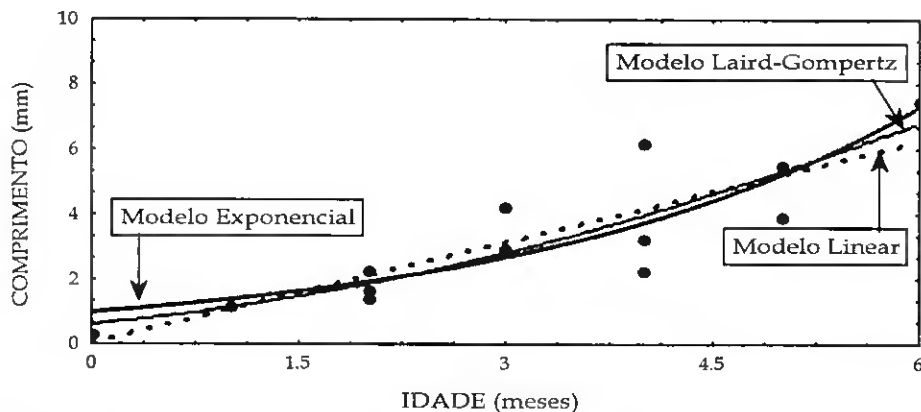


Figura 8.24 - Modelos de crescimento: de Laird-Gompertz, linear e exponencial ajustados às pós-larvas de *Ruditapes decussatus* fixadas nos colectores de vasa.

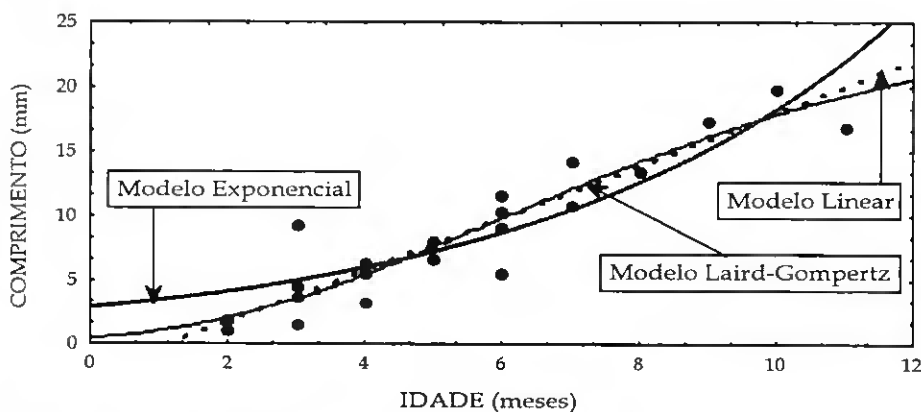


Figura 8.25 - Modelos de crescimento: de Laird-Gompertz, linear e exponencial ajustados às pós-larvas de *Venerupis aurea* fixadas nos colectores de vasa.

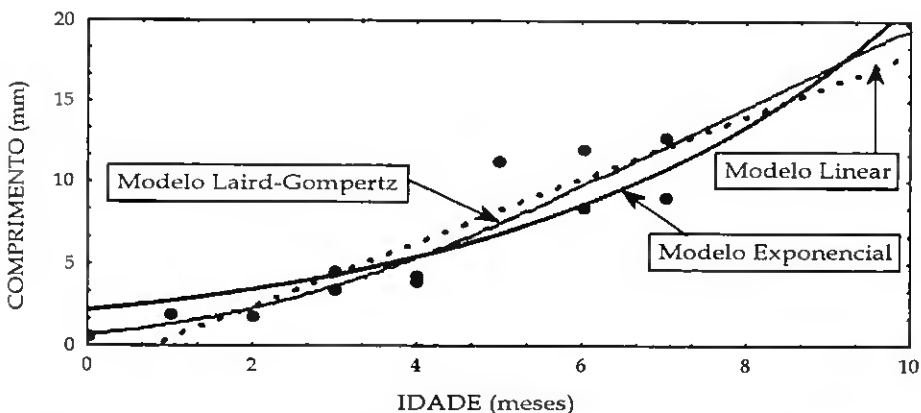


Figura 8.26 - Modelos de crescimento: de Laird-Gompertz, linear e exponencial ajustados às pós-larvas de *Venerupis pullastra* fixadas nos colectores de vasa.

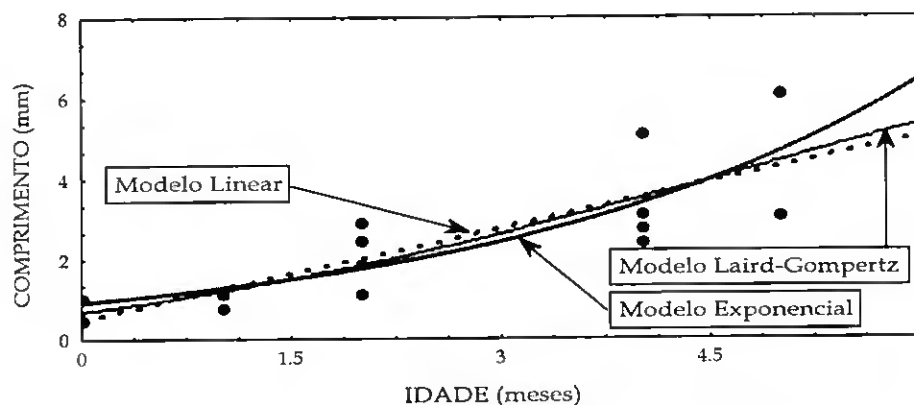


Figura 8.27 - Modelos de crescimento: de Laird-Gompertz, linear e exponencial ajustados às pós-larvas de *Scrobicularia plana* fixadas nos colectores de vasa.

Tabela VIII.8 - Equações de crescimento das pós-larvas e juvenis de bivalves fixados em areia e em vasa, resultantes do ajustamento aos modelos de Laird-Gompertz e de von Bertalanffy.

Espécies	Modelo de Gompertz-Laird (AREIA)
<i>C. edule</i>	$y = 1,111 * \exp(((0,529)/(0,137)) * (1 - \exp(-0,137 * x)))$
<i>R. decussatus</i>	$y = 0,889 * \exp(((0,662)/(0,167)) * (1 - \exp(-0,167 * x)))$
<i>V. aurea</i>	$y = 2,601 * \exp(((0,499)/(0,199)) * (1 - \exp(-0,199 * x)))$
<i>V. pullastra</i>	$y = 0,732 * \exp(((0,954)/(0,275)) * (1 - \exp(-0,275 * x)))$
<i>S. plana</i>	$y = 0,726 * \exp(((0,506)/(0,136)) * (1 - \exp(-0,136 * x)))$
<i>A. ovata</i>	$y = 0,716 * \exp(((0,534)/(0,219)) * (1 - \exp(-0,219 * x)))$
Espécies	Modelo de Gompertz-Laird (VASA)
<i>C. edule</i>	$y = 0,672 * \exp(((0,515)/(0,146)) * (1 - \exp(-0,146 * x)))$
<i>R. decussatus</i>	$y = 0,633 * \exp(((0,645)/(0,178)) * (1 - \exp(-0,178 * x)))$
<i>V. aurea</i>	$y = 0,446 * \exp(((0,975)/(0,240)) * (1 - \exp(-0,239 * x)))$
<i>V. pullastra</i>	$y = 0,698 * \exp(((0,721)/(0,181)) * (1 - \exp(-0,181 * x)))$
<i>S. plana</i>	$y = 0,714 * \exp(((0,589)/(0,208)) * (1 - \exp(-0,208 * x)))$
Espécies	Modelo de von Bertalanffy (AREIA)
<i>V. aurea</i>	$y = 51,745 * (1 - \exp(-0,056 * (x - (-0,174))))$
<i>V. pullastra</i>	$y = 45,508 * (1 - \exp(-0,054 * (x - (-0,344))))$
<i>A. ovata</i>	$y = 16,051 * (1 - \exp(-0,046 * (x - (-0,589))))$

Tabela VIII.9 - Equações de crescimento das pós-larvas e juvenis de bivalves fixados nos colectores com areia e vasa, resultantes do ajustamento aos modelos exponencial e linear.

Espécies	Linear (AREIA)	Linear (VASA)
<i>C. edule</i>	$y = -0,789 + (2,037 \cdot x)$	$y = -0,404 + (0,974 \cdot x)$
<i>R. decussatus</i>	$y = -1,723 + (2,264 \cdot x)$	$y = 0,034 + (1,036 \cdot x)$
<i>V. aurea</i>	$y = 2,243 + (2,005 \cdot x)$	$y = -2,294 + (2,026 \cdot x)$
<i>V. pullastra</i>	$y = 0,629 + (1,768 \cdot x)$	$y = -1,499 + (1,937 \cdot x)$
<i>S. plana</i>	$y = -1,019 + (1,215 \cdot x)$	$y = 0,501 + (0,759 \cdot x)$
<i>A. ovata</i>	$y = 0,656 + (0,562 \cdot x)$	-----
Espécies	Exponencial (AREIA)	Exponencial (VASA)
<i>C. edule</i>	$y = 2,581 \cdot \exp((0,185) \cdot x)$	$y = 1,284 \cdot \exp((0,211) \cdot x)$
<i>R. decussatus</i>	$y = 3,386 \cdot \exp((0,181) \cdot x)$	$y = 0,989 \cdot \exp((0,333) \cdot x)$
<i>V. aurea</i>	$y = 6,637 \cdot \exp((0,116) \cdot x)$	$y = 2,871 \cdot \exp((0,185) \cdot x)$
<i>V. pullastra</i>	$y = 4,912 \cdot \exp((0,122) \cdot x)$	$y = 2,207 \cdot \exp((0,226) \cdot x)$
<i>S. plana</i>	$y = 1,977 \cdot \exp((0,170) \cdot x)$	$y = 0,931 \cdot \exp((0,322) \cdot x)$
<i>A. ovata</i>	$y = 1,578 \cdot \exp((0,133) \cdot x)$	-----

Tabela VIII.10 - Parâmetros de crescimento das pós-larvas e juvenis de bivalves fixados nos colectores com areia e vasa, calculados com base na equação do modelo de Laird-Gompertz: C_{∞} = comprimento máximo; C_i = comprimento no qual ocorre a taxa máxima de crescimento e; G_{CM} = taxa máxima de crescimento.

Espécies	C_{∞} (mm)		C_i (mm)		G_{CM} (mm.mês ⁻¹)	
	AREIA	VASA	AREIA	VASA	AREIA	VASA
<i>Cardium edule</i>	52,69	22,86	24,53	10,64	3,31	1,53
<i>Ruditapes decussatus</i>	47,16	23,52	21,95	10,95	3,62	1,92
<i>Venerupis aurea</i>	31,88	26,09	14,84	12,15	2,91	2,86
<i>Venerupis pullastra</i>	23,46	36,93	10,92	17,19	2,96	3,07
<i>Scrobicularia plana</i>	29,82	12,03	13,88	5,60	1,86	1,15
<i>Abra ovata</i>	8,18		3,81		0,82	

Tabela VIII.11 - Parâmetros resultantes do ajuste dos comprimentos das pós-larvas e juvenis de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata* fixados nos colectores com sedimento de vasa a diferentes modelos de crescimento. Indicam-se os erros padrão entre parêntesis; n - número de pares de valores considerados; r - coeficiente de correlação; v.e. - variância explicada e p o nível de significância (p<0,05). O comprimento estimado pelo modelo de von Bertalanffy (*) é o comprimento máximo.

Espécies	Modelo de Laird-Gompertz			Modelo von Bertalanffy		Modelo Linear		Modelo Exponencial	
	n	r	v.e. (%)	r	v.e. (%)	r	v.e. (%)	r	v.e. (%)
<i>Cardium edule</i>	21	0,91 p<0,001	83,70	0,91 p<0,001	82,81	0,91 p<0,001	82,85	0,90 p<0,001	80,61
<i>Ruditapes decussatus</i>	14	0,89 p<0,001	78,46	0,88 p<0,001	77,78	0,88 p<0,001	77,79	0,88 p<0,001	77,38
<i>Venerupis aurea</i>	23	0,94 p<0,001	87,87	0, p<0,001		0,93 p<0,001	87,42	0,90 p<0,001	80,76
<i>Venerupis pullastra</i>	15	0,95 p<0,001	91,11	0, p<0,001		0,94 p<0,001	88,52	0,93 p<0,001	86,98
<i>Scrobicularia plana</i>	17	0,84 p<0,001	71,01	0, p<0,001		0,84 p<0,001	70,64	0,84 p<0,001	70,15
Comprimento inicial (mm)									
<i>Cardium edule</i>	0,67 (±0,96) p>0,5			---		-0,40(±0,41) p>0,1		1,28(±0,02) p<0,001	
<i>Ruditapes decussatus</i>	0,63 (±0,58) p>0,1			---		0,03 (±0,55) p>0,5		0,33 (±0,06) p<0,001	
<i>Venerupis aurea</i>	0,45 (±0,83) p<0,001			---		-2,29 (±0,17) p<0,001		2,87 (±0,79) p<0,001	
<i>Venerupis pullastra</i>	0,69 (±0,57) p>0,1			---		-1,49 (±0,95) p>0,1		2,21 (±0,02) p<0,001	
<i>Scrobicularia plana</i>	0,71 (±0,44) p>0,1			---		0,50 (±0,36) p>0,1		0,93 (±0,24) p<0,001	
Taxa de crescimento instantâneo (mês⁻¹)									
<i>Cardium edule</i>	3,53 (±1,09) p<0,005			---		0,97 (±0,10) p<0,001		0,21 (±0,019) p<0,001	
<i>Ruditapes decussatus</i>	3,62 (±2,24) p>0,1			---		1,04 (±0,16) p<0,001		0,33 (±0,06) p<0,001	
<i>Venerupis aurea</i>	4,06 (±0,83) p<0,001			---		2,03 (±0,17) p<0,001		0,19 (±0,02) p<0,001	
<i>Venerupis pullastra</i>	3,98 (±0,48) p<0,001			---		1,94 (±0,19) p<0,001		0,23 (±0,02) p<0,001	
<i>Scrobicularia plana</i>	2,83 (±2,19) p>0,1			---		0,76 (±0,13) p>0,1		0,32 (±0,06) p<0,001	

3.3 - Mortalidade

3.3.1 - Mortalidade larvar

A redução do número de larvas com a idade em *Mytilus edulis* (Fig. 8.28) foi mais acentuada comparativamente à verificada em *Ruditapes* spp. (Fig. 8.29).

A taxa de mortalidade foi mais elevada em *M. edulis* ($0,121 \pm 0,027 \text{ dia}^{-1}$) do que em *Ruditapes* spp. ($0,100 \pm 0,329 \text{ dia}^{-1}$). Apesar dos valores da variância explicada não terem sido muito elevados, respectivamente 54,84% e 51,84%, todos os coeficientes do modelo de mortalidade foram significativos ($p < 0,05$), para ambos os taxa (Tab. VIII.12).

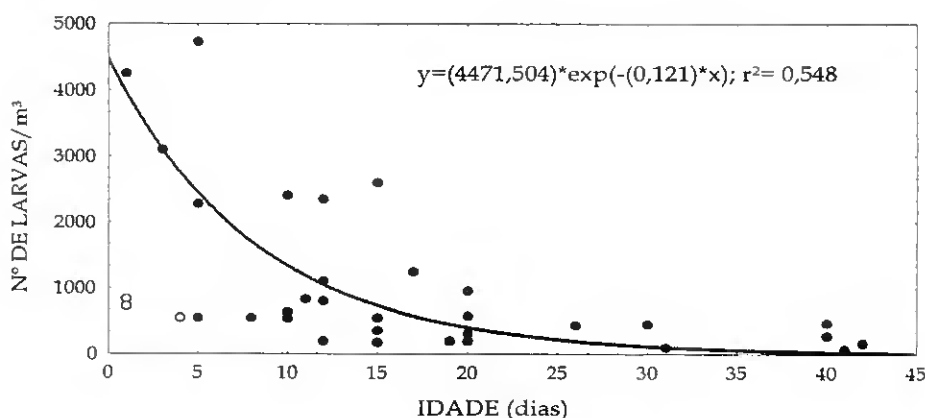


Figura 8.28 - Curva resultante do ajuste do modelo de mortalidade às abundâncias das larvas de *Mytilus edulis*. As marcas preenchidas indicam os pontos utilizados para o ajuste do modelo.

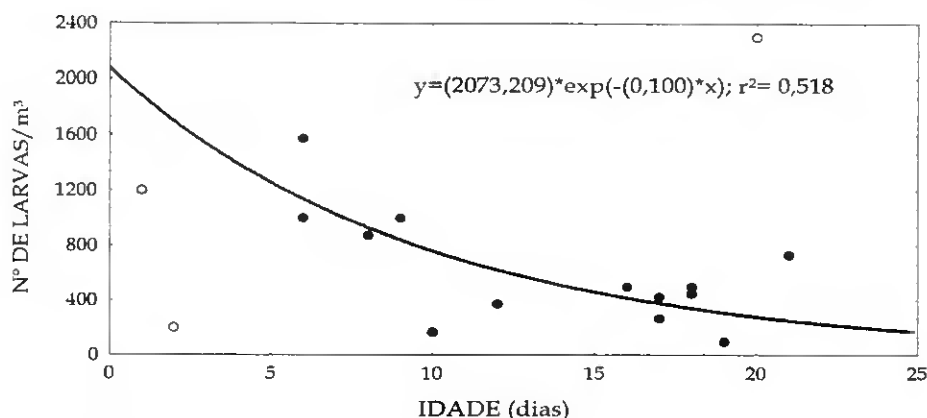


Figura 8.29 - Curva resultante do ajuste do modelo de mortalidade às abundâncias das larvas de *Ruditapes* spp.. As marcas preenchidas indicam os pontos utilizados para o ajuste do modelo.

Tabela VIII.12 - Parâmetros resultantes do ajuste das abundâncias das larvas de *Mytilus edulis* e *Ruditapes* spp.. ao modelo de mortalidade. Indicam-se os erros padrão entre parêntesis. **n** - número de pares de valores considerados; **r** - coeficiente de correlação; **v.e.** - variância explicada e **p** o nível de significância ($p < 0,05$).

Taxa	n	r	v.e. (%)	Nº inicial de larvas/m ³	Taxa de Mortalidade (dia ⁻¹)
<i>Mytilus edulis</i>	31	0,74 p<0,001	54,84	4471,50 (±815,37) p<0,001	0,121 (±0,027) p<0,001
<i>Ruditapes</i> spp.	15	0,72 p<0,001	51,84	2073,21 (±647,79) p<0,01	0,100 (±0,329) p<0,01

3.3.2 - Mortalidade das coortes larvares

Verificou-se uma variação acentuada das taxas de mortalidade entre as coortes larvares sucessivas. Em *M. edulis*, a coorte 9 e a coorte 7 foram as que apresentaram os valores mais elevados e menores da mortalidade, respectivamente, 0,227 dia⁻¹ e 0,011 dia⁻¹ (Tab. VIII.13). Nas larvas de *Ruditapes* spp., a amplitude dos valores da mortalidade foi menor, tendo variado entre 0,201 dia⁻¹ na coorte 3, e 0,073 dia⁻¹ na coorte 2.

Tabela VIII.13 - Taxas de mortalidade das coortes de larvas de *Mytilus edulis* e *Ruditapes* spp., por dia, no plâncton da Ria Formosa: (C1 a C10 - coortes 1 a 10).(*) coortes em que a mortalidade assumiu valores negativos.

Taxa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
<i>M. edulis</i>	0,151	0,143	0,053	0,021	0,074	0,115	0,011	*	0,227	0,072
<i>Ruditapes</i> spp.	*	0,073	0,201	*	*					

3.3.3 - Mortalidade na transição do plâncton para o bentos

A mortalidade na transição do plâncton para o bentos (entre o número de larvas planctônicas e o número de pós-larvas recém-fixadas) foi, em média, superior em *C. edule* (0,181±0,012 dia⁻¹) comparativamente a *R. decussatus*

($0,171 \pm 0,019 \text{ dia}^{-1}$). Em *C. edule* a mortalidade mais elevada ocorreu em 22 de Setembro de 1990 ($0,30 \text{ dia}^{-1}$) e a menor em ($0,09 \text{ dia}^{-1}$) (Fig. 8.30). Em *R. decussatus* a menor mortalidade na aquisição da vida bentónica ($0,07 \text{ dia}^{-1}$) verificou-se em 25 de Outubro de 1990, e os valores mais elevados ($0,25 \text{ dia}^{-1}$) ocorreram em 3 e 7 de Junho, respectivamente de 1990 e de 1991 (Fig. 8.31).

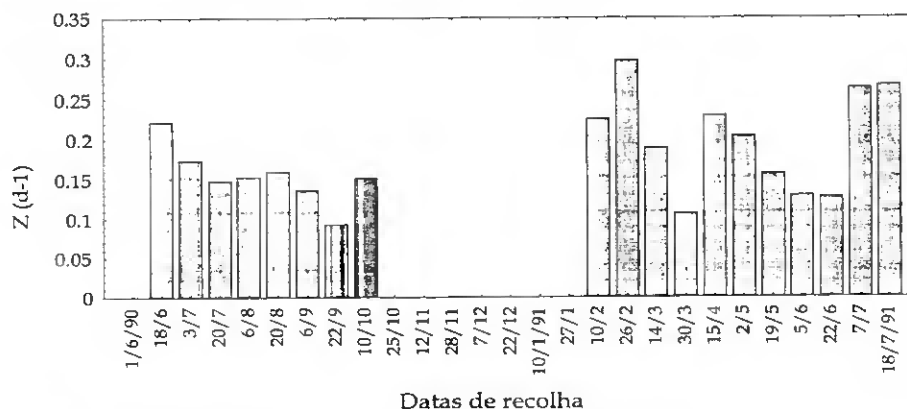


Figura 8.30 - Mortalidade na transição do plâncton para o bentos, calculada para *Cardium edule*, em intervalos quinzenais, durante o período de amostragem.

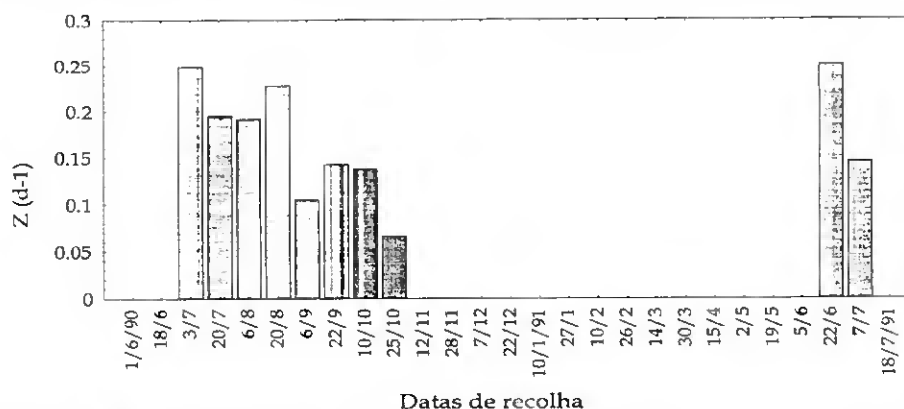


Figura 8.31 - Mortalidade na transição do plâncton para o bentos, calculada para *Ruditapes decussatus*, em intervalos quinzenais, durante o período amostragem.

3.3.4 - Mortalidade pós-larvar e juvenil

A evolução do número de pós-larvas das várias espécies com a idade, encontra-se representada graficamente nas figuras 8.32 a 8.37. Excepto em *R. decussatus* (Fig. 8.33), a redução do número de pós-larvas foi mais acentuada nos bivalves provenientes de colectores com sedimento de areia.

3.3.4.1 - colectores com areia

As taxas de mortalidade, expressas na tabela VIII.14, foram mais elevadas em *V. pullastra* ($1,305 \pm 0,521$ mês⁻¹) (Fig. 8.35) e *R. decussatus* ($0,710 \pm 0,224$ mês⁻¹), enquanto que a menor mortalidade ocorreu em *C. edule* ($0,299 \pm 0,079$ mês⁻¹) (Fig. 8.32). Em *V. aurea* (Fig. 8.34), *S. plana* (Fig. 8.36) e *A. ovata* (Fig. 8.37), as taxas de mortalidade foram intermédias relativamente às restantes espécies, respectivamente, $0,693 \pm 0,095$ mês⁻¹, $0,593 \pm 0,316$ mês⁻¹ e $0,486 \pm 0,199$ mês⁻¹. As taxas de mortalidade foram significativas ($p < 0,05$), excepto na calculada para *S. plana* ($p > 0,05$) (Tab. VIII.14).

3.3.4.2 - colectores com vasa

Os valores mais elevados das taxas de mortalidade ocorreram em *S. plana* ($1,314 \pm 1,233$ mês⁻¹) e em *R. decussatus* ($0,786 \pm 0,202$ mês⁻¹). *C. edule* e *V. pullastra* apresentaram valores semelhantes, respectivamente $0,156 \pm 0,135$ mês⁻¹ e $0,175 \pm 0,063$ mês⁻¹, enquanto que a menor taxa de mortalidade foi calculada para as pós-larvas de *V. aurea* ($0,092 \pm 0,068$ mês⁻¹) (Tab. VIII.14). Destas taxas de mortalidade, apenas a calculada para *R. decussatus* foi significativa ($p < 0,05$).

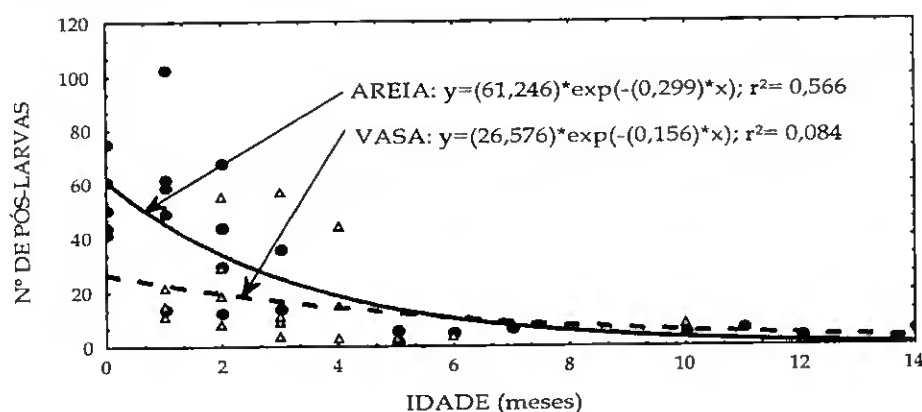


Figura 8.32 - Curva resultante do ajuste do modelo de mortalidade às abundâncias das pós-larvas e juvenis de *Cardium edule* em areia e vasa. As marcas preenchidas indicam os pontos utilizados para o ajuste do modelo.

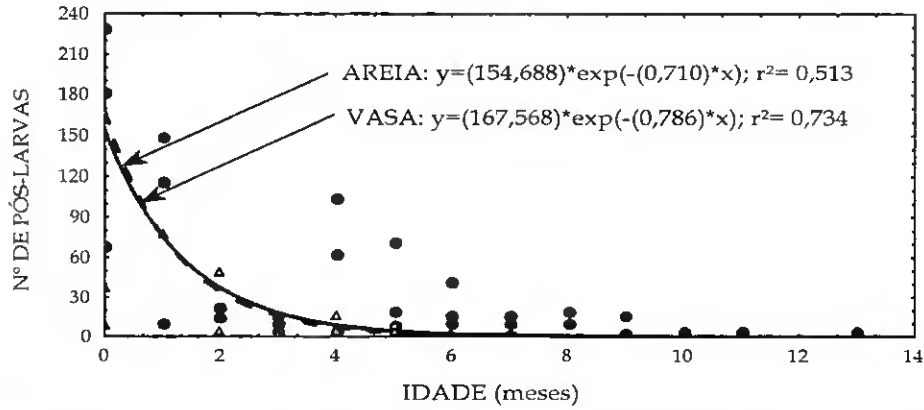


Figura 8.33 - Curva resultante do ajuste do modelo de mortalidade às abundâncias das pós-larvas e juvenis de *Ruditapes decussatus* em areia e vasa. As marcas preenchidas indicam os pontos utilizados para o ajuste do modelo.

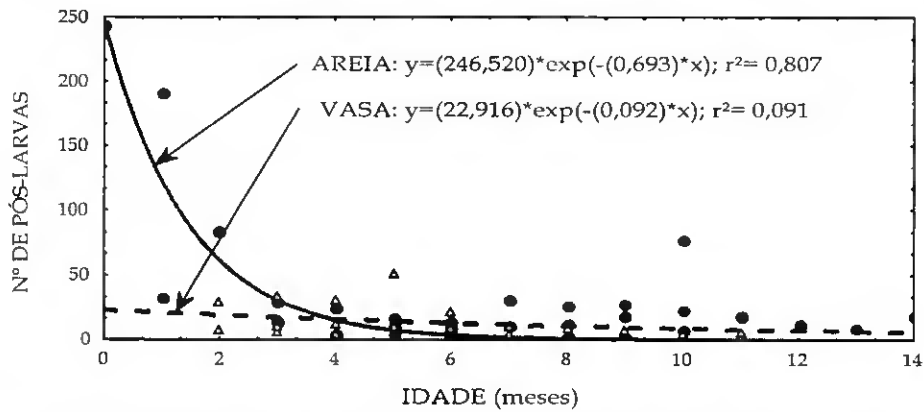


Figura 8.34 - Curva resultante do ajuste do modelo de mortalidade às abundâncias das pós-larvas e juvenis de *Venerupis aurea* em areia e vasa. As marcas preenchidas indicam os pontos utilizados para o ajuste do modelo.

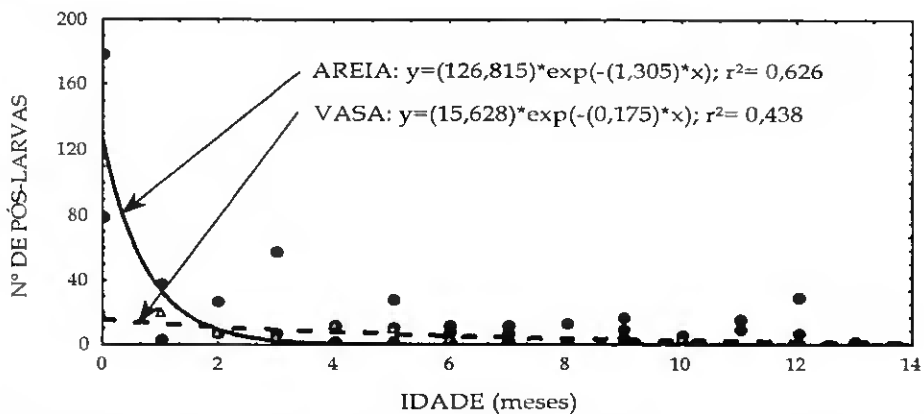


Figura 8.35 - Curva resultante do ajuste do modelo de mortalidade às abundâncias das pós-larvas e juvenis de *Venerupis pullastra* em areia e vasa. As marcas preenchidas indicam os pontos utilizados para o ajuste do modelo.

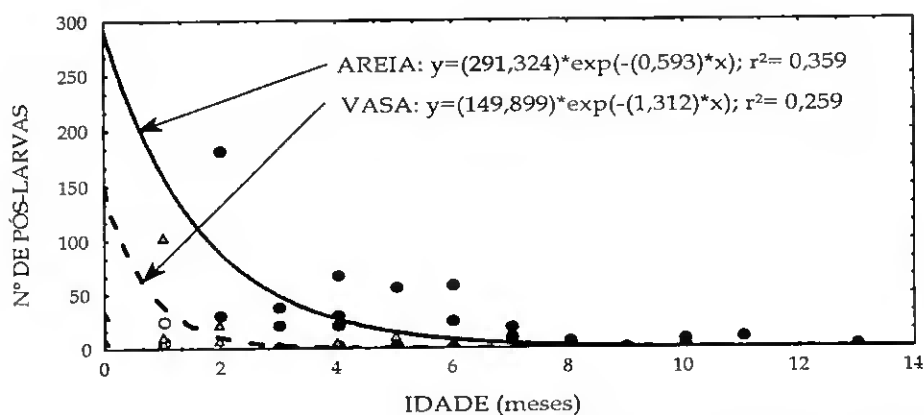


Figura 8.36 - Curva resultante do ajuste do modelo de mortalidade às abundâncias das pós-larvas e juvenis de *Scrobicularia plana* em areia e vasa. As marcas preenchidas indicam os pontos utilizados para o ajuste do modelo.

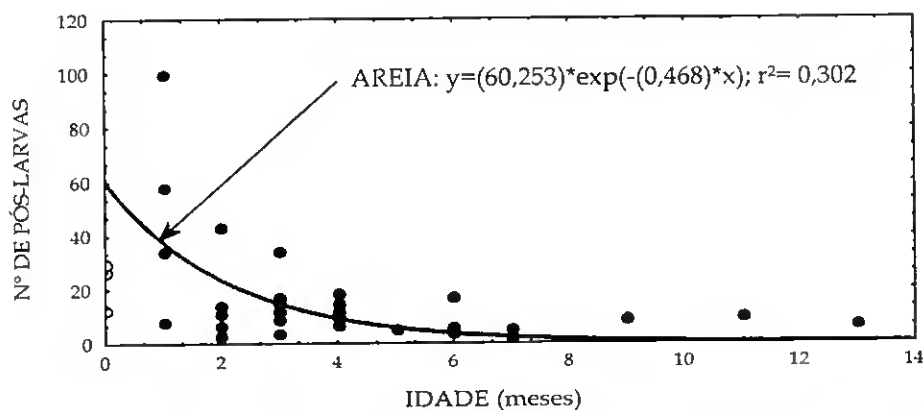


Figura 8.37 - Curva resultante do ajuste do modelo de mortalidade às abundâncias das pós-larvas e juvenis de *Abra ovata* em areia e vasa. As marcas preenchidas indicam os pontos utilizados para o ajuste do modelo.

3.3.5 - Mortalidade das coortes pós-larvares e juvenis

3.3.5.1 - colectores com areia

Em *C. edule* a mortalidade foi mais intensa na coorte 6 (1,513.mês⁻¹) e menor na coorte 1 (0,150.mês⁻¹). Também em *R. decussatus*, *V. pullastra* e *A. ovata* a menor mortalidade foi calculada nas coortes mais iniciais, respectivamente, coorte 1 (0,022.mês⁻¹), coorte 3 (0,034.mês⁻¹) e coorte 2 (0,048.mês⁻¹). Para essas espécies,

pela mesma ordem, a mortalidade foi mais elevada na coorte 9 (1,807.mês⁻¹), coorte 6 (2,983.mês⁻¹) e coorte 6 (0,538.mês⁻¹). Em *V. aurea* e *S. plana* registou-se a mortalidade mais elevada na coorte 4 (0,248.mês⁻¹) e na coorte 1 (0,212.mês⁻¹), respectivamente, e os valores menores ocorreram nas coortes 3 (0,237.mês⁻¹) e 5 (0,076.mês⁻¹) (Tab. VIII.15).

Tabela VIII.14 - Parâmetros do modelo de mortalidade resultante do ajuste das abundâncias das pós-larvas e juvenis de *Ruditapes decussatus*, *Cardium edule*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*. Indicam-se os erros padrão entre parêntesis: n - número de pares de valores considerados; r - coeficiente de correlação; v.e. - variância explicada e p o nível de significância (p<0,05).

Espécies (AREIA)	n	r	v.e. (%)	Nº inicial de pós-larvas	Taxa de Mortalidade (Z) (mês ⁻¹)
<i>Cardium edule</i>	27	0,75 p<0,001	56,57	61,25 (±7,16) p<0,001	0,299 (±0,079) p<0,001
<i>Ruditapes decussatus</i>	43	0,72 p<0,001	51,30	154,69 (±21,83) p<0,001	0,710 (±0,224) p<0,005
<i>Venerupis aurea</i>	38	0,90 p<0,001	80,71	246,52 (±18,67) p<0,001	0,693 (±0,095) p<0,001
<i>Venerupis pullastra</i>	38	0,79 p<0,001	62,64	126,82 (±14,12) p<0,001	1,305 (±0,521) p<0,05
<i>Scrobicularia plana</i>	30	0,60 p<0,001	35,98	291,32 (±249,15) p>0,1	0,593 (±0,316) p<0,1
<i>Abra ovata</i>	30	0,55 p<0,001	30,21	60,25 (±21,58) p<0,01	0,468 (±0,199) p<0,05
Espécies (VASA)	n	r	v.e. (%)	Nº inicial de pós-larvas	Taxa de Mortalidade (Z) (mês ⁻¹)
<i>Cardium edule</i>	21	0,29 p<0,001	8,40	26,58 (±10,60) p<0,1	0,156 (±0,135) p>0,1
<i>Ruditapes decussatus</i>	14	0,86 p<0,001	73,39	167,57 (±55,66) p<0,1	0,786 (±0,202) p<0,005
<i>Venerupis aurea</i>	23	0,30 p<0,001	9,10	22,92 (±7,84) p<0,01	0,092 (±0,068) p>0,1
<i>Venerupis pullastra</i>	15	0,66 p<0,001	43,82	15,63 (±2,93) p<0,001	0,175 (±0,063) p<0,1
<i>Scrobicularia plana</i>	17	0,51 p<0,001	25,97	149,90 (±209,78) p<0,5	1,314 (±1,233) p<0,5

Tabela VIII.15 - Taxas de mortalidade das várias coortes de pós-larvas e juvenis, por mês, de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata* fixadas nos colectores com sedimento de areia: (C1 a C9 - coortes 1 a 9). (*) coortes em que a mortalidade assumiu valores negativos.

Espécies	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
<i>C. edule</i>	0,150	0,227	0,216	0,386	0,368	1,513	(*)		
<i>R. decussatus</i>	0,022	0,368	0,362	0,458	0,415	0,582	0,418	1,705	1,807
<i>V. aurea</i>	(*)	0,246	0,237	0,248	(*)				
<i>V. pullastra</i>	(*)	0,045	0,034	0,015	0,295	2,983			
<i>S. plana</i>	0,212	0,180	0,108	0,141	0,076				
<i>A. ovata</i>	0,140	0,048	0,203	0,446	(*)	0,538	0,306	(*)	(*)

3.3.5.2 - colectores com vasa

Em *C. edule* a coorte 5 foi aquela onde se registou uma mortalidade mais elevada ($2,621.mês^{-1}$), tendo a menor mortalidade ocorrido na coorte 3 ($0,070.mês^{-1}$). Os valores extremos da mortalidade ocorreram em *R. decussatus* na coorte 4 ($0,585.mês^{-1}$) e na coorte 3 ($0,194.mês^{-1}$) (Tab. VIII.16).

Tabela VIII.16 - Taxas de mortalidade das várias coortes de pós-larvas e juvenis de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*, por mês, fixados nos colectores com sedimento de vasa: (C1 a C5 - coortes 1 a 5). (*) coortes em que a mortalidade assumiu valores negativos.

Espécies	C1	C2	C3	C4	C5
<i>C. edule</i>	0,664	(*)	0,070	0,158	2,621
<i>R. decussatus</i>	0,203	0,288	0,194	0,585	
<i>V. aurea</i>	0,032	0,165	0,212	0,112	0,202
<i>V. pullastra</i>	0,408	0,319	0,183	(*)	(*)
<i>S. plana</i>	(*)	0,084	0,358	0,211	0,347
<i>A. ovata</i>	(*)	0,597	(*)		

A mortalidade da coorte 3 (0,212.mês⁻¹) foi a mais elevada em *V. aurea*, enquanto que a mais reduzida verificou-se na coorte 1 (0,032.mês⁻¹). Nas pós-larvas de *V. pullastra*, a mortalidade diminuiu da primeira para a última coorte, concretamente da coorte 1 (0,408.mês⁻¹) para a coorte 3 (0,183.mês⁻¹). A amplitude da mortalidade das coortes pós-larvares de *S. plana* variou entre (0,084.mês⁻¹) na coorte 2 e (0,358.mês⁻¹) na coorte 3. Em *A. ovata* apenas foi possível calcular a mortalidade da coorte 3 (0,597.mês⁻¹)(Tab. VIII.16).

3.4 - Razão mortalidade / crescimento (Z/K)

A razão Z/K foi mais elevada nas larvas de *Mytilus edulis* (0,230) do que nas de *Ruditapes* spp. (0,133) (Tab. VIII.17). Relativamente aos bivalves capturados no sedimento dos colectores, excepto em *Ruditapes decussatus* (Z/K=0,217) e *Scrobicularia plana* (Z/K=0,464) nos colectores com vasa, enquanto que em areia os valores de Z/K calculados foram, respectivamente, 0,179 e 0,160, a razão Z/K foi sempre superior nos bivalves fixados em areia. Assim, os valores desta relação, para *C. edule*, *V. aurea*, *V. pullastra* e *A. ovata* em areia foram, 0,077, 0,276, 0,376 e 0,193, enquanto que em vasa e, exceptuando *A. ovata*, os valores determinados foram 0,044, 0,023 e 0,044, respectivamente (Tab. VIII.18).

Tabela VIII.17 - Razão Z/K calculada para as larvas de *Mytilus edulis* e de *Ruditapes* spp. capturadas do plâncton da Ria Formosa; (*) taxa com taxas de mortalidade e (**) taxas de crescimento não significativas (p<0,05).

<i>Taxa</i>	<i>Z/K</i>
<i>Mytilus edulis</i>	0,230
<i>Ruditapes</i> spp.	0,133 (*)(**)

A variação da relação Z/K entre as várias coortes (Tab. VIII.19) evidenciou a existência de variações dentro da mesma espécie. Excepto em *R. decussatus* e *C. edule*, espécies em que a média de Z/K para as várias coortes fixadas em areia, foi

superior a 1, nas restantes espécies a média desta razão foi sempre superior em vasa.

Tabela VIII.18 - Razão Z/K calculada para as pós-larvas e juvenis de *Cardium edule*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra*, *Scrobicularia plana* e *Abra ovata*, fixados nos colectores com sedimento de areia ou de vasa; (*) espécies com taxas de mortalidade e (**) de crescimento não significativas ($p < 0,05$).

Espécies	AREIA (Z/K)	VASA (Z/K)
<i>Cardium edule</i>	0,077	0,044 (*)
<i>Ruditapes decussatus</i>	0,179	0,217 (**)
<i>Venerupis aurea</i>	0,276	0,023 (*)
<i>Venerupis pullastra</i>	0,376	0,044 (*)
<i>Abra ovata</i>	0,193	-----
<i>Scrobicularia plana</i>	0,160	0,464 (*) (**)
Média ± Erro padrão	0,210 ± 0,038	0,158 ± 0,075

Tabela VIII.19 - Razão Z/K para as coortes das larvas e das pós-larvas e juvenis das espécies estudadas, fixadas nos colectores com sedimento de areia ou de vasa. Sedim. - tipo de sedimento nos colectores: areia ou vasa. (*) coortes em que a razão Z/K assumiu valores negativos.

Nº COORTES LARVARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média + Erro
<i>Mytilus edulis</i>	6,29	8,94	3,53	1,75	2,85	7,19	0,52	(*)	15,1	3,43	4,43±1,64
<i>Ruditapes spp.</i>	(*)	3,17	8,04	(*)	(*)						0,49±2,05

Nº COORTES NO BENTOS	Sedim.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Média + Erro
<i>C. edule</i>	Areia	0,46	0,71	0,67	0,99	0,74	8,05	(*)			1,57±1,02
<i>C. edule</i>	Vasa	1,15	(*)	0,25	0,39	2,86					0,87±0,49
<i>R. decussatus</i>	Areia	0,11	0,99	1,07	1,51	1,23	2,09	0,91	4,06	1,16	1,46±0,35
<i>R. decussatus</i>	Vasa	0,28	0,95	0,32	1,75						0,83±0,29
<i>V. pullastra</i>	Areia	(*)	0,35	0,27	0,08	0,82	1,85				0,13±0,56
<i>V. pullastra</i>	Vasa	0,59	1,29	1,62	(*)	(*)					0,53±0,38
<i>V. aurea</i>	Areia	(*)	0,65	0,63	0,93	(*)					-0,45±0,8
<i>V. aurea</i>	Vasa	0,11	0,41	0,53	0,47	1,33					0,57±0,18
<i>S. plana</i>	Areia	0,71	0,98	0,47	0,58	0,33					0,61±0,10
<i>S. plana</i>	Vasa	(*)	0,14	0,97	1,07	1,26					0,63±0,27
<i>A. ovata</i>	Areia	0,45	0,22	0,41	1,71	(*)	2,54	1,52	(*)	(*)	0,35±0,45
<i>A. ovata</i>	Vasa	(*)	3,09	(*)							0,76±0,96

3.5 - Duração da vida meiobentónica

Calculou-se a duração da vida meiobentónica de *R. decussatus* (36 dias), *V. aurea* (19 dias), *S. plana* (49 dias) e *Abra ovata* (18 dias), nos colectores com sedimento de areia. Em vasa apenas se determinou a duração da vida meiobentónica das pós-larvas de *V. aurea* (48 dias) (Tab. VIII.20).

Tabela VIII.20 - Duração da vida bentónica das pós-larvas fixadas nos colectores com os dois tipos de sedimento, em dias, calculada com base nas equações resultantes do ajuste dos comprimentos aos modelos lineares. Indicam-se apenas os valores para as espécies com taxas de crescimento significativas ($p < 0,05$).

Espécies	Duração da vida meiobentónica (em dias)	
	Colectores com AREIA	Colectores com AREIA
<i>R. decussatus</i>	36 dias	-----
<i>V. aurea</i>	19 dias	48 dias
<i>S. plana</i>	49 dias	-----
<i>A. ovata</i>	18 dias	-----

4 - DISCUSSÃO

4.1 - Análise das coortes

O recurso a métodos directos para a determinação da idade dos bivalves através dos anéis das prodissoconchas larvares e dissoconchas pós-larvares, apesar de sugerido por Millard (1968), Lucas & Le Pennec (1972) e Hurley *et al.* (1986), não se encontra ainda seguramente testado, bem como esses métodos não foram aplicados à grande generalidade das espécies de bivalves. Por conseguinte, para o cálculo do crescimento e da mortalidade durante as fases larvar e pós-larvar das espécies de bivalves estudadas, analisaram-se as distribuições de frequências do comprimento das larvas, pós-larvas e juvenis recolhidos na natureza.

O cálculo das taxas de crescimento e de mortalidade com base nas distribuições de frequências apresenta algumas limitações, já que as dimensões dos

indivíduos pertencentes a uma mesma classe etária podem variar, aumentando a amplitude dessa variação com o aumento da dimensão média da classe ou coorte (Craig & Hallam, 1963). Assim, as taxas de crescimento reduzidas nos escalões etários superiores podem originar alguma sobreposição entre as classes modais das várias coortes, o que no entanto não terá sido significativo neste estudo. Com efeito, por um lado as larvas de maiores dimensões fixaram-se e deixaram de ocorrer no plâncton, enquanto que, relativamente às pós-larvas e juvenis, apenas se consideraram os primeiros catorze meses de vida bentónica. Também para Castro & Erzini (1988), uma das limitações fundamentais da determinação dos grupos de idade através do método de Bhattacharya (Bhattacharya, 1967) é a identificação de modas nas classes de dimensões superiores. Esta limitação pode ser ultrapassada usando classes de comprimento de amplitude reduzida, razão pela qual se utilizaram classes de comprimento de 10 μm nas larvas e de 1 mm nas pós-larvas e juvenis. Para que tal fosse possível utilizou-se uma frequência de amostragem intensa que permitiu identificar o início da fixação, bem como facilitou o reconhecimento da progressão das modas. Para além destes aspectos, o método de cálculo utilizado para a determinação das modas pelo método de Bhattacharya supõe uma distribuição normal dos dados dentro de cada grupo etário, pelo que os valores dos limites inferiores e superiores não serão indicados, o que se traduz numa sobreestimação dos valores inferiores e numa subestimação dos valores superiores do intervalo da distribuição.

As taxas de crescimento e mortalidade, estimadas com base na análise da distribuição das frequências de comprimentos em amostras obtidas no meio natural, podem ainda ser influenciadas pela estratégia de amostragem. Assim, amostragens muito espaçadas no tempo (relativamente à escala temporal em análise) ou a ineficácia do engenho de colheita em amostrar eficientemente todos os comprimentos, podem condicionar negativamente a análise da distribuição das frequências. Para além disso, aspectos do comportamento larvar tais como migrações verticais na coluna de água de diferentes amplitudes consoante o estado

de desenvolvimento larvar (comprimento), ou factores ecológicos, como a predação selectiva sobre as larvas de uma dada classe de dimensões, limitam a aplicação deste tipo de análise à determinação das taxas de crescimento e mortalidade. Em relação às pós-larvas, aspectos que alterem a eficiência dos colectores na captação das larvas (capítulo V, pág. 219) podem dificultar o seguimento das classes modais das coortes e limitar a aplicação do método de Bhattacharya. Também a quase inexistência de referências às taxas de crescimento e mortalidade nestes períodos do ciclo de vida das espécies estudadas, em condições naturais, que possam servir de referência para a atribuição das idades às coortes larvares, aumentou a subjectividade já de si inerente à aplicação do método de Bhattacharya. Por outro lado, no caso das pós-larvas e juvenis, a utilização de colectores substituídos periodicamente permitiu identificar com rigor a idade da fixação, ou seja, a idade zero.

Apesar destas limitações, segundo Stokes (1996), a análise das distribuições das frequências de comprimento permite uma separação eficaz das coortes, sobretudo nas fases pós-larvares e, por conseguinte, o cálculo das taxas de crescimento e mortalidade. A distribuição das frequências de comprimentos de uma dada população integra a sua história recente de recrutamento, mortalidade e crescimento. Segundo Barry & Tegner (1990), essas distribuições constituem formas simples de inferir sobre os principais processos demográficos de uma população.

Como resultado do processo reprodutivo, em cada ano ou mês existe uma certa quantidade de indivíduos que passam a integrar a população, constituindo uma nova coorte. Como cada coorte é composta por indivíduos da mesma idade, que crescem e se desenvolvem simultaneamente, será possível seguir cada uma separadamente ao longo do tempo. No entanto, nomeadamente em espécies que efectuem posturas múltiplas, a análise da distribuição polimodal das frequências de classes de comprimento larvares e pós-larvares pode incluir indivíduos provenientes de diferentes posturas, o que dificulta a identificação e seguimento das coortes. Na verdade, larvas de bivalves provenientes de uma mesma postura e

mantidas em condições laboratoriais semelhantes de temperatura, luz e alimento evidenciam uma grande variabilidade na distribuição das dimensões (Salaün *et al.*, 1989). Também as pós-larvas com a mesma idade podem apresentar uma grande amplitude de comprimentos, como foi observado neste trabalho.

O crescimento é um processo integrado bastante complexo que Weatherly (1972) definiu como o aumento de dimensão dos indivíduos, podendo ser expresso em comprimento, peso ou volume. No entanto, as variações de peso podem ser influenciadas pela variabilidade sazonal na condição dos indivíduos e não estarem directamente relacionadas com o crescimento (Benninger & Lucas, 1984). Para além disso, em virtude das dificuldades metodológicas inerentes à pesagem de indivíduos de muito pequenas dimensões (80 μm a 300 μm), optou-se pela utilização do comprimento para o estudo do crescimento.

4.2 - Escolha do modelo de crescimento

Ajustaram-se os modelos de crescimento linear e exponencial, exclusivamente matemáticos, bem como modelos considerando aspectos biológicos, concretamente os de Laird-Gompertz e de von Bertalanffy, às modas das coortes larvares e pós-larvares. von Bertalanffy (1938) desenvolveu uma formulação matemática que descreve o crescimento animal e que se ajusta bem à maior parte dos dados observados sendo, por conseguinte, coerente com o processo biológico do crescimento. Efectivamente, tem sido observado que o modelo de von Bertalanffy, cujo pressuposto básico assenta no facto de que crescimento declina com o aumento da dimensão ou idade, descreve de forma muito precisa o crescimento de vertebrados e de peixes (Chen *et al.*, 1992), quer de invertebrados (Clasing *et al.*, 1994; Stokes, 1996), nomeadamente de bivalves (Bachelet, 1980; Griffiths, 1981; Brousseau, 1984; Guerreiro, 1991). Este modelo, no entanto, parece especialmente adequado para a descrição do crescimento na fase adulta da vida dos organismos, já que sobretudo para as fases iniciais,

frequentemente os parâmetros da equação de von Bertalanffy assumem valores negativos, nomeadamente a idade teórica em que o comprimento seria nulo (t_0), o que colide com o significado biológico desses parâmetros. Tal ocorreu nos vários ajustes efectuados quer às larvas quer às pós-larvas, com excepção de *Venerupis pullastra* fixada nos colectores com sedimento de areia.

O modelo de Gompertz (Gompertz, 1825) tem sido utilizado com bons resultados na avaliação do crescimento dos bivalves durante os primeiros anos de vida, tal como foi observado em *Mercenaria mercenaria* por Kennish (1984). Comparativamente ao modelo de von Bertalanffy, que estima o comprimento máximo, o modelo de Gompertz apresenta a vantagem de estimar o comprimento no início da vida do animal.

No entanto, a conjugação dos modelos de Gompertz e de Laird (Laird *et al.*, 1965), proposta com a designação de modelo de Laird-Gompertz por Zweifel & Lasker (1976) traduz, para estes últimos autores, a formulação matemática que melhor explica o crescimento nas fases larvares e juvenis. Este modelo, que foi inicialmente desenvolvido com o objectivo de descrever o crescimento nas fases iniciais da vida dos peixes, parece ajustar-se igualmente bem ao crescimento inicial dos bivalves, como foi evidenciado neste trabalho.

A vocação do modelo de Laird-Gompertz para as fases iniciais do ciclo de vida é salientada por Palomera *et al.* (1989), segundo os quais podem ocorrer erros quando a curva ajustada é extrapolada para comprimentos típicos de indivíduos adultos. Por outro lado, o modelo de von Bertalanffy estima datas de nascimento negativas e subestima o crescimento larvar e pós-larvar, quando a curva ajustada aos adultos é extrapolada para as fases mais iniciais (Kjørboe, 1989).

O modelo exponencial simples assume um crescimento indeterminado sem limite superior (Stokes, 1996) e, nos vários ajustes efectuados, caracterizou-se por apresentar os valores menores da variância explicada.

4.3 - Crescimento larvar

De acordo com Bayne (1983), o crescimento em comprimento das larvas de bivalves é normalmente linear ou assintótico, e ocasionalmente sigmóide.

O ajuste dos modelos de Laird-Gompertz e de von Bertalanffy às larvas de *Ruditapes* spp. resultou nos valores mais elevados da variância explicada, comparativamente aos restantes modelos. No entanto, as taxas de crescimento determinadas por estes modelos não foram significativamente diferentes de zero. Apesar da variância explicada ter sido ligeiramente inferior no ajuste do modelo linear, ambos os parâmetros da equação: comprimento inicial e taxa de crescimento foram significativamente diferentes de zero. Por conseguinte considerou-se que o modelo linear foi o que melhor traduziu o crescimento das larvas de *Ruditapes* spp., o que está de acordo com observações de Camacho *et al.* (1977) e Beiras *et al.* (1994).

Por outro lado, para as larvas de *Mytilus edulis*, a variância explicada mais elevada foi obtida através do ajuste do modelo de von Bertalanffy mas, também neste caso, o valor da taxa de crescimento não foi significativamente diferente de zero. O modelo que explicou a segunda maior variância foi o de Laird-Gompertz que se caracterizou pelos parâmetros comprimento inicial e taxa de crescimento serem ambos significativamente diferentes de zero. Assim, considerou-se que o crescimento das larvas de *M. edulis* foi o que melhor se ajustou ao modelo de crescimento de Laird-Gompertz. Estes resultados diferem dos obtidos por Sprung (1984), segundo o qual o crescimento das larvas de *M. edulis* mantidas em laboratório ajustou-se ao modelo linear. Esta diferença poderá resultar das condições ambientais diferentes que se verificaram entre o laboratório e a natureza. Assim, enquanto que as condições laboratoriais optimizam o desenvolvimento dos indivíduos, nomeadamente fornecendo o sedimento adequado para a fixação, em condições naturais a procura do local para fixação pelas larvas de maiores dimensões resultará num abrandamento do crescimento, que tenderá a ser assintótico na parte final da vida larvar planctónica. O facto das taxas de

crescimento obtidas em laboratório serem superiores às obtidas na natureza é frequente e foi observado em larvas de bivalves por Kingston (1974) em *Cardium edule* e Loosanoff & Davis (1963), em várias espécies.

Deste modo, o crescimento linear ocorrerá quando as condições de crescimento são ótimas, enquanto que o ajuste a modelos de crescimento assintóticos como o de von Bertalanffy e o de Laird-Gompertz após a inflexão na curva, evidenciam a existência de condições de crescimento não otimizadas, nomeadamente a presença de temperaturas baixas ou de pouca disponibilidade alimentar (Sprung, 1984), ou ainda a inexistência de substrato adequado para a fixação (Bayne 1965; 1983).

Na verdade, para ambos os *taxa*, os valores elevados da variância explicada obtidos com os modelos de von Bertalanffy e Laird-Gompertz sugerem um crescimento algo assintótico. Com efeito, o facto de *Mytilus edulis* necessitar de substratos duros para fixação, os quais são pouco abundantes na Ria Formosa, poderá resultar em que as larvas de maiores dimensões retardem a metamorfose na tentativa de encontrarem os substratos adequados, o que justificará a maior duração da vida planctónica comparativamente às larvas de *Ruditapes* spp.. No entanto, a duração da vida planctónica de *M. edulis* parece apresentar alguma uniformidade entre zonas geográficas, já que na Ria Formosa foi aproximadamente de 1,5 mês, enquanto que na Dinamarca foi de um mês (Rasmussen, 1973; Jørgensen, 1981). Como durante o retardamento da metamorfose o crescimento praticamente cessa (Bayne, 1965), o prolongamento desta fase proporcionará um bom ajuste a modelos assintóticos. Com efeito, apesar de Bayne (1965) indicar que as larvas de *M. edulis* podem efectuar a metamorfose quando o comprimento atinge 260 μm , as condições de temperatura da Ria Formosa permitirão um desenvolvimento mais rápido e, por conseguinte, que essa fase seja atingida com dimensões menores.

Apesar da maior disponibilidade de sedimento para fixação das larvas de *Ruditapes* spp., a ocorrência de indivíduos de maior comprimento, em fase de

fixação, ou eventualmente como consequência de ressuspensão, terá resultado num aplanamento da curva de crescimento na fase final da vida planctónica. De facto, quer nas larvas de *Ruditapes* spp., quer nas de *M. edulis*, o crescimento máximo, determinado teoricamente, ocorreu muito cedo, respectivamente em larvas com 109 μm e 98 μm .

A taxa instantânea de crescimento calculada pelo modelo de Laird-Gompertz foi 0,525 ($\pm 0,073$) dia^{-1} , enquanto que a taxa máxima determinada através dos parâmetros deste modelo foi de 4,5 dia^{-1} , valor situado no intervalo de 4,1 dia^{-1} a 11,8 dia^{-1} resultante do ajuste do modelo linear ao crescimento de larvas sob controlo laboratorial com uma temperatura de 18°C (Sprung, 1984). No entanto, o crescimento diário expresso em percentagem variou entre 1,41 % dia^{-1} e 3,38 % dia^{-1} , valores muito inferiores aos 13-16 % dia^{-1} referidos por Jørgensen (1981) no Isefjord (Dinamarca). Tal pode resultar de diferenças na distribuição dos comprimentos larvares nas coortes de cada um dos locais.

Também a taxa máxima de crescimento linear das larvas de *Ruditapes* spp., 6,6 $\mu\text{m}.\text{dia}^{-1}$, situou-se na amplitude de valores obtidos em condições laboratoriais por Camacho *et al.* (1977) e por Beiras *et al.* (1994), respectivamente entre 5,96 e 8,09 d^{-1} a 25°C, e 1,9 e 11,26 dia^{-1} para temperaturas limites de 10°C e 28°C. No entanto, os valores das taxas de crescimento instantâneo obtidos através dos modelos linear e de Laird-Gompertz foram claramente inferiores aos valores máximos referidos, tendo sido 3,78 dia^{-1} e 0,53 dia^{-1} , respectivamente para as larvas de *Ruditapes* spp. e de *M. edulis*.

As taxas de crescimento larvar variaram entre as várias coortes. Em *Ruditapes* spp. a última coorte apresentou uma taxa de crescimento claramente inferior às anteriores, o que pode indicar uma menor condição dos progenitores no final do período reprodutor. Por outro lado, as taxas de crescimento das coortes larvares de *M. edulis* não evidenciaram qualquer variação significativa durante o período das recolhas. Uma vez que o alimento disponível não terá sido limitante

para o crescimento das larvas (o que se reflectiria pontualmente nas coortes que assim não apresentariam, como apresentam, taxas de crescimento da mesma ordem de grandeza), a maior densidade das larvas de *M. edulis* e uma eventual competição por alimento não justificarão as taxas de crescimento mais reduzidas.

Os comprimentos iniciais das larvas foram sempre superiores aos observados nas recolhas, o que poderá dever-se ao facto dos modelos não terem incorporado a temperatura. Com efeito, a inclusão desta variável nos modelos influencia a estimação do comprimento inicial de larvas de peixe resultando numa aproximação entre os valores observados e esperados, como é referido por Zweifel & Lasker (1979). No entanto, para Kingston (1974), a influência da temperatura no desenvolvimento larvar dos bivalves não será determinante para a dimensão inicial das pós-larvas, mas antes para a duração da fase larvar.

4.4 - Crescimento pós-larvar

As diferenças entre as taxas de crescimento das várias espécies, nos dois sedimentos, resultarão da diferente capacidade de seleccionar o sedimento adequado para fixação pelas larvas, ou da diferente capacidade de adaptação das pós-larvas às características do sedimento onde se fixam, nomeadamente a presença de predadores, a existência de densidades elevadas e de competição por alimento e espaço. Assim, a menor densidade nos colectores com vasa poderá promover o crescimento, já que não existirá competição por alimento e por espaço, contrariamente ao que ocorrerá nos colectores com areia.

Por outro lado, as diferenças entre coortes resultarão das condições ambientais em que cada coorte cresceu, sobretudo a nível da temperatura e do alimento. Na Ria Formosa, o alimento disponível para os organismos suspensívoros, provavelmente constituído sobretudo por detritos em suspensão e apenas por uma pequena parte de fitoplâncton, é praticamente constante ao longo

de todo o ano (Sprung, 1994c), pelo que a variação mensal do crescimento deverá estar associada às flutuações da temperatura.

Em todas as espécies fixadas em vasa, e apenas em *S. plana* e *A. ovata* fixadas em areia, notou-se uma variação no crescimento entre as várias coortes, o que, segundo Thouzeau (1990), resultará de uma diminuição da qualidade dos gâmetas durante o período de postura.

Para além disso, segundo Bachelet (1980), existirá uma relação linear entre a taxa de crescimento e a latitude, sugerindo uma dependência do crescimento da temperatura e da latitude. Assim, o crescimento da mesma espécie de bivalves será mais rápido nas latitudes menores, enquanto que as maiores dimensões serão atingidas nas latitudes mais elevadas (Newell, 1964). Contudo, para além da latitude e da consequente variação da temperatura, as condições ambientais em termos de hidrodinamismo, a disponibilidade em alimento, o tipo de substrato ou a presença de micro-ambientes serão factores determinantes para o crescimento (Bachelet, 1980).

Excepto nas pós-larvas de *V. aurea* e *A. ovata*, em que a maior variância foi explicada através do ajuste do modelo de von Bertalanffy, para as restantes espécies fixadas nos dois tipos de sedimento, essa variância foi obtida com o modelo de Laird-Gompertz. No entanto, os parâmetros do modelo de von Bertalanffy não foram significativos no ajuste de *V. aurea* e *A. ovata* fixadas em areia. O mesmo foi verificado com os parâmetros do modelo de Laird-Gompertz em *R. decussatus* e *S. plana* fixadas nos colectores com sedimento de vasa. Por conseguinte, considerou-se que excepto nestas espécies fixadas em vasa, em que o crescimento pós-larvar se ajustou melhor respectivamente aos modelos linear e exponencial, todas as restantes espécies, em qualquer dos sedimentos, cresceram de acordo com os pressupostos do modelo de Laird-Gompertz.

Nas fases iniciais da vida, os organismos apresentam taxas de crescimento elevadas que tendem a decrescer exponencialmente com a idade (Zweifel & Lasker, 1976). Por outro lado, as taxas de crescimento estimadas pelo modelo de

Laird-Gompertz são normalmente superiores às estimadas com o modelo de von Bertalanffy, tal como foi evidenciado por Bachelet (1980) relativamente ao crescimento de *Macoma balthica*.

As taxas de crescimento de *R. decussatus* determinadas pelo ajuste do modelo de Laird-Gompertz foram muito superiores às referidas por Guelorget *et al.* (1980) que, na lagoa de Thau (costa francesa mediterrânica) determinaram crescimentos desta espécie entre 0,66 e 0,86 mês⁻¹. No entanto, estas taxas que foram obtidas através do ajuste do modelo linear, resultaram de bivalves retidos num crivo com malha de 1 mm, pelo que não incluíram a fase pós-fixação, quando o crescimento será mais intenso. Para além disso, a temperatura da água na lagoa de Thau variou entre 5°C e 25°C, enquanto que na Ria Formosa oscilou entre 13°C e 27,5°C.

Para além da temperatura da água, a qualidade do substrato também afecta o crescimento (Desprez *et al.*, 1987). A taxa de crescimento mais elevada verificada no sedimento arenoso está de acordo com as observações de Guelorget *et al.* (1980), segundo os quais os sedimentos arenosos são claramente mais favoráveis ao crescimento de *R. decussatus*. Rodríguez (1987) estudou a influência de vários tipos de sedimento, com diferentes proporções de areia e vasa, no crescimento de *R. decussatus* e não encontrou diferenças significativas. No entanto, para Desprez *et al.* (1987), os sedimentos vasosos possuem uma fracção nutritiva superior, a qual está normalmente associada a maiores crescimentos dos bivalves.

Vilela (1951) refere comprimentos iniciais desta espécie na Ria Formosa entre 0,65 e 0,98 mm que, no entanto, não correspondem às dimensões das pós-larvas no período de fixação, uma vez que este autor utilizou crivos com malha de 0,5 mm. Com efeito, as menores pós-larvas de *R. decussatus* mediram 0,30 mm, valor próximo ao comprimento inicial determinado pelo modelo exponencial (0,33 mm).

Apesar dos parâmetros do modelo de Laird-Gompertz não incluírem o comprimento máximo que a espécie pode atingir, utilizou-se uma formulação

matemática que, com base nesses parâmetros permitiu estimar a dimensão máxima dos indivíduos, concretamente 47,2 cm em areia, ao fim de 14 meses de vida bentónica. Estes valores foram superiores aos efectivamente medidos nos colectores de areia no final da experiência, concretamente 33 mm. Comprimentos máximos semelhantes no final do primeiro ano de vida bentónica foram observados por Guelorget *et al.* (1980) na lagoa de Thau (França) e Rodríguez (1987) na Isla Cristina (Espanha), respectivamente 30 mm, entre 27 e 33 mm e 30,1 mm.

No entanto, para Vilela (1951) os comprimentos máximos no fim do primeiro ano de vida bentónica de *R. decussatus* na Ria Formosa situar-se-ão entre 20 e 22 mm, enquanto que na Ria de Arosa (Galiza) e Isla Cristina (Andaluzia) esse comprimento não ultrapassará os 19 mm (Camacho, 1980) e 15 mm (Royo, 1984).

Por outro lado, nos colectores com vasa, o indivíduo de maior dimensão desta espécie mediu 25,3 mm de comprimento, enquanto que o comprimento máximo teórico estimado foi 23,5 mm. Esta subestimação resultará do facto das coortes identificadas nos colectores com sedimento de vasa apenas incluírem, no máximo, modas dos 5 primeiros meses, pelo que apenas comprimentos reduzidos foram utilizados para o ajuste do modelo.

Contrariamente a *R. decussatus*, a taxa de crescimento pós-fixação de *V. aurea* foi mais elevada em vasa do que nos colectores com areia, respectivamente 4,06 mês⁻¹ e 2,51 mês⁻¹. Estes valores foram superiores às taxas entre 1,07 mês⁻¹ e 1,30 mês⁻¹, determinadas por Guelorget *et al.* (1980), como resultado do ajuste ao modelo linear. No entanto, a taxa de crescimento calculada para esta espécie através do ajuste ao modelo linear, concretamente 2,03 mês⁻¹, aproximou-se dos resultados obtidos por aqueles autores.

As taxas de crescimento mais elevadas calculadas nos colectores com areia resultarão das abundâncias pós-larvares serem basicamente constituídas por bivalves recém-fixados, nos quais o crescimento é mais intenso. Para além disso, esta espécie será menos selectiva em relação à natureza do sedimento como é

sugerido por Guelorget *et al.* (1980) o que, no entanto, não se verificou neste estudo.

Em *V. aurea*, o comprimento observado no início da vida bentónica (0,36 mm) foi inferior ao valor estimado pelo modelo de Laird-Gompertz, concretamente 2,60 mm em areia e 0,45 mm em vasa. Tal poderá resultar das densidades nos colectores terem ultrapassado os 1800 bivalves/m² pelo que, de acordo com Ólafsson (1986), podem ter ocorrido mecanismos dependentes da densidade que terão limitado as abundâncias desta e de outras espécies.

O maior exemplar medido desta espécie ocorreu num colector com sedimento de areia e apresentou um comprimento de 30 mm, valor muito próximo dos 31,9 mm calculados teoricamente com base nos parâmetros do modelo de Laird-Gompertz. O ajuste dos dados com o modelo de von Bertalanffy indicou um comprimento máximo de 51,8 mm, o que reflectiu a sobreestimação deste modelo no cálculo do comprimento máximo, quando os dados incluem uma quantidade importante de indivíduos de menores dimensões.

O comprimento observado neste estudo igualou o limite superior do intervalo de crescimento anual, de 24 mm a 30 mm, observado por Guelorget *et al.* (1980) na lagoa de Thau. No entanto, o comprimento máximo atingido ao fim do primeiro ano de vida bentónica por *V. aurea* na Ria de Arosa (Galiza) situou-se apenas nos 19,2 mm (Camacho, 1980). Eventualmente, a temperatura mais elevada na Ria Formosa (27,5°C) e na lagoa de Thau (25°C), comparativamente à Ria de Arosa, onde a temperatura não ultrapassou os 20°C, poderá justificar, pelo menos em parte, o crescimento superior que ocorreu naquelas zonas.

Tal como em areia, o comprimento máximo de 29,4 mm atingido nos colectores com sedimento de vasa, diferiu pouco dos 26,1 mm propostos pelo modelo de Laird-Gompertz, o que resultará do maior número de coortes que ocorreram, bem como da duração prolongada de algumas, o que terá permitido um bom ajuste do modelo.

A taxa de crescimento das pós-larvas e juvenis de *V. pullastra*, determinada pelo modelo de Laird-Gompertz, foi superior nos colectores com vasa relativamente aos com areia, respectivamente 3,98 mês⁻¹ e 3,47 mês⁻¹. Estes valores situaram-se muito perto da taxa de crescimento de 3,67 mês⁻¹ determinada por Camacho (1980) na Ria de Arosa, durante o primeiro ano de vida bentónica, através do ajuste do modelo de regressão linear simples. No entanto, tal como observado no presente trabalho, para Johannessen (1973), o crescimento *V. pullastra* traduziu-se por uma curva sigmóide.

O comprimento no início da vida bentónica observado directamente nas recolhas foi 0,36 mm, enquanto que os valores calculados pelo modelo de Laird-Gompertz foram 0,73 mm em areia e 0,69 mm em vasa. Relativamente aos comprimentos máximos que estes bivalves podem atingir, os valores determinados teoricamente com base nos parâmetros do modelo de Laird-Gompertz foram 23,5 mm em areia e 36,9 mm em vasa, enquanto que o valor mais elevado durante os primeiros 14 meses foi 24 mm em areia e 27,4 mm em vasa. Resultado semelhante ao observado nos colectores com areia é referido por Mejuto (1984a) para a Ria de Pasaxe (Galiza), onde o comprimento de *V. pullastra* com um ano de idade variou entre 18 e 23 mm. Na Ria de Arosa, estes bivalves crescerão mais e atingirão comprimentos de 29 mm, como é indicado por Camacho (1980). Por outro lado, Johannessen (1973) refere que, na Noruega, *V. pullastra* atinge 10 mm de comprimento após um ciclo anual o que resultará das baixas temperaturas que ocorrem nessa zona.

As taxas de crescimento determinadas através do ajuste do modelo de Laird-Gompertz aos comprimentos pós-fixação de *C. edule* nos colectores com areia e vasa foram superiores às obtidas através do ajuste do modelo de von Bertalanffy, 0,71 mês⁻¹ (Mejuto, 1984a) e 0,97 mês⁻¹ (Mejuto, 1984b), respectivamente nas Rias de Paxase e de Noia (Galiza). Tal como anteriormente referido, o menor crescimento nessas zonas resultará da temperatura da água ser inferior à da Ria Formosa, bem como do facto destes trabalhos não incluírem os comprimentos das

pós-larvas recém-fixadas, já que apenas foram considerados os superiores com comprimento superior a 1 mm.

Os comprimentos estimados pelo modelo de Laird-Gompertz para o início da vida bentónica, 1,11 mm em areia e 0,67 mm em vasa, diferiram bastante do comprimento observado em que ocorreu a metamorfose, 0,29 mm, o qual é muito semelhante aos 0,32 mm referidos por Kingston (1974). Esta diferença entre o comprimento teórico e o observado pode resultar do comprimento no início da metamorfose, que corresponde ao início da deposição das cristas concêntricas da concha, apenas ser medido *a posteriori*, em pós-larvas onde essa marca é facilmente observável. Por conseguinte, para o ajuste do modelo são apenas consideradas as dimensões do bivalve e não o comprimento no qual terá ocorrido a metamorfose, o que, na prática, resultará numa sobreestimação do comprimento inicial das pós-larvas.

O comprimento máximo atingido por indivíduos de *C. edule*, fixados nos colectores com sedimento de areia, durante os primeiros 14 meses de vida bentónica, foi 33 mm. Este valor concorda com as observações de Santos *et al.* (1986) na Ria Formosa, Figueras (1966) e Mejuto (1984a,b) na costa Noroeste de Espanha e Desprez *et al.* (1987) no Canal da Mancha, os quais referem comprimentos no final do primeiro ano entre 27,2 e 35,4 mm, de 31 mm e 35 mm, e de 30 mm (ao fim de 15 meses), respectivamente. O valor calculado teoricamente com base nos parâmetros do modelo de Laird-Gompertz, 52,7 cm em areia terá sobreestimado o crescimento anual desta espécie.

Por outro lado, nos colectores com sedimento de vasa o maior comprimento foi de 13 mm, enquanto que o valor estimado teoricamente foi de 22,9 mm, o que evidenciará a menor adequação desta espécie a sedimentos de vasa comparativamente a sedimentos arenosos.

Uma vez que *S. plana* ocorre principalmente em zonas vasosas, o facto do crescimento ter sido superior em areia pode dever-se à menor mortalidade das fases iniciais recém-fixadas que terá ocorrido nestes colectores. Com efeito, nos

colectores com vasa, de um modo geral, fixaram-se menos espécies e menos pós-larvas, pelo que o impacto dos predadores sobre as poucas espécies disponíveis terá sido superior ao ocorrido em areia. Para além disso esta espécie, por apresentar uma concha com valvas relativamente finas, será uma presa fácil para gastrópodes, poliquetas e caranguejos. Por outro lado, como às densidades superiores em areia correspondeu o crescimento mais elevado, os fenómenos dependentes da densidade que, segundo Moller & Rosenberg (1983), serão responsáveis pela competição por alimento, não terão sido determinantes.

O comprimento estimado para o início da vida bentónica de *S. plana*, 0,73 mm em areia, foi praticamente coincidente com os 0,70 mm observados por Vilela (1947) com base em crivagens por 0,5 mm de malha, enquanto que o comprimento inicial teórico em vasa foi 0,93 mm. Em qualquer dos casos, os valores foram superiores aos 0,38 mm medidos nos indivíduos fixados no sedimento dos colectores.

O crescimento anual observado na Ria Formosa foi semelhante ao referido por outros autores. Assim, enquanto que a maior dimensão verificada durante os 14 meses foi de 13 mm, Guerreiro (1991) referiu 15 mm no estuário do Mira e Hughes (1970) indicou um comprimento ao fim do primeiro ano de 11 mm. A diferença relativamente às observações de Guerreiro (1991) poderão dever-se ao efeito da densidade no interior dos colectores poder ter limitado o crescimento. Por outro lado, o menor comprimento máximo alcançado na costa Oeste de Inglaterra e referido por Hughes (1970), resultará das temperaturas comparativamente mais baixas verificadas nessa zona.

Apenas foi possível determinar o crescimento das pós-larvas e juvenis de *A. ovata* fixadas nos colectores com areia. A taxa de crescimento calculada através do ajuste do modelo de Laird-Gompertz para o primeiro ano de vida bentónica foi 2,43 mês⁻¹. Este valor excedeu claramente as taxas médias de crescimento, entre 0,48 e 1,1 mês⁻¹, determinadas por Nicolaidou & Kostaki-Apostolopoulou (1988) numa zona lagunar na Grécia. O comprimento estimado pelos parâmetros do

modelo referido, como o relativo ao início da vida bentónica, foi 0,72 mm, valor superior aos 0,43 mm observados directamente. Essa diferença resultará em parte, tal como nas restantes espécies, do facto da identificação das modas pelo método de Bhattacharya subestimar o limite inferior do intervalo dos valores considerados na distribuição normal.

O comprimento máximo observado nos exemplares de *A. ovata* foi de 8 mm. Este valor igualou o limite superior do intervalo indicado em França por Bachelet *et al.* (1986), entre 7 e 8 mm. Também Nicolaidou & Kostaki-Apostolopoulou (1988) referem para um sistema lagunar na Grécia, comprimentos máximos de 7,2 mm ou 14,3 mm, consoante as coortes recrutaram em Junho ou Setembro e aproveitaram, ou não, as condições favoráveis da temperatura de Verão. No entanto, no Golfo de Morbihan (Bretanha), os adultos de *A. ovata* atingem um comprimento de 16 mm, ao fim de 12 a 14 meses de vida bentónica (Denis, 1981), numa amplitude térmica de 8°C a 20 °C.

As condições favoráveis para o crescimento serão também responsáveis pela reduzida duração da vida meiobentónica verificada na Ria Formosa para *R. decussatus*, *V. aurea*, *S. plana* e *A. ovata*. De facto, relativamente a esta última espécie, Bachelet *et al.* (1986) estimaram a duração da vida meiobentónica de 3 a 6 meses, enquanto que, neste estudo, o valor proposto é de 18 dias. Também Sprung (1994a), na Ria Formosa, não encontrou evidências de uma fase meiobentónica prolongada para esta espécie, o que considerou ser uma consequência do recrutamento ocorrer nos meses de Primavera, pelo que os indivíduos estarão sujeitos às condições ambientais favoráveis para o crescimento.

4.5 - Mortalidade

A evolução espaço-temporal das distribuições de frequências permitiu também efectuar a análise da mortalidade, já que reflectiu a variação das abundâncias nas várias classes de comprimento ou de idade.

A mortalidade natural dos invertebrados marinhos na fase inicial do ciclo de vida, pode definir-se como a frequência de mortes de larvas e pós-larvas devido nomeadamente a causas naturais como a predação, as doenças, a inanição, a poluição, a ocorrência de temperaturas letais, turbulência, natureza do sedimento do fundo (Thouzeau, 1990; Rumrill, 1991).

A diminuição das abundâncias larvares e pós-larvares devido ao arrastamento das larvas para outros locais pode não significar um acréscimo de mortalidade (Sinclair, 1988). No entanto, na ausência do substrato adequado para fixação, o período de vida planctónica tende a prolongar-se pelo que o tempo de exposição aos predadores também será superior. Assim, apesar do arrastamento das larvas para outros locais não promover directamente a mortalidade, pode resultar, de forma indirecta, numa diminuição das abundâncias.

A influência relativa de todos estes factores torna a análise da mortalidade difícil e, de um modo geral, com carácter algo pontual.

Segundo Bayne (1976), as principais limitações à determinação da mortalidade no meio natural são a identificação das causas e a dificuldade na construção das curvas de mortalidade.

4.5.1 - Mortalidade larvar

Em ambos os *taxa* aos quais se ajustou o modelo exponencial decrescente, concretamente *M. edulis* e *Ruditapes* spp., verificou-se que as abundâncias larvares atribuídas às idades mais iniciais eram reduzidas, após o que aumentavam, voltando posteriormente a diminuir de acordo com o modelo de mortalidade. Tal poderá resultar da dificuldade na identificação das larvas de menor comprimento e, conseqüentemente menor idade, o que contribuirá para uma subestimação da abundância das larvas nas fases mais iniciais da vida planctónica. Por outro lado, as velígeras recém surgidas no plâncton e que terão adquirido recentemente o modo de alimentação planctotrófico, encontrar-se-ão eventualmente num período

crítico durante o qual a mortalidade pode ser muito intensa, pelo que a sua “entrada” no plâncton não terá resultado no aumento acentuado das abundâncias das fases larvares mais iniciais. Para além disso, a mortalidade no início da fase planctónica pode ser mais facilmente atribuída a uma única coorte, pelo que será mais intensa e as abundâncias serão fortemente reduzidas, comparativamente a larvas de maior comprimento e idade, em que pode ocorrer uma sobreposição de várias coortes, resultando num aumento das abundâncias e numa consequente diminuição da taxa de mortalidade. Para idades mais avançadas, o correspondente aumento das dimensões provocará uma diminuição da gama de eventuais de predadores, pelo que a mortalidade tende a estabilizar. Nessa altura, o principal factor responsável pela diminuição das abundâncias será a saída das larvas do plâncton para a realização da fixação e da metamorfose.

Assim, poderá considerar-se a existência de três fases distintas na evolução da mortalidade durante a vida planctónica das larvas de bivalves: um primeiro período em que, apesar da entrada de novos indivíduos, a mortalidade é muito intensa e provoca grandes reduções nas abundâncias; um segundo período em que o efeito dessa mortalidade inicial e da entrada de novos indivíduos deixa de se fazer sentir e inicia-se o decréscimo natural das populações sob efeito da mortalidade; e, por fim, um terceiro período, em que a mortalidade é mais reduzida e apresenta alguma estabilidade, correspondente à maior selectividade dos predadores e à saída das larvas do plâncton para o bentos.

As larvas de *M. edulis* foram as mais abundantes no plâncton, apresentaram taxas de mortalidade mais elevadas do que *Ruditapes* spp., bem como ocorreram num maior número de coortes. Com base neste facto, é possível colocar a hipótese de que existirá alguma compensação entre a maior abundância larvar, resultante de um período de reprodução com posturas praticamente contínuas e a mortalidade mais elevada a que estas larvas estão expostas. Essa situação “compensará” a eventual saída de larvas da Ria Formosa, onde existem poucos locais com substratos adequados para a fixação.

Por outro lado, a maior disponibilidade em substratos para fixação a que se associa a menor duração da vida planctónica de *Ruditapes* spp., resultará numa menor taxa de mortalidade, já que diminui o tempo de exposição aos predadores, diminui a possibilidade das larvas serem arrastadas para fora do sistema. Para além disso, as condições energéticas da larva quando se fixa serão adequadas para a realização da metamorfose.

As taxas de mortalidade larvar diária estimadas para estes *taxa* situaram-se mais próximo do limite inferior do intervalo de 0,044 dia⁻¹ a 0,802 dia⁻¹, referido por Rumrill (1991), como resultado da análise das taxas de mortalidade de várias espécies de bivalves. Por conseguinte, as condições ambientais verificadas na Ria Formosa na altura do estudo parecem ser favoráveis à sobrevivência larvar. De facto, o valor máximo da mortalidade diária numa coorte de *M. edulis* foi de 6,85% dia⁻¹ (coorte 9), enquanto que Jørgensen (1981) refere 13% dia⁻¹, no Isefjord.

A relação entre a abundância das larvas planctónicas e o recrutamento de bivalves, salientada por autores como Thorson (1950) e Roughgarden *et al.* (1988), foi calculada nomeadamente por Thorson (1950), Ayers (1956), Brousseau *et al.* (1982) e Powell *et al.* (1984), através da diferença entre a densidade de larvas e de pós-larvas recém-fixadas.

A determinação da variação temporal da mortalidade através da relação entre as densidades de larvas e pós-larvas de *R. decussatus* e *C. edule* evidenciou que, em média, a mortalidade foi mais elevada nesta última espécie, 0,181 dia⁻¹, enquanto que, na primeira espécie foi 0,171 dia⁻¹. Como esta mortalidade inclui, para além da que ocorreu durante a fase planctónica, também a que terá ocorrido na altura da fixação, e considerando os valores calculados para a percentagem de sucesso na metamorfose, que foram mais elevados em *R. decussatus* do que em *C. edule*, os resultados sugerem que esta última espécie seja mais sensível às condições ambientais na altura da fixação.

Por outro lado, verificou-se que a taxa de mortalidade calculada desta forma, foi superior à determinada através do ajuste do modelo exponencial, em $0,071 \text{ dia}^{-1}$ em *R. decussatus*, o que resultará da inclusão da mortalidade da fase de transição entre o plâncton e o bentos.

Em qualquer das duas espécies verificou-se uma diminuição da mortalidade com o aproximar do fim período reprodutor de 1990. Este facto poderá estar associado às temperaturas mais favoráveis no sedimento no fim do período estival, ou à maior disponibilidade de alimento para as larvas de bivalve. De facto, Assis *et al.* (1984) referem a ocorrência de concentrações elevadas de pigmentos clorofilinos nos meses de fim de Verão e início de Outono, enquanto que, para Sprung (1994c), a contribuição da produção fitoplanctónica para a produção primária líquida na Ria Formosa restringe-se sobretudo aos últimos meses de Verão.

4.5.2 - Mortalidade pós-larvar

A estratégia de amostragem utilizada para a análise da mortalidade das pós-larvas e juvenis, considerou as abundâncias de bivalves fixadas em colectores cobertos com uma rede, pelo que terá limitado a predação por parte de outros invertebrados, peixes ou aves. Essa limitação terá apenas ocorrido durante os primeiros meses amostrados, já que a fixação das fases larvares planctónicas de invertebrados bentónicos, predadores de bivalves, terá resultado num rápido aumento da predação no interior dos colectores. De facto, verificou-se que num período de 3 a 4 meses, o sedimento dos colectores encontrava-se já colonizado por várias espécie de predadores de bivalves, tais como os crustáceos *Carcinus maenas* e *Pachygrapsus marmoratus* e gastrópodes *Ocenebra erinacea*.

Em *R. decussatus* e *S. plana* as coortes identificadas nos colectores com sedimento de vasa apresentaram uma duração reduzida. Assim, as classes modais terão incluído sobretudo indivíduos de menores dimensões, com mortalidades mais intensas. Por outro lado, nos colectores com areia, foi possível seguir as

coortes por períodos de tempo prolongados e, desse modo, os bivalves de maior idade e comprimento foram incluídos no ajuste do modelo, o que explicará as taxas de mortalidade comparativamente mais baixas neste sedimento.

Nas restantes espécies estudadas a mortalidade em vasa foi inferior à verificada em areia. Segundo Ducrotoy *et al.*, (1989), a maior capacidade de retenção de água dos sedimentos vasosos constituirá um factor muito importante para a sobrevivência das larvas recém-fixadas. Para além disso, a densidade superior nos colectores com areia, quer de bivalves da mesma e de outras espécies, quer de predadores, terá provocado a competição por alimento e por espaço, enquanto que o efeito da predação terá limitado as abundâncias.

De um modo geral, as taxas de mortalidade calculadas foram superiores às referidas por outros autores. Essa diferença poderá dever-se, para além dos factores ambientais que normalmente limitam as abundâncias, a aspectos metodológicos que se prendem com a malha de crivo utilizada e com a periodicidade das recolhas.

Assim, o facto de com alguma frequência neste tipo de estudos, as amostras serem passadas por crivos de 1 mm ou 2 mm de poro, eliminando as pós-larvas recém-fixadas onde a mortalidade será mais elevada, traduz-se na subestimação da taxa de mortalidade. Essa eliminação preferencial dos bivalves de menores dimensões pode ser uma consequência da acção selectiva de predadores. Efectivamente, segundo Pihl & Rosenberg (1983), a mortalidade após a fixação é particularmente intensa devido à acção de predadores, como *Carcinus maenas*, que consomem preferencialmente bivalves com comprimento até 2 mm.

Para além disso, segundo Rumrill (1991), existe uma relação logarítmica inversa entre o coeficiente instantâneo de mortalidade e o intervalo de tempo da estimativa, ou seja, os valores da mortalidade tendem a aumentar com a diminuição do período de tempo em que é analisada. Como na generalidade dos trabalhos as taxas de mortalidade foram calculadas com base em dados anuais, os valores da mortalidade são inferiores aos obtidos neste estudo, em que a evolução

da mortalidade foi acompanhada mensalmente. Estes aspectos explicarão as taxas de mortalidade comparativamente menores referidas para *R. decussatus* e *V. pullastra* por Camacho (1980) e também para esta última espécie, por Mejuto (1984a). De facto, Camacho (1980) e Mejuto (1984a) não consideraram os bivalves com comprimento inferior a 3 mm e 7 mm, respectivamente, e calcularam a mortalidade em períodos anuais.

A mortalidade de *C. edule* caracteriza-se por uma grande variabilidade entre zonas geográficas. De facto, enquanto que González (1984) referiu na Ria de Arosa (Galiza) taxas de mortalidade entre 0,05 a 0,55 mês⁻¹, Mejuto (1984b) na Ria de Noia (Galiza) determinou uma taxa de 0,705 mês⁻¹ e Guillou & Tartu (1994), na costa francesa atlântica calcularam taxas de mortalidade entre 0,08 mês⁻¹ e 1,09 mês⁻¹. Amplitudes desta ordem incluem os valores calculados na Ria Formosa, 0,299 mês⁻¹ em areia e 0,156 mês⁻¹ em vasa. O valor máximo calculado neste estudo é relativamente menor do que os limites superiores dos intervalos referidos, o que poderá resultar da protecção parcial contra predadores proporcionada pelos colectores. A limitação à acção dos predadores externos terá sido efectiva durante os primeiros meses em que os colectores foram mantidos no local, exactamente no período inicial da vida bentónica, quando os animais se encontram mais frágeis e a mortalidade é mais elevada. Com efeito, Sprung (1994c) referiu razões P/B (produção/biomassa) elevadas nos bivalves da Ria Formosa, nomeadamente em *C. edule*, o que resultará do facto de poucos indivíduos alcançarem um comprimento elevado, provavelmente como consequência da predação intensa a que estão sujeitos.

A taxa de mortalidade de *S. plana* nos colectores com areia foi inferior à verificada em vasa. Segundo Frenkiel & Moueza (1979), a fixação das pós-larvas deve ocorrer em sedimentos com alguma componente arenosa, de modo a facilitar a fixação do bisso das pós-larvas. Esta fixação é fundamental já que, como os sífões não estão formados na altura em que ocorre a sedentarização, as pós-larvas não se podem enterrar e evitar que sejam arrastadas pelas correntes, nem conseguem

desenterrar-se, caso sejam cobertas por sedimento demasiadamente móvel (como o vasoso), o que pode conduzir à colmatção das brânquias e asfixia e, conseqüentemente, a mortalidades elevadas.

A taxa de mortalidade determinada, apenas nos colectores de areia, para as pós-larvas e juvenis de *A. ovata*, foi a segunda mais baixa de entre as espécies analisadas. Também para Bachelet *et al.* (1986) a mortalidade pós-recrutamento desta espécie não é muito acentuada. Tal poderá dever-se à existência de uma fase planctónica de curta duração, como é referido por estes autores, ou mesmo à ausência desse tipo de vida livre, como foi descrito por Sprung (1994a). Com efeito, em zonas lagunares como a Ria Formosa, esta espécie pode apresentar um desenvolvimento total ou parcialmente bentónico e intracapsular, o qual reduz a vulnerabilidade aos predadores, garante a disponibilidade alimentar, diminui a influência das variações dos parâmetros abióticos e protege contra situações de poluição (Bachelet *et al.*, 1986).

A determinação da mortalidade ocorrida nas coortes das várias espécies nos colectores com os dois tipos de sedimentos analisados, permitiu verificar uma tendência mais nítida nalgumas espécies como *R. decussatus*, *C. edule* e *V. pullastra* em areia, para que os valores mais elevados da mortalidade ocorressem nas últimas coortes de 1990 do período reprodutor, tal como foi também observado por Thouzeau & Leahy (1988) e Thouzeau (1990) em *Pecten maximus*. A mortalidade mais elevada determinada nas primeiras coortes de 1991 deve-se certamente ao facto destas serem constituídas principalmente por bivalves recém-fixados, nos quais a mortalidade é, em geral, muito elevada.

4.6 - Razão mortalidade/crescimento (Z/K)

O crescimento e a mortalidade são parâmetros demográficos que dependem de diversos factores, como a predação (Osman & Whitlatch, 1995), a falta de

alimento associado à competição intraespecífica e interespecífica (André & Rosenberg, 1991) ou a factores hidroclimáticos (Beukema, 1985).

As taxas de mortalidade (Z) e de crescimento (K) são interdependentes. A mortalidade selectiva sobre indivíduos de maiores ou menores dimensões traduz-se, respectivamente, em taxas de crescimento mais elevadas ou mais reduzidas, uma vez que o crescimento diminui com a idade (dimensão) dos indivíduos. Por outro lado, um crescimento mais rápido pode resultar numa diminuição da exposição a alguns grupos de predadores e, conseqüentemente, a uma diminuição da mortalidade. Para além disso, segundo Bayne (1976), bivalves com taxas de crescimento elevadas atingem mais rapidamente a senilidade. Hershko & Ciechanover (1982) sugerem que uma baixa taxa de degradação contribui para a acumulação das proteínas anormais, o que se associa a uma rápida senescência. Assim, nos bivalves com taxas de crescimento mais elevadas é possível que exista a baixa taxa de degradação proteica encontrada noutros moluscos, concretamente nos cefalópodes (O'dor & Wells, 1987).

A razão Z/K foi mais elevada nas larvas de *M. edulis* do que em *Ruditapes* spp.. Esta diferença resultará do facto das larvas deste último *taxa* terem uma vida planctónica mais curta, pelo que o crescimento será mais intenso e a mortalidade menor do que nas larvas de *M. edulis*. Nesta espécie a maior duração da vida planctónica permite uma maior exposição a predadores, o que se traduzirá numa mortalidade mais elevada, enquanto que a presença nas coortes de um maior número de larvas pedivelígeras eventualmente retardando a metamorfose na tentativa de encontrarem algum dos poucos substratos adequados para a fixação disponíveis na Ria Formosa, resultará numa diminuição da taxa de crescimento. Com efeito, a predação terá sido a principal responsável pela mortalidade das larvas de *M. edulis* no Isefjord, já que o crescimento normal das larvas eliminou a hipótese da inanição (Jørgensen, 1981).

Segundo Barry & Tegner (1990), se $Z > K$ a população é dominada por juvenis, enquanto que se $Z < K$ dominam os adultos, sendo as populações de

“mortalidade dominante” ou de “crescimento dominante”, respectivamente. Como em todos os *taxa* analisados no plâncton e no bentos esta razão foi inferior a 1, as populações estudadas foram dominadas pelo crescimento e por indivíduos de maiores dimensões ou adultos. De facto, nas larvas de *M. edulis* a razão Z/K superior à das larvas de *Ruditapes* spp. resultará da presença prolongada de larvas de maiores dimensões procurando um substrato adequado para fixação naquela espécie.

Em média, a razão Z/K foi superior para as espécies fixadas nos colectores com areia. No entanto, o facto das taxas calculadas em vasa não terem sido significativas, limitou a sua comparação com as obtidas em areia. De qualquer modo, os menores valores da razão obtidos nos colectores de vasa resultarão do facto de apenas se terem determinado as fases mais iniciais das coortes que, para além disso, apresentaram uma pequena duração temporal. Assim, esses bivalves encontrar-se-iam num período de crescimento muito intenso, o qual se terá sobreposto ao efeito da mortalidade.

O facto do crescimento máximo ocorrer em comprimentos mais elevados, onde supostamente a mortalidade é menor, resultará numa menor razão Z/K. Assim, nas espécies em que o crescimento máximo ocorreu com dimensões menores, onde a mortalidade é mais elevada, será mais provável que o valor de Z/K seja mais elevado. Efectivamente, verificou-se nas espécies fixadas em areia, que à ordenação decrescente de Z/K (Tab. VIII.8) correspondeu a ordenação crescente do comprimento no qual ocorreu a taxa máxima de crescimento (C_i) (Tab. VIII.10), excepto em *A. ovata* cuja gama de dimensões é diferente.

Para além disso, as médias de $Z/K > 1$ observadas nas coortes larvares de *M. edulis* e pós-fixação de *R. decussatus* e *C. edule* ambas em sedimento de areia, indicarão que a grande parte da mortalidade nessas espécies terá ocorrido nas fases iniciais, no plâncton e no bentos, já que o crescimento não chegou a ser dominante.

5 - CONCLUSÕES

A análise das coortes larvares e pós-larvares consistiu num processo metodologicamente difícil, mesmo com uma periodicidade de amostragem elevada, devido sobretudo à grande variabilidade dos comprimentos dentro de cada classe de idades.

A existência de poucos locais para fixação das larvas de *M. edulis* foi o factor responsável pela diminuição do crescimento na fase final da vida planctónica e, por conseguinte no melhor ajuste ao modelo de Laird-Gompertz. O facto do ajuste ao modelo linear por parte das larvas de *Ruditapes* spp. ter sido o mais elevado, permitiu concluir a existência de condições adequadas para a realização da fixação assim que estas larvas adquirem as condições morfológicas e fisiológicas para tal.

A mortalidade na transição do plâncton para o bentos mais elevada em *C. edule* permite concluir que esta espécie foi, comparativamente a *R. decussatus*, mais sensível às condições ambientais no início da vida bentónica.

A duração reduzida das coortes limitou a determinação das taxas de crescimento e de mortalidade. Apesar disso, concluiu-se que o sedimento arenoso foi mais adequado para o crescimento das pós-larvas e juvenis de *R. decussatus*, *C. edule* e *S. plana*, enquanto que *V. aurea* e *V. pullastra* crescem mais rapidamente em sedimentos com maior componente vasosa.

O sedimento arenoso apresentou as características mais desfavoráveis para as pós-larvas e juvenis de *V. pullastra*, *V. aurea* e *C. edule*, o que se traduziu nas taxas de mortalidade mais elevada nesse sedimento. Por outro lado, o sedimento predominantemente vasoso foi o menos favorável para a fixação de indivíduos de *S. plana* e *R. decussatus*.

A razão entre a taxa de mortalidade e a taxa de crescimento (Z/K) foi normalmente inferior a 1, pelo que, para as espécies analisadas o crescimento foi dominante relativamente à mortalidade.

A duração da vida meiobentônica, reduzida relativamente à descrita na bibliografia, evidenciou as condições favoráveis para o crescimento destas espécies, na Ria Formosa. Concluiu-se que, para as famílias Veneridae e Scrobiculariidae, a menor duração da vida meiobentônica correspondeu a uma menor taxa de mortalidade.

Capítulo IX

Modelo preditivo do recrutamento de bivalves: aplicação a *Ruditapes decussatus*

Capítulo IX - Modelo preditivo do recrutamento de bivalves: aplicação a *Ruditapes decussatus*.

1- INTRODUÇÃO

A compreensão dos processos responsáveis pelas flutuações no recrutamento é de grande importância para o entendimento da dinâmica das espécies e constitui o principal problema na gestão dos recursos pesqueiros. Em muitas espécies marinhas a variabilidade do recrutamento é uma consequência directa de estratégias de ciclos de vida caracterizados por valores elevados de fecundidade e por variações aleatórias das taxas de mortalidade durante as fases iniciais da vida (Fogarty *et al.*, 1991). Para além disso, também as variações ambientais podem condicionar as flutuações do recrutamento no curto-prazo.

Apesar de Hjort (1914) ter reconhecido a relação entre a sobrevivência das larvas de peixe e a futura classe anual, e dos trabalhos de Houde (1989) e Pepin & Myers (1991) evidenciarem que pequenas alterações na mortalidade larvar podem causar grandes variações no recrutamento, a ligação entre a fase larvar e o recrutamento permanece pouco clara, o que poderá dever-se a dificuldades técnicas e de amostragem, nomeadamente à utilização de escalas de amostragem desadequadas (McGurk, 1989).

A realização de modelos para calcular o recrutamento de moluscos bivalves tem sido negligenciada, apesar dos trabalhos efectuados por Brousseau *et al.* (1982), Fifas *et al.* (1990) e Sidall *et al.* (1988), o que poderá dever-se a dificuldades em estimar as taxas de mortalidade e de crescimento das fases larvares e pós-larvares.

Com este capítulo pretendeu-se integrar os vários aspectos ecológicos e dinâmicos analisados ao longo deste trabalho e, dessa forma, propor um modelo matemático, empírico, que permita determinar o número de pós-larvas e juvenis durante os primeiros catorze meses de vida bentónica, com base no número de larvas de qualquer comprimento (idade) no plâncton.

2 - PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

O modelo que baseia-se na resolução, em função da idade, da equação linear de crescimento das larvas dado que é mais fácil e rigoroso determinar o comprimento do que a idade de uma larva. Assim, a equação original,

$$C = a + K I, \quad (\text{eq. 9.1})$$

é transformada em:

$$I = \frac{C - a}{K} \quad (\text{eq. 9.2})$$

em que C é o comprimento das larvas (em μm), a é constante e indica o valor onde a recta corta o eixo das ordenadas, K é a constante de crescimento e I é a idade (em dias). Deste modo é possível determinar a idade a que corresponde um dado comprimento larvar. Por conseguinte, aplicando a equação 9.2 a larvas com um comprimento C_f , superior ao de larvas com comprimento C_i , determinam-se as idades I_f e I_i dessas larvas. A diferença entre a idade final (I_f) e a idade inicial das larvas (I_i) no plâncton, permite determinar o período de tempo que uma determinada larva passa no plâncton, por exemplo, até à fixação (eq. 9.3):

$$\Delta I = I_f - I_i = \frac{C_f - C_i - a}{K} \quad (\text{eq. 9.3})$$

Assim, a mortalidade a que as larvas vão estar sujeitas durante esse período é dada pelo modelo calculado para a mortalidade das larvas por idade (eq. 9.4):

$$N_f = N_o * e^{-Z * \Delta I} \Rightarrow N_f = N_o * e^{-Z * \left(\frac{C_f - C_i - a}{K} \right)} \quad (\text{eq. 9.4})$$

em que N_f é o número de larvas no final do período ΔI , N_o é o número inicial de larvas considerado e Z é a taxa de mortalidade. A aplicação desta equação permite

calcular, para um conjunto de larvas com um determinado comprimento (inicial), quantas dessas larvas atingirão um outro comprimento (final). Se, por exemplo, o comprimento final pretendido for o da fixação, o valor de N_f indicará o número de larvas que atingirão as dimensões da fixação.

No entanto, apenas algumas das larvas que atingem o final da vida planctónica vão efectuar com sucesso a transição para a vida bentónica. O factor de sucesso na fixação e metamorfose ($F_{\%suc}$) foi determinado no capítulo VI (pág. 237). Deste modo, o número de larvas pedivelígeras é multiplicado pelo factor correspondente à percentagem de sucesso, de forma a que se obtenha uma estimativa das pós-larvas resultantes no bentos, ou seja, uma estimativa do número inicial de pós-larvas recém-fixadas (N_{ip}) (eqs. 9.5 e 9.6).

$$N_f = N_o * e^{-Z * \left(\frac{C_f - C_i - a}{K} \right)} * F_{\%suc} \quad (\text{eq. 9.5})$$

A introdução do valor de ($N_f = N_{ip}$) no modelo de mortalidade de pós-larvas, em meses (eq. 9.6), permite calcular o número de pós-larvas no sedimento, em qualquer momento, durante os primeiros 14 meses de vida no bentos.

$$N_j(t) = N_{ip} * e^{-Z * t} \quad (\text{eq. 9.6})$$

em que $N_j(t)$ é o número de pós-larvas ou juvenis fixados em qualquer tempo t , em meses ($t < 14$ meses) e N_{ip} ($= N_f$) é o número inicial de pós-larvas recém-fixadas no período considerado.

Através da equação 9.6 é possível determinar o número de pós-larvas que atingem o final da vida meiobentónica, se o valor de t indicar a duração dessa fase, em meses. Desenvolvendo a equação anterior de forma a integrar as suas componentes (eqs. 9.2 a 9.5), o modelo que se propõe na equação 9.6 expressa-se da seguinte forma (eq. 9.7):

$$N_{j(t)} = \left((N_0 * e^{-Z_L * \left(\frac{C_f - C_i - a}{K} \right)} * F_{\%suc}) \right) * e^{-Z_{PL} * t} \quad (\text{eq. 9.7})$$

em que: $N_{j(t)}$ é o número de pós-larvas ou juvenis fixados em qualquer tempo t ; N_0 é o número inicial de larvas considerado; Z_L é a taxa de mortalidade larvar por idade; C_f e C_i são os comprimentos final e inicial das larvas; a é a constante do modelo linear de crescimento e K é a taxa de crescimento larvar; $F_{\%suc}$ é a percentagem de sucesso na transição na fixação e metamorfose; Z_{PL} é a taxa de mortalidade das pós-larvas e juvenis durante os primeiros catorze meses de vida bentónica e t é idade em meses das pós-larvas e juvenis, até ao limite referido.

Esta equação permite calcular o número de pós-larvas resultantes de um qualquer número de larvas no plâncton, considerando o comprimento inicial e final de cada larva. No entanto, uma vez que a densidade das larvas é referida ao metro cúbico (m^3), é necessário multiplicar a densidade de larvas pela profundidade, de modo a obter a densidade de larvas por metro quadrado (m^2).

Como numa amostra existem larvas com diferentes dimensões, o número de pós-larvas final (N_{TPL}) será o somatório do resultado obtido para cada uma das larvas presentes nessa amostra (eq. 9.8):

$$N_{TPL} = \sum_{j=1}^n \left((N_{0j} * e^{-Z_L * \left(\frac{C_{fj} - C_{ij} - a}{K} \right)} * F_{\%suc}) \right) * e^{-Z_{PL} * t} \quad (n=n^\circ \text{ de larvas}) \quad (\text{eq. 9.8})$$

3 - APLICAÇÃO DO MODELO A *Ruditapes decussatus*

Aplicou-se o modelo proposto aos dados das abundâncias larvares e pós-larvares de *Ruditapes decussatus* obtidos durante 14 meses de amostragem na Ria Formosa. Assim, a aplicação da equação linear resolvida em função da idade das larvas de *Ruditapes* spp. (supostamente *Ruditapes decussatus*) no plâncton resultou na seguinte expressão:

$$I = \frac{C + 1,723}{2,264} \quad (r^2=0,749)$$

Considerando o comprimento inicial das larvas 100 µm e o final 210 µm, o período de tempo durante o qual as larvas estiveram sujeitas à mortalidade é dado pela diferença entre as equações anteriores ($I_f - I_i$):

$$\Delta I = I_f - I_i = \frac{C_f - C_i - 1,723}{2,264}$$

A mortalidade a que as larvas estiveram sujeitas durante esse período expressou-se pela equação seguinte:

$$N_f = N_o * e^{-(0,1) * \Delta I} \quad (r^2=0,518) \Rightarrow N_f = N_o * e^{-(0,1) * \left(\frac{C_f - C_i - 1,723}{2,264} \right)},$$

em que N_o é o número inicial de larvas que se considere e $Z=0,1$ é a taxa de mortalidade larvar (dia-1).

Como o comprimento final pretendido na análise corresponde ao da fixação, o valor final de N_f dever ser multiplicado pelo factor de sucesso na fixação e metamorfose calculado para esta espécie, 0,104 (10,4%), donde resulta:

$$N_f = N_o * e^{-(0,1) * \left(\frac{C_f - C_i - 1,723}{2,264} \right)} * 0,104$$

Esta equação permite avaliar quantas larvas de *Ruditapes* spp. atingem o comprimento de fixação e originam pós-larvas. A inclusão desse valor na equação da mortalidade pós-larvar obtida para os primeiros 14 meses de vida bentónica dos indivíduos de *Ruditapes decussatus*:

$$N_j(t) = N_{ip} * e^{-(0,710) * t} \quad (r^2=0,513), \text{ ou seja,}$$

$$N_j(t) = (N_o * e^{-(0,1) * (\frac{C_f - C_i - 1,723}{2,264}) * 0,104}) * e^{-(0,710) * t}$$

permite determinar quantas pós-larvas ou juvenis existem ao fim de t meses, partindo da dimensão das larvas no plâncton e conhecendo as equações de crescimento linear, e de mortalidade no plâncton e durante a fase inicial bentónica da vida destes bivalves.

Comparou-se o número de pós-larvas proposto pela aplicação do modelo, considerando o número e o comprimento das larvas capturadas no plâncton, com o número de pós-larvas com comprimento ≤ 1 mm capturadas no sedimento dos colectores quinzenais, durante os meses de Junho, Julho e Agosto de 1990 (Tab. IX.1-A). Para tal, somaram-se todas as larvas capturadas em cada um dos meses em análise, bem como o volume total mensal de água filtrada. Converteu-se o número total de larvas mensal para o metro cúbico, que em seguida foram convertidas para o metro quadrado, para o que foram multiplicadas pelo valor médio da profundidade da zona amostrada (= 3 metros). De modo a evitar a subjectividade na escolha dos comprimentos limites a integrar no modelo, o intervalo de dimensões considerado para as larvas foi compreendido entre o 1º quartil (comprimento inicial) e o 3º quartil (comprimento máximo) (Figs. 9.1, 9.2 e 9.3) (Tab. IX.1-A). O número de larvas considerado para o modelo foi o correspondente ao intervalo de dimensões assim obtido (Tab. IX.1-A).

Para além da sua aplicação a distribuições de dimensões, o modelo pode ser aplicado aos valores das medições dos comprimentos das larvas num determinado período de tempo. Assim, procedeu-se ao somatório dos resultados obtidos pela aplicação do modelo individualmente às larvas pertencentes às amostras de dos meses analisados, tendo-se calculado as abundâncias de pós-larvas recém-fixadas ($t=0$) (Tab. IX.1-B).

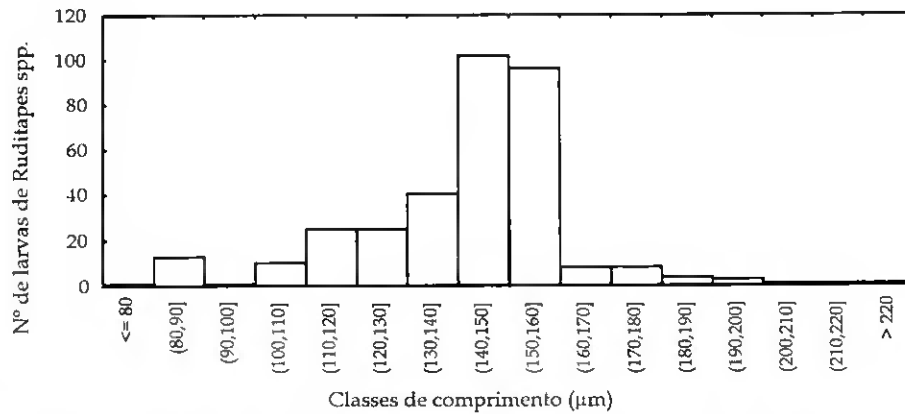


Figura 9.1 - Histograma das classes de comprimento das larvas capturadas durante o mês de Junho de 1990 (comp. inicial = 137,5 μm ; comp. final = 160 μm).

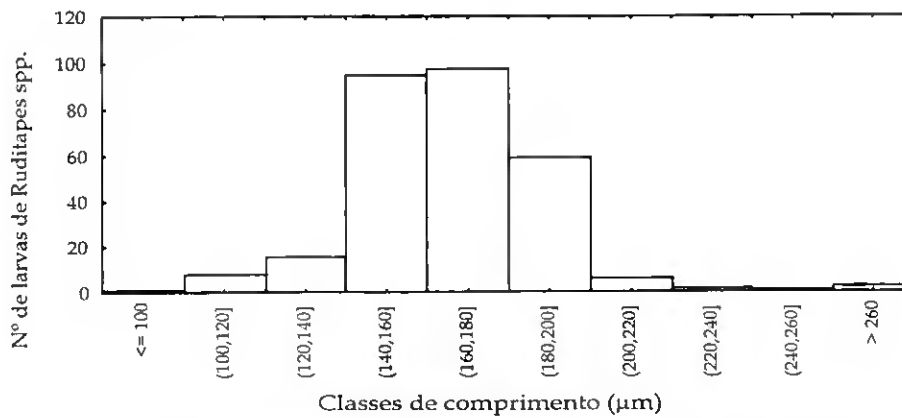


Figura 9.2 - Histograma das classes de comprimento das larvas capturadas durante o mês de Julho de 1990 (comp. inicial = 150 μm ; comp. final = 180 μm).

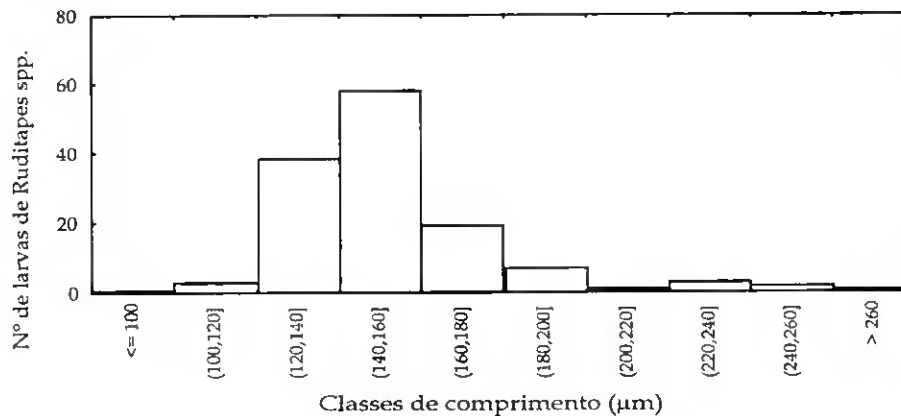


Figura 9.3 - Histograma das classes de comprimento das larvas capturadas durante o mês de Agosto de 1990 (comp. inicial = 138 μm ; comp. final = 160 μm).

Tabela IX.1-A - Aplicação do modelo de previsão do recrutamento às distribuições de comprimentos das larvas de *Ruditapes* spp. medidos durante os meses de Junho, Julho e Agosto de 1990: **A** indica o comprimento do 1º quartil, considerado como o comprimento inicial; **B** indica o comprimento do 3º quartil, considerado como o comprimento final; **C** indica o nº de larvas com dimensões entre o comprimento inicial e final, multiplicado pelo factor de conversão para m³ e pela profundidade média de 3 metros; **D** indica o nº de meses de vida bentónica ao fim dos quais se pretende determinar o nº de pós-larvas ou juvenis existentes; **E** indica a idade inicial das larvas; **F** indica a idade final das larvas; **G** indica a duração da vida planctónica para as larvas das dimensões consideradas; **H** indica o nº de larvas que atingem o comprimento final indicado; **I** indica o nº de pós-larvas que efectuaram com sucesso a fixação e a metamorfose; **J** indica o nº de pós-larvas que atingiram o final da vida meiobentónica, e **K** indica o número de pós-larvas ou juvenis fixados no sedimento ao fim dos t meses seleccionados na coluna D. As abundâncias de larvas e pós-larvas são expressas em metro quadrado.

MESES	A C. inicial (µm)	B C. final (µm)	C Nºlarvas (/m²)	D Meses bentos	E Idade inicial (dias)	F Idade final (dias)	G ΔI (dias)	H Nºlarvas c/ Cfinal (nº/m²)	I Factor %sucesso	J Nºpós-larva meiobent. (nº/m²)	K Nºjuvenis no mês t (nº/m²)
Junho	137	160	2043	0	61,27	71,43	10,16	739,68	76,93	33	77
Julho	150	180	1250	0	67,02	80,27	13,25	332,20	34,55	15	35
Agosto	138	160	686	0	61,72	71,43	9,72	259,46	26,98	12	27

Tabela IX.1-B - Aplicação do modelo de previsão do recrutamento aos comprimentos individuais das larvas de *Ruditapes* spp. medidas durante o mês de Junho 1990. **A a K** definidos na parte 1-A da tabela. (C = 1 larva x 2,985 x 3 m).

A C. inicial (µm)	B C. final (µm)	C Nºlarvas (nº/m²)	D Meses bentos	E Idade inicial (dias)	F Idade final (dias)	G ΔI (dias)	H Nºlarvas c/ Cfinal (nº/m²)	I Factor %sucesso	J Nºpós-larva meiobent. (nº/m²)	K Nºjuvenis no mês t (nº/m²)
150	210	8,955	0	67,02	93,52	26,50	0,63	0,07	0,03	0,07
130	210	8,955	0	58,18	93,52	35,34	0,26	0,03	0,01	0,03
145	210	8,955	0	64,81	93,52	28,71	0,51	0,05	0,02	0,05
140	210	8,955	0	62,60	93,52	30,92	0,41	0,04	0,02	0,04
130	210	8,955	0	58,18	93,52	35,34	0,26	0,03	0,01	0,03
120	210	8,955	0	53,76	93,52	39,75	0,17	0,02	0,01	0,02
...
...
...
160	210	8,955	0	71,43	93,52	22,08	0,98	0,10	0,04	0,10
150	210	8,955	0	67,02	93,52	26,50	0,63	0,07	0,03	0,07
130	210	8,955	0	58,18	93,52	35,34	0,26	0,03	0,01	0,03
130	210	8,955	0	58,18	93,52	35,34	0,26	0,03	0,01	0,03
$\sum_{i=1}^{i=366}$									11	27

O nível de ajuste dos resultados estimados pelo modelo aos dados das abundâncias de pós-larvas de *Ruditapes decussatus* observadas nos colectores quinzenais, recolhidos durante os meses em causa, expressa-se nas tabelas IX.3-A e B.

Tabela IX.3-A - Comparação entre a previsão da abundância de pós-larvas recém-fixadas a partir do número e dimensão das larvas no plâncton dada pelo modelo proposto e as abundância efectivamente determinadas nos colectores recolhidos quinzenalmente (relativo aos dados da tabela IX.1-A).

Meses	Nº larvas no plâncton	Intervalo de dimensões (µm)	Nº de larvas no intervalo considerado	Factor de conversão (p/ m ³ * 3 m prof)	Nº de larvas/ m ²	Nº de pós-larvas (t=0) capturadas/ m ²	Nº de pós-larvas/ m ² proposto pelo modelo	Erro na estimativa (sub-estimação)
Jun90	336	137,5-160	228	2,985*3	2043	113	77	31,9%
Jul90	286	150-180	140	2,976*3	1250	169	35	79,3%
Ago90	131	138-160	64	3,571*3	686	226	27	88,1%

Tabela IX.3-B - Comparação entre a previsão da abundância de pós-larvas recém-fixadas a partir do número e dimensão das larvas no plâncton dada pelo modelo proposto e as abundância efectivamente determinadas nos colectores recolhidos quinzenalmente (relativo aos dados da tabela IX.1-B e considerando os meses de Julho e Agosto de 1990).

Meses	Nº larvas no plâncton	Intervalo de dimensões (µm)	Nº de larvas no intervalo considerado	Factor de conversão (p/ m ³ * 3 m prof)	Nº de larvas/ m ²	Nº de pós-larvas (t=0) capturadas/ m ²	Nº de pós-larvas/ m ² proposto pelo modelo	Erro na estimativa (sub-estimação)
Jun90	336	90-120	336	2,985*3	3009	113	27	76,1%
Jul90	286	102-262	286	2,976*3	2553	169	87	48,5%
Ago90	131	108-250	131	3,571*3	1403	226	37	83,6%

A aplicação deste modelo em várias situações pode ser observada nas tabelas (Tabs. IX.4 a IX.6).

Tabela IX.4 - Variação das abundâncias de pós-larvas fixadas em t=0 meses relativamente ao comprimento das larvas planctónicas (a cheio variáveis em análise).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
C. inicial (µm)	C. final (µm)	Nºlarvas (nº/m²)	Meses bentos	Idade inicial (dias)	Idade final (dias)	ΔI (dias)	Nºlarvas c/ Cfinal (nº/m²)	Factor %sucesso	Nºpós-larva meiobent. (nº/m²)	Nºjuvenis no mês t (nº/m²)
100	210	1000	0	44,93	93,52	48,59	7,76	0,81	0,34	0,81
110	210	1000	0	49,35	93,52	44,17	12,07	1,26	0,54	1,26
120	210	1000	0	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	1,95
130	210	1000	0	58,18	93,52	35,34	29,20	3,04	1,30	3,04
140	210	1000	0	62,60	93,52	30,92	45,42	4,72	2,01	4,72
150	210	1000	0	67,02	93,52	26,50	70,64	7,35	3,13	7,35
160	210	1000	0	71,43	93,52	22,08	109,87	11,43	4,87	11,43
170	210	1000	0	75,85	93,52	17,67	170,88	17,77	7,58	17,77
180	210	1000	0	80,27	93,52	13,25	265,78	27,64	11,79	27,64
190	210	1000	0	84,68	93,52	8,83	413,38	42,99	18,34	42,99
200	210	1000	0	89,10	93,52	4,42	642,94	66,87	28,52	66,87
210	210	1000	0	93,52	93,52	0,00	1000,00	104,00	44,36	104,00

Tabela IX.5 - Variação das abundâncias de pós-larvas fixadas em t=0 meses relativamente à abundância das larvas planctónicas/m² (a cheio variáveis em análise).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
C. inicial (µm)	C. final (µm)	Nºlarvas (nº/m²)	Meses bentos	Idade inicial (dias)	Idade final (dias)	ΔI (dias)	Nºlarvas c/ Cfinal (nº/m²)	Factor %sucesso	Nºpós-larva meiobent. (nº/m²)	Nºjuvenis no mês t (nº/m²)
120	210	1000	0	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	1,95
120	210	2000	0	53,76	93,52	39,75	37,55	3,91	1,67	3,91
120	210	3000	0	53,76	93,52	39,75	56,32	5,86	2,50	5,86
120	210	4000	0	53,76	93,52	39,75	75,10	7,81	3,33	7,81
120	210	5000	0	53,76	93,52	39,75	93,87	9,76	4,16	9,76
120	210	6000	0	53,76	93,52	39,75	112,65	11,72	5,00	11,72
120	210	7000	0	53,76	93,52	39,75	131,42	13,67	5,83	13,67
120	210	8000	0	53,76	93,52	39,75	150,19	15,62	6,66	15,62
120	210	9000	0	53,76	93,52	39,75	168,97	17,57	7,50	17,57
120	210	10000	0	53,76	93,52	39,75	187,74	19,53	8,33	19,53
120	210	11000	0	53,76	93,52	39,75	206,52	21,48	9,16	21,48
120	210	12000	0	53,76	93,52	39,75	225,29	23,43	9,99	23,43

Tabela IX.6 - Variação das abundâncias de pós-larvas fixadas relativamente à idade das pós-larvas e juvenis, em meses (a cheio variáveis em análise).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
C. inicial (µm)	C. final (µm)	Nºlarvas (nº/m³)	Meses bentos	Idade inicial (dias)	Idade final (dias)	ΔI (dias)	Nºlarvas c/ Cfinal (nº/m²)	Factor %sucesso	Nºpós-larva meiobent. (nº/m²)	Nºjuvenis no mês t (nº/m²)
120	210	1000	0	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	1,95253
120	210	1000	1	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,95995
120	210	1000	2	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,47195
120	210	1000	3	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,23203
120	210	1000	4	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,11408
120	210	1000	5	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,05609
120	210	1000	6	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,02757
120	210	1000	7	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,01356
120	210	1000	8	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,00667
120	210	1000	9	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,00328
120	210	1000	10	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,00161
120	210	1000	11	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,00079
120	210	1000	12	53,76	93,52	39,75	18,77	1,95	0,83	0,00039

A relação entre todas as variáveis analisadas pode ser evidenciada de forma gráfica, como se observa nas figuras 9.4 a 9.6.

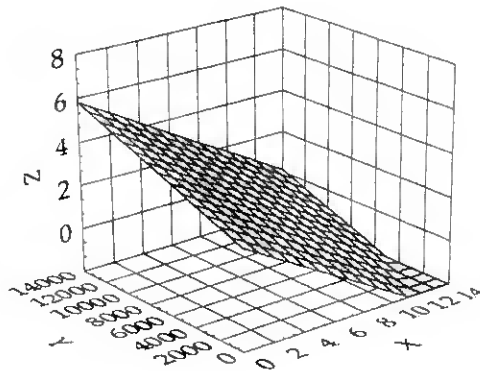


Figura 9.4 - Relação linear tridimensional entre o número de larvas no plâncton/m³ (com comprimento = 100 µm) (Y) e o número de juvenis no bentos (Z), considerando o tempo de vida no bentos (X) após a fixação para o primeiro ano de vida bentónica.

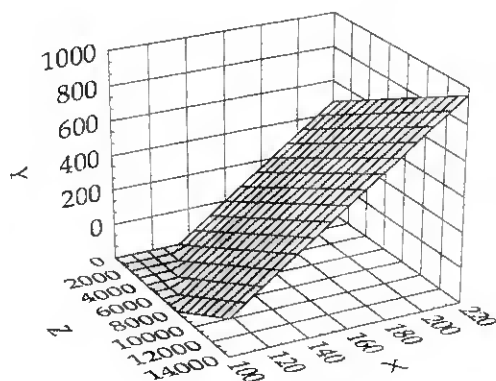


Figura 9.5 - Relação linear tridimensional entre o número de larvas no plâncton/m³ (X) e o número de juvenis no bentos (Z), considerando o comprimento inicial das larvas (Y).

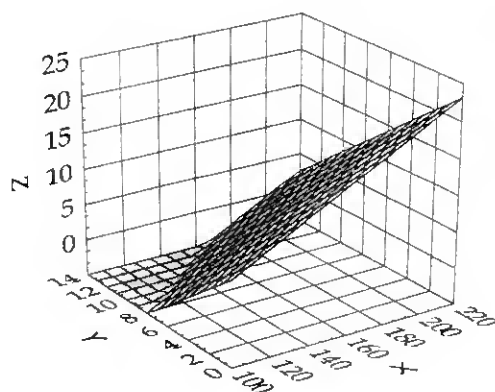


Figura 9.6 - Relação linear tridimensional entre o comprimento inicial das larvas no plâncton (X) e o número de juvenis no bentos (Y), considerando o tempo de vida no bentos após a fixação (Z) para o primeiro ano de vida bentônica.

4 - DISCUSSÃO

Modelos matemáticos que possibilitem prever as abundâncias futuras permitirão controlar as espécies mantendo-as dentro de limites considerados adequados para o ecossistema em questão. Para além disso, sobretudo quando

essas populações estão sujeitas a exploração pela pesca, a aplicação deste tipo de modelos pode revelar-se fundamental para assegurar a gestão dos mananciais.

A modelação das fases iniciais da vida dos invertebrados marinhos bentónicos tem sido praticamente ignorada. Tal deve-se principalmente ao esforço de amostragem necessário para caracterizar em termos dinâmicos a evolução muito rápida que ocorre nessas fases. Por conseguinte, frequentemente a modelação baseia-se na geração de hipóteses teóricas, pelo que existe algum afastamento em relação à realidade. Essa circunstância está na base do criticismo com que alguns autores, tal como Pielou (1981), encaram a utilidade dos modelos, e que levou Grant (1988) a questionar se a pouca atenção dada à modelação do ciclo de vida de invertebrados marinhos bentónicos deveria ser considerado um déficit a ser ultrapassado ou uma poupança de irrelevância. Para a construção do modelo proposto utilizaram-se dados reais pelo que o resultado expressa, efectivamente, as condições verificadas na natureza.

As abundâncias de juvenis consideradas para a elaboração do modelo foram avaliadas com base em recolhas em colectores. Apesar dos colectores estarem ao nível do substrato, alguma perturbação hidrodinâmica poderá ser considerada. Este é um aspecto importante já que, segundo Butman (1989), as larvas depositam-se no bentos de acordo como seu peso específico, actuando como partículas passivas. Com efeito, a comparação entre a abundância dos indivíduos recém-fixados nos colectores e na zona circundante não evidenciou diferenças significativas.

Por outro lado, a mortalidade que ocorreu nos colectores poderá, durante uma primeira fase, em que o sedimento está ainda pouco colonizado, ser independente da densidade. No entanto, nos últimos meses e após um ano de permanência no local, o sedimento dos colectores foi também colonizado por espécies predadoras de bivalves. Para além disso, nesses últimos meses a competição por espaço poderá ter sido uma realidade, pelo que a mortalidade calculada nessa altura evidenciará provavelmente a influência da densidade dentro

dos colectores. A taxa de mortalidade considerada, ao integrar todos estes aspectos pode também conduzir a uma sobreestimação ou subestimação das abundâncias, consoante a intensidade com que estes processos ocorrem.

Com efeito, sobretudo no que respeita às larvas, terá ocorrido alguma subestimação nos valores detectados para as abundâncias a nível dos comprimentos mais inferiores, onde a identificação nem sempre foi conseguida. A subestimação desses valores terá provocado uma diminuição nas taxas de mortalidade calculadas.

A formulação matemática proposta para além de tentar contribuir para a previsão do recrutamento de bivalves permite avaliar a importância de outros aspectos da vida dos bivalves, tal como a duração da vida planctónica ou a redução das abundâncias durante a vida meiobentónica. Para além disso, este modelo pretende sobretudo estabelecer a ligação matemática entre os aspectos dinâmicos das fases iniciais do ciclo de vida dos bivalves, através de fórmulas simplificadas e com base em características facilmente acessíveis, como a medição do comprimento das larvas.

A principal limitação do modelo reside no facto de não integrar aspectos ambientais, nomeadamente a temperatura. No entanto, a reprodução, o desenvolvimento larvar e o recrutamento apenas ocorrem num intervalo relativamente estreito (no caso de *R. decussatus*, $T^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}$), pelo que a esse nível existirá alguma constância nas condições ambientais de ano para ano.

O modelo apresentado baseia-se fundamentalmente no conhecimento das taxas de mortalidade e de crescimento das larvas e pós-larvas de uma qualquer espécie, pelo que, através da alteração dessas taxas pode ser corrigido em qualquer momento, e adequado às condições verificadas num qualquer período em particular.

Para a validação do modelo seria necessário dispôr-se de conjuntos de dados de um período de tempo significativo o que, dada a inexistência de trabalhos prévios, não foi possível. Assim, a validade efectiva do modelo passará

pelo cálculo das taxas de mortalidade larvar e pós-larvar durante um período longo de tempo, de forma a incluir toda a variação esperada e que, por conseguinte, traduzam mais rigorosamente a evolução das abundâncias.

A confirmar-se a validade do modelo, para além do interesse teórico na determinação do recrutamento à população, o cálculo do número de juvenis com base no número de larvas no plâncton poderá permitir uma gestão dos mananciais com alguma antecedência. De facto, no final do período amostrado os bivalves tinham já adquirido as dimensões mínimas de captura. Assim, será possível prever com antecedência a possibilidade de haver uma diminuição das abundâncias disponíveis para a pesca, pelo que as medidas necessárias podem ser tomadas antecipadamente, o que permitirá efectuar a gestão dos mananciais a mais longo prazo.

Capítulo X
Considerações Finais

Capítulo X - Considerações Finais

As fases larvares e pós-larvares dos bivalves têm sido pouco estudadas e raramente de forma interligada, considerando os aspectos dinâmicos, o que em grande parte se deve a dificuldades metodológicas, quer na amostragem quer na identificação dos indivíduos. Com efeito, apenas uma amostragem muito frequente permitirá acompanhar a evolução desses aspectos de forma rigorosa.

Neste trabalho optou-se por utilizar uma estratégia de amostragem temporal de escala reduzida já que, durante o período inicial da vida dos moluscos bivalves existem várias fases críticas associadas ao desenvolvimento morfológico dos indivíduos, o qual ocorre rapidamente num período de dias a semanas.

Por outro lado, a utilização das características morfológicas e biométricas possibilitou a distinção entre os vários *taxa* larvares e pós-larvares e juvenis. A estrutura da charneira larvar e pós-larvar foi a principal característica utilizada na identificação. Também a forma e a textura da concha evidenciaram ser úteis na identificação destas fases dos bivalves. A utilização de rectas de regressão permitiu, nalguns casos, a separação entre espécies da mesma família.

A utilização de colectores para a captura de pós-larvas, apesar de normalmente pouco utilizada, revelou-se uma metodologia bastante eficaz, evitando a predação e contribuindo para a manutenção dos indivíduos no seu interior, o que possibilitou uma análise continuada durante o período de estudo. Por isso, esta metodologia revelou ser bastante apropriada para estudos de crescimento e mortalidade durante a fase pós-larvar. Assim, o esforço de amostragem efectuado foi claramente compensado pela possibilidade de acompanhar as variações ocorridas nas abundâncias e também nas dimensões dos indivíduos, o que possibilitou a identificação e o acompanhamento da evolução das coortes larvares e pós-larvares.

A ocorrência das larvas de bivalves no plâncton da Ria Formosa durante todo o ano, bem como as abundâncias elevadas que se observaram, sugerem que este sistema constitua uma zona propícia para a reprodução de bivalves e o desenvolvimento das larvas e pós-larvas.

As abundâncias larvares foram influenciadas fundamentalmente pela temperatura, não apenas em termos da duração da vida planctónica, mas sobretudo devido à influência deste parâmetro na reprodução dos adultos. De facto, foi nítido que a variação estacional das abundâncias larvares, mais elevadas durante os meses de Primavera e de Verão, acompanhou a da temperatura da água. Efectivamente, os restantes parâmetros analisados não evidenciaram ser determinantes para as abundâncias larvares, enquanto que outros factores não analisados mas com limites de variação conhecidos, como o pH ou o oxigénio dissolvido, pela sua estabilidade, apenas pontualmente poderão ser influentes para as abundâncias das larvas. Por outro lado, a ampla gama de dietas que as larvas podem usar faz com que dificilmente o alimento disponível seja limitante. De facto, uma boa condição nutricional foi observada nas pós-larvas de *R. decussatus* através do índice RNA/DNA.

Assim, enquanto que a temperatura actua numa escala superior, ao definir os períodos de ocorrência das larvas no plâncton e conseqüentemente a ocorrência das pós-larvas no bentos, as características do substrato (granulometria e nível de colonização prévio do substrato) actuam como estímulos de pequena escala e determinar o local onde as larvas se vão fixar e metamorfosear, transformando-se em pós-larvas. O principal factor responsável pela diminuição das abundâncias pós-larvares foi a predação. De facto, a comparação entre colectores com e sem rede, protegidos e não contra a predação, evidenciou a redução das abundâncias nos segundos face aos primeiros.

Verificou-se que as larvas fixaram-se e realizaram a metamorfose preferencialmente nos colectores com substrato de areia, apesar de nem sempre as diferenças terem sido significativas. No entanto, observaram-se diferenças entre

espécies e também entre os colectores mensais e quinzenais. As abundâncias fixadas mais elevadas nos primeiros sugerem a preferência das larvas pedivelígeras por substratos já colonizados.

A disponibilidade em substratos para fixação é um dos aspectos determinantes para a duração da vida larvar planctónica e para o sucesso na fixação e metamorfose. De facto, verificou-se que as larvas de *R. decussatus* apresentaram uma vida planctónica mais longa do que a das larvas de *C. edule*, sugerindo uma menor selectividade na escolha do substrato, o que se traduziu num menor sucesso na fixação e na metamorfose das pós-larvas desta última espécie. Para além disso, o prolongamento da vida planctónica devido à procura de um substrato adequado para a fixação traduziu-se em taxas de crescimento menores e em curvas tendencialmente assintóticas, o que se verificou em *Mytilus edulis*. Com efeito, durante o período em que as larvas procuram o local adequado para fixação, o crescimento praticamente cessa. Por outro lado, como consequência da permanência durante mais tempo no plâncton, a taxa de mortalidade tende a aumentar, supostamente devido à acção de predadores.

Após a fixação e a metamorfose, o crescimento e a mortalidade das pós-larvas dependeu das condições ambientais, sobretudo da temperatura, da presença de predadores e do tipo de substrato. As taxas de crescimento e de mortalidade foram, de um modo geral, mais elevadas em areia. Tal resultou da maior abundância de pós-larvas fixadas neste substrato, ou seja, de um elevado número de indivíduos que apresentam tipicamente, na fase inicial da vida, taxas de mortalidade e de crescimento elevadas. Também devido à preferência do substrato de areia para a fixação, as pós-larvas que ocorreram nos colectores com vasa terão sido sobretudo pós-larvas fixadas noutros locais, pelo que a sua entrada nos colectores terá resultado de um processo de ressuspensão. Assim, estas larvas entrarão nos colectores com dimensões mais elevadas e mais próximas de 1 milímetro, ou seja, numa fase em que a mortalidade é já relativamente menor à que ocorre nas fases mais iniciais. A relação entre a mortalidade e o crescimento,

determinada através da razão Z/K , evidenciou que nas populações amostradas o crescimento foi dominante relativamente à mortalidade. As diferenças dos valores da razão Z/K calculados para as várias espécies, corresponderão a características endógenas e também a diferenças na capacidade de adaptação às condições que ocorreram no interior dos colectores.

Calculou-se, com base nas equações dos modelos de crescimento linear, o período de tempo que as pós-larvas levaram a atingir a dimensão de 1 milímetro, ou seja a duração da vida meiobentónica. Esta é uma fase crítica para a sobrevivência dos indivíduos e, de facto, verificou-se que, na mesma família, uma maior duração da vida meiobentónica correspondeu a uma maior taxa de mortalidade.

A integração das taxas de crescimento e mortalidade larvar e pós-larvar possibilitou a realização de um modelo de previsão do recrutamento que, com base no comprimento e abundância das larvas planctónicas, permite calcular a abundância das pós-larvas durante os primeiros catorze meses de vida bentónica.

A contribuição deste trabalho para o conhecimento dos aspectos sistemáticos, ecológicos e dinâmicos das fases iniciais da vida dos bivalves, evidenciou a necessidade em aprofundar este tipo de estudos de forma a aumentar a compreensão dos fenómenos que determinam o recrutamento e o sucesso da geração futura. Para tal, são necessárias metodologias que permitam, com um menor esforço de amostragem, acompanhar a evolução dos indivíduos e as suas abundâncias. Também a caracterização morfológica e o estabelecimento de relações entre as medições da concha ou outras, que permitam a identificação das espécies, é fundamental e pode ser conseguido nomeadamente através da realização do desenvolvimento larvar em situações controladas. A influência dos vários parâmetros abióticos e bióticos sobre a abundância das larvas é difícil de analisar no meio natural e poderá ser analisada através da realização de estudos em laboratório. Também a filmagem de larvas em aquários permitirá analisar o

comportamento na altura da fixação e da metamorfose e assim avaliar a capacidade de seleccionarem o substrato. Para além disso, avaliar a importância do alimento disponível para as larvas e pós-larvas de bivalves na Ria Formosa, bem como efectuar uma quantificação da predação que actua sobre estas fases, são aspectos cuja análise contribuirá para uma melhor compreensão dos processos que actuam sobre as fases iniciais da vida dos moluscos bivalves e que determinam as suas abundâncias.

Capítulo XI

Referências

Capítulo XI - REFERÊNCIAS

- Águas, M. (1986). Simulação da circulação hidrodinâmica na Ria Formosa. *In: Os Sistemas Lagunares do Algarve*, pp. 78-90. Universidade do Algarve, Faro.
- Alcaraz, M. & M. Dominguez (1985). Larvas de moluscos lamelibranquios en la ria de Pontevedra (NO) de Espana: ciclo anual. *Inv. Pesq.*, 49 (2): 165-173.
- Allen, P. I. (1983). Feeding behaviour of *Asterias rubens* (L.) on soft bottom bivalves: A study in selective predation. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 19 (4): 463-475.
- Amanieu, M. & G. Lasserre (1982). Organisation et evolution de peuplements lagunaires. *Oceanologica Acta*, sp.: 201-213.
- Andrade, J.P. (1985). Aspectos geomorfológicos, ecológicos e sócio-económicos da Ria Formosa. Trabalho de síntese apresentado à Universidade do Algarve no âmbito das provas de aptidão pedagógica e capacidade científica. Universidade do Algarve, Faro, 101 p.
- Andrade, F. (1986). O estuário do Mira: Caracterização geral e análise qualitativa da estrutura dos macropovoamentos bentónicos. *Tese de Doutoramento*. Universidade de Lisboa, 393 p.
- Andrade, J.P. (1990). A importância da Ria Formosa no ciclo biológico de *Solea senegalensis* (Kaup, 1858), *Solea vulgaris* (Quensel, 1806) *Solea lascaris* (Risso, 1810) e *Microchirus azevia* (Capello, 1868). *Tese de doutoramento*. Universidade do Algarve, Faro, 410 p.
- Andrade, J.P. (1992). Age, growth and population structure of *Solea senegalensis* Kaup, 1858 (Pisces, Soleidae) in the Ria Formosa (Algarve, Portugal). *Sci. Mar.*, 56(1): 35-41.
- André, C. & R. Rosenberg (1991). Adult-larval interactions in the suspension-feeding bivalves *Cerastoderma edule* and *Mya arenaria*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 71: 227-234.
- Anger, K. & H. J. Hirche (1990). Nucleic acids and growth of larvae and juvenile spidercrab, *Hyas araneus*. *Marine Biology*, 705: 403-411.
- Ansell, A.D. (1961). Reproduction, growth and mortality of *Venus striatula* in Kames Bay, Millport. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 41: 191-215.
- Ansell, A.D. (1962). The functional morphology of the larva, and the post-larval development of *Venus striatula*. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 42: 419-443.
- Assis, M. E.; M. A. Sampayo & M. H. Vilela (1984). Ria de Faro-Olhão. I- Pigmentos e formas planctónicas predominantes. *Cuad. Area Cien. Marinas Sem. Estudos Galegos*, 1: 217-236.
- Ayers, J.C. (1956). Population dynamics of the marine clam *Mya arenaria*. *Limnol. Oceanogr.*, 1: 26-34.
- Bachelet, G. (1980). Growth and recruitment of the tellinid bivalve *Macoma balthica* at the Southern limit of its geographical distribution: the Gironde Estuary (SW France). *Mar. Biol.*, 59: 105-117.
- Bachelet, G. (1981). Application de équation de von Bertalanffy a la croissance du bivalve *Macoma balthica* et *Scrobicularia plana*. *Calc. Biol. Mar.*, 22: 291-311.
- Bachelet, G. (1986). Influence de la maille de tamisage sur les estimations d'abondance des atdes juveniles du macrobenthos marin. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 301: 795-798
- Bachelet, G. (1988). Recruitment in *Abra tenuis* (Montagu) (Bivalvia, Semelidae), a species with direct development and a protracted meiobenthic phase. *In: Reproduction, genetics and distribution of marine organisms*, pp. 23-30. J.S. Ryland & P.A. Tyler (Eds.); 23rd. Europ. Mar. Biol. Symp. Fredensborg, Olsen & Olsen.

- Bachelet, G., J.-M. Bouchet, M. Cornet, J.-C. Dauvin, F. Gentil, P.-J. Labourg & I. Madani (1986). Dynamique comparée des populations du genre *Abra* (Mollusque Lamelibranche): rôle des contraintes du milieu dans l'acquisition de stratégies démographiques. In: Coll. Nat. CNRS "Biologie des Populations". Bachelet *et al.* (eds), pp.107-115
- Bachelet, G., M. Desprez, J. P. Ducrotoy, J. Guillou, B. Elkaim & M. Glemarec (1992a). Rôle de la compétition intraspécifique dans la régulation du recrutement chez la coque *Cerastoderma edule*. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, 68: 75-87.
- Bachelet, G., J. Guillou & P. J. Labourg (1992b). Adult-larval and juvenile interactions in the suspension-feeding bivalve, *Cerastoderma edule*: field observations and experiment. In: G. Colombo *et al.* Marine eutrophication and population dynamics. Oslen & Oslen, Fredensborg: 175-182
- Baldwin, B. S. & R. E. Newell (1991). Relative importance of different size food particle in the natural diet of oyster larvae (*Crassostrea virginica*). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 120: 135-145.
- Banha, L. (1984). Aspectos da biologia (crescimento e reprodução) de *Ruditapes decussatus* na Ria Formosa - Algarve. Relatório de estágio científico da licenciatura em Biologia da F.C. L. Universidade de Lisboa, 119 p.
- Barron, G. & I. Adelman (1984). Nucleic acid, protein content, and growth of larval fish sublethally exposed to various toxicants. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41: 141-190.
- Barry, J.T. & M.J. Tegner (1990). Inferring demographic processes from size frequency distributions: simple models indicate specific patterns of growth and mortality. *Fish. Bull.*, 88: 13-19.
- Batty, L. (1991). Aspects of the phenology of waders (Charadrii) on the Ria Formosa, Portugal. *MPhil Thesis*, Univ. Wales, 123 p.
- Bayne, B.L. (1963). Response of larvae of *Mytilus edulis* L. to increases in hydrostatic pressure. *Nature*, 198: 406-407.
- Bayne, B.L. (1964a). The response of *Mytilus edulis* L. larvae to light and gravity. *Oikos*, 15: 162-174.
- Bayne, B.L. (1964b). Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L.. *J. Anim. Ecol.*, 33: 513-523.
- Bayne, B.L. (1965). Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* L.. *Ophelia*, 2(1): 1-47.
- Bayne, B.L. (1969). The gregarious behaviour of the larvae of *Ostrea edulis* L. at settlement. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 49: 327-356.
- Bayne, B.L. (1971). Some morphological changes that occur at the metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis*. In: 4th. Europ. Mar. Biol. Symp., pp. 259-280. D.J.Crisp (Ed.), Cambridge University Press.
- Bayne, B.L. (1976). The biology of mussel larvae. In: Marine mussels: their ecology and physiology, pp. 81-120. B. L. Bayne (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Bayne, B. L. (1983). Physiological ecology of marine molluscan larvae. In: Mollusca, vol. 3 Development, pp.299-343. K. Verdonk *et al.* (eds). Academic Press, New York.
- Bayne, B. L., M. N. Moore, J. Widdows, D. R. Livingstone & P. Salkeld (1979). Measurements of the responses of individuals to environmental stress and pollution: studies with bivalves molluscs. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.*, B. 286: 562-581.
- Beiras, R., A. P. Camacho & M. Albentosa (1994). Influence of temperature on the physiology of growth in *Ruditapes decussatus* (L.) larvae. *J. Shellfish. Res.*, 13 (1): 77-83.

- Belgrano, A., P. Legendre, J.M. Dewarumez & S. Frontier (1995a). Spatial structure and ecological variations of meroplankton on the Belgian-Dutch coast of the North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 128: 51-59.
- Belgrano, A., P. Legendre, J.M. Dewarumez & S. Frontier (1995b). Spatial structure and ecological variations of meroplankton on the French-Belgian coast of the North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 128: 43-50.
- Bell, S. S. & B.C. Coull (1980). Experimental evidence for a model of juvenile macrofauna-meiobenthic interactions. In Tenore, K.; B.C. Coull (Eds.). *Marine benthic dynamics*. Univ. South Carolina Press, Columbia, p. 179-188.
- Bertalanffy, L. von (1938). A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10: 181-213.
- Bettencourt, P. (1992). Processos de maturação e evolução das ilhas barreira: o caso da Ria Formosa. In: I Encontro sobre a Ria Formosa, Quinta de Marim, Olhão, Resumo.
- Beukema, J. J. (1985). Zoobenthos survival during severe winters on high and low tidal flats in the Dutch Wadden Sea. In: *Marine Biology of Polar Regions and Effects of Stress on Marine Organisms* J. S. Gray & M. E. Christiansen (Eds), pp. 351-361. John Wiley & Sons Ltd.
- Beukema, J. J. (1991). The abundance of shore crabs (*Carcinus maenas*) on a tidal flat in the Wadden Sea after cold and mild winters. *J. Exp. Biol. Ecol.*, 153: 97-113.
- Beukema, J. J. (1992a). Dynamics of juvenile shrimp (*Crangon crangon*) in a tidal-flat nursery of the wadden Sea after mild and cold winters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 83: 157-165.
- Beukema, J. J. (1992b). Expected changes in the wadden Sea benthos in a warmer world: lessons from periods with mild winters. *Neth. Journ. Sea Res.*, 83:157-165.
- Beukema, J. J. (1992c). Long-term and recent changes in the benthic macrofauna living on tidal flats in the western part of Wadden Sea. *Netherlands Institute for sea Reseach*, 20:135- 141.
- Beukema, J. J & J. De Vlas (1989). Tidal-current transport of thread drifting postlarval juveniles of the bivalve *Macoma balthica* (L.) from the Wadden Sea to the North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 52: 193-200.
- Beverton, R. & S. Holt (1957). On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. London. Ser.*, 2, 19: 533 p.
- Bhattacharya, G.K. (1967). A simple method of resolution of a distribution into a gaussian components. *Biometrics*, 23 (1): 115-135.
- Bhattacharyya, G.K. & R.A. Johnson (1977). *Statistical concepts and methods*. John Wiley & Sons (Eds.). 639 p.
- Bhaud, M. (1988). La biologie larvaire chez les invertébrés marins: une question d'actualité (Notes de lecture et commentaires). *Vie Milieu*, 38(1): 19-24.
- Bohle, B. (1971). Settlement of mussel larvae *Mytilus edulis* on suspended collectors in Norwegian waters. In: 4th. Europ. Mar. Biol. Symp., pp. 63-69. D.J.Crisp (Ed.), Cambridge University Press.
- Booth, J. D. (1977). Common bivalve larvae from New Zealand: Mytilacea. *Journ. Mar. and Freshwater Research*, 11(3): 407-440.
- Booth, J. D. (1979a). Common bivalve larvae from New Zealand: Pteriacea, Anomiacea, Ostreacea. *New Zealand J. Mar. Freshwater Research*, 13 (1): 131-139.
- Booth, J. D. (1979b). Common bivalve larvae from New Zealand: Leptonacea. *New Zealand J. Mar. Freshwater Research*, 13 (2):241-254.
- Booth, J.D. (1983) Studies on twelve common bivalve larvae, with notes on bivalve spawning seasons in New Zealand. *New Zealand J. Mar. Freshwater Research*, 17: 231-265.

- Borgne, Y. & M. Pennec (1983). Élevage expérimental de l'huître asiatique *Ostrea denselamellosa* (Lischke). *Vie Marine*, 5: 23-28.
- Borisiak, A. (1909). Pelecypoda du plankton de la mer Noire. *Bull. Scient. de la France et Belgique*, 42: 149-181.
- Borsa, P. & B. Millet (1992). Recruitment of the clam *Ruditapes decussatus* in the lagoon of Thau Meditterrean. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 35(3): 289-300
- Bowers & Simpson (1987). Mean position of tidal fronts in European shelf seas. *Cont. Shelf. Res.*, 7: 35-44.
- Boyden, C. (1971). A comparative study of the reproductive cycles of the cockles *Cearstoderma edule* and *C. glaucum*. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 51: 605-622.
- Boyle, P. J. & R. D. Turner (1976). The larval development of the wood boring piddock *Martesia striata* (L.) (Mollusca: Bivalvia: Pholadidae). *J. exp. mar Biol. Ecol.*, 22: 55-68.
- Brewer, G.D. & G.S. Kleppel (1986). Diel vertical distribution of fish larvae and their prey in nearshore waters of southern California. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 27(3): 217-226.
- Brockel, K. (1990). A biologia da Ria Formosa: o ciclo do oxigênio e dos nutrientes e seu significado para as águas costeiras adjacentes. In: 7º Congresso do Algarve. pp. 385-393. Edições Racal Clube, Silves.
- Brousseau, D. J. (1984). Age and growth rate determinations for the atlantic ribbed mussel, *Geukensia demissa* Dilwyn (Bivalvia: Mytilidae). *Estuaries*, 7(3): 233-241.
- Brousseau, D.J.; J.A. Baglivo & G.E Lang Jr. (1982). Estimation of equilibrium settlement rates for benthic marine invertebrates: its application to *Mya arenaria* (Mollusca: Pelecypoda). *Fish. Bull.*, 80(3): 642-644.
- Buckley, L.(1984). RNA/DNA ratio: an index of larval fish growth in the sea. *Mar. Biol.*, 80: 291-298.
- Buckley, L. J.; A. Smigielski; T. Halavik & G. Laurence (1990). Effects of water temperature on size and biochemical composition of winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* at hatching and feeding initiation. *Fish. Bull.*, 88:419-428.
- Bullow, J. (1970). RNA/DNA ratios as indicators of recent growth rates of fish. *J. Fish. res. Board Can.*, 27: 2343-2349
- Burke, R.D. (1983). The reduction of metamorphosis of marine invertebrate larvae: stimulus and response. *Science*, 225: 442-443.
- Bushek, D. (1988). Settlement as a major determinant intertidal oyster and barnacle distributions along a horizontal gradient. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 122: 1-18.
- Buss, L.W. (1981). Group living, competition and the evolution of cooperation in a sessile invertebrate. *Science*, 213: 1012-1014.
- Butman, C.A. (1986). Larval settlement of soft sediments invertebrates: some predictions based on an analysis of near-bottom velocity profiles. In: Marine Interfaces Ecohydrodynamics, pp. 487-513. J.C. Nihoul (Ed.). Proc. 17 th. inter. Liège Colloquium on Ocean Hydrodynamics. Elsevier Oceanogr. Ser. 42, Amsterdam.
- Butman, C. A. (1989). Sediment-trap experiments on the importance of hydrodynamical processes in distributing settling invertebrate larvae in near-bottom waters. *J.Exp.Mar. Biol. Ecol.* 134: 37-88
- Butman, C. W. Grant & K. Stolzenbach (1986). Predictions of sediment trap biases in turbulent flows: A theoretical analysis based on observations from the literature. *J. Mar. Res.*, 44: 601-644.
- Butman, C.A.; J.P. Grassle & C.M. Webb (1988). Substrate choices made by marine larvae settling in still water and a flume flow. *Nature*, 333: 771-773.
- Calabrese, A. & H.C. Davis (1966). The pH tolerance of embryos and larvae of *Mercenaria mercenaria* and *Crassostrea virginica*. *Biol. Bull.*, 131: 427-436.

- Calabrese, A. & H.C. Davis (1970). Tolerances and requirements of embryos and larvae of bivalve molluscs. *Helgolander Wiss. Meeresunter.*, 20: 553-564.
- Calvário, J. (1996). Estrutura e dinâmica das comunidades macrobentônicas. *Tese de Doutorado*. Universidade do Algarve, 337 p.
- Camacho, A. P. (1980). Biología de *Venerupis pullastra* y *Venerupis decussata* com especial referencia a los factores determinantes de la reproducción. *Bol. Inst. Espa. Oceano*. V(281): 43-76.
- Camacho, A. P. & G. R. Cabello (1973). Desarrollo larvario de *Venerupis pullastra*. *Boletín del Instituto Espanol de Oceanografía*, 165: 3-36.
- Camacho, A. P., G. R. Cabello & M. T. Cervigon (1977). Experiências en cultivos de larvas de três espécies de moluscos bivalvos: "*Venerupis pullastra*", "*Venerupis decussata*" y "*Ostrea edulis*". *Bol. Inst. Espa. Oceano*. Tomo III, 235: 9-60.
- Camacho, A. P. & G. Román (1986). La reproducción en los moluscos bivalvos. pp 133-184.
- Cameron, R.A. (1986). Introduction to the invertebrate larval biology workshop: A brief background. *In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, Bull.Mar.Sci.*, 39 (2): 145-161.
- Campana, S. E. & C. Jones (1992). Analysis of otolith microstructure data. *In* D. K. Stevenson and S. E. Campana (eds). Otolith microstructure examination and analysis. *can. Spec. Publi. Fish. Aquat. Sci.*, 117: 73-100.
- Cardoso, C. (1991). Contribuição para o estudo das larvas de crustáceos decápodes na Ria Formosa, zona da ponte da praia de Faro. *Relatório de estágio do curso de licenciatura em Biologia Marinha e Pescas*. Universidade do Algarve. 59 p.
- Carriker, M.R. (1951). Ecological observations on the distribution of oyster larvae in New Jersey estuaries. *Ecol. Monogr.*, 21: 19-38.
- Carriker, M.R.(1961). Interrelation of functional morphology, behavior and autecology in early stages of the bivalve *Mercenaria mercenaria*. *Journal Mitchell Scientific Society*, 77: 168-241.
- Castro, M. & K. Erzini (1988). Comparison of two length-frequency based packages for estimating growth and mortality parameters using simulated samples with varying recruitment patterns. *Fish. Bull.*, 86(4): 645-653.
- Castro, N. & M. Le Pennec (1988). Modalities of brooding and morphogenesis of larvae in *Ostrea puelchana* (D'orbigny) under experimental rearing. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 68: 399-407.
- Catoira, J., D. Martinez, A. De Coe (1984). Contribucion al estudio del crecimiento del berberecho (*Cerastoderma edule*) en las Rias Galegas *In: Actas do 4º Simpósio Ibérico de Bentos*, pp.295-306, Lisboa.
- Chanley, P. (1968). Larval development in the class Bivalvia. *In: Proceeding of the Symposium on Molluscan*. Part.III. Cochín pp.476-481. Mandapam Camp: Marine Biological Association of India
- Chanley, P. (1969). Larval development of the coquina clam, *Donax variabilis* Say, with a discussion of the structure of the larval hinge in the Tellinacea. *Bull. Mar. Sci.*, 19, 1: 214-224.
- Chanley, P. & J.D. Andrews (1971). Aids for identification of bivalve larvae of Virginia. *Malacologia*, 11: 45-119.
- Chen, Y., D. A. Jackson & H. H. Harvey (1992). A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 1228-1235.

- Chia, F. S. (1974). Classification and adaptive significance of developmental patterns in marine invertebrates. *Thassia Jugosl.*, 10: 121p.
- Chia, F.S. (1989). Differential larval settlement of benthic marine invertebrates. In: Reproduction, genetics and distribution of marine organisms, pp. 3-12. J.S.Ryland & P. A. Tyler (Eds.); 23rd. Europ.Mar.Biol.Symp. Fredensborg, Olsen & Olsen.
- Chia, F.S., J. Buckland-Nicks & C.M. Young (1984). Locomotion of marine invertebrate larvae: a review. *Can. J. Zool.*, 62: 1205-1222.
- Chícharo, L. (1992). Abundance and settlement of bivalve larvae in the Ria Formosa (Southern Portugal). In: Changes in fluxes in estuaries: Implications from science to management, Plymouth 1992, Abstract.
- Chícharo, L. (1993). Ocorrência de larvas e pós-larvas de bivalves na Ria Formosa. *Bol. UCA U. Algarve, UCTRA*, 1: 479-489.
- Chícharo, L. (1994a). Análise do recrutamento de bivalves: esforço de amostragem versus fiabilidade dos resultados. In: VIII Simpósio Ibérico de estudios del Bentos Marino, pp. 194-195, Blanes, Fevereiro de 1994.
- Chícharo, L. (1994b). Larvae availability, settlement and early post-settlement growth and mortality of bivalve in the Ria Formosa. In: 29 th European Marine Biology Symposium - Vienna 1994, Abstract.
- Chícharo, L. (1995). Post-settlement growth and mortality of *Venerupis aurea* and *Venerupis pullastra* in the Ria Formosa. In: 29 th European Marine Biology Symposium - Vienna 1994, Abstract.
- Chícharo, M. & L. Chícharo (1991). Ecologia dos viveiros de peixe da Ria Formosa (1989-1991). *Relatório do Projecto CCRA-UAL*, 64 p.
- Chícharo, L. & M. Chícharo (1994a). A razão RNA/DNA em bivalves recém-fixados na natureza. In: VIII Simpósio Ibérico de Estudios del Bentos Marino. pp. 196-195 Blanes, Fevereiro de 1994.
- Chícharo, L. & M. Chícharo (1994b). A razão RNA/DNA como indicador do estado nutricional de juvenis de *Ruditapes decussatus* mantidos em laboratório. In: VIII Simpósio Ibérico de Estudios del Bentos Marino. pp. 198-199 Blanes, Fevereiro de 1994.
- Chícharo, L. & M. Chícharo (1995). The RNA/DNA ratio as a useful indicator of the nutritional condition in juveniles of *Ruditapes decussatus*. *Sci. Mar.* 59 (Supl. 1): 95-101.
- Clarke, A. et al. (1989). Growth rate and nucleic acid ratio in cultured cuttle fish, *Sepia officinalis*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 133: 224-240.
- Clasing, E. T. Brey, R. Stead, J. Navarro & G. Asencio (1994). Populations dynamics of *Venus antiqua* (Bivalvia: Veneracea) in the Baía de Yaldad, Isla de Chiloé, Southern Chile. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 177: 171-186.
- Clemmesen, C. (1990). Improvements in the determinations of RNA and DNA content in individual marine fish larvae. *ICES, CM Biol. Oceanogr. Comité*, 98, 14 p.
- Clemmesen, C. (1994). The effect of food availability, age or size on the RNA/DNA ratio of individually measured herring larvae: laboratory calibration. *Mar. Biol.*, 118: 377-382.
- Cole, H.A. (1938). The fate of the larval organs in the metamorphosis of *Ostrea edulis*. *J.mar.biol.Ass.U.K.*, 22: 469-484.
- Cole, H.A & E.W. Knight-Jones (1949). The setting behaviour of larvae of the European flat oyster, *Ostrea edulis* L., and its influence on methods of cultivation and spat collection. *Fish.Invest.London (Ser.II)*, 17(3): 1-39.
- Commito, J.A. (1987). Adult-larval interactions: predictions mussel sand cocoons. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 25: 599-606.

- Connell, J.H. & R.O. Slatyer (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.*, 111: 1119-1144.
- Cornet, M. (1986). Evolution des parametres de structure des populations de mollusques bivalves des fondos a *Abra alba* au large du bassin D'Arcachon. *Vie Milieu*, 36 (1): 15-25
- Correira, M. J. (1993). Variação espacio-temporal dos foraminiferos bentônicos na Ria Formosa. Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas. Universidade do Algarve, 45 p.
- Cortés, F., X. M. Romaris Pais, J. P. Pazo & E. R. Moscoso (1984). Distribucion de las poblaciones de bivalvos en la ensenada de San Simon (Ria de Vigo). Plan de explotación Marisquera de Galicia. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. 20 p.
- Cortés, F., X. M. Romaris Pais, J. P. Pazo & E. R. Moscoso (1987). Análisis de la explotación de moluscos bivalvos en la Ria de Vigo. I. Producción comercial de almeja babosa *Venerupis pullastra* Mont del banco del bao, controlado por lonja de canido, durante las campañas 1979-80 y 1980-81. *Cuad. Area Cienc. Marinas. Sem. estudos. Galegos*, 1: 509-526.
- Craig, G. & A. Hallam (1963). Size frequency and growth ring analyses of *Mytilus edulis* and *Cardium edule* and their paleoecological significance. *Paleontology*, 6:731-750.
- Crecco, V. A., T. A. Savoy & L. Gunn (1983). Daily mortality rates of larval and juvenile american shad in Connecticut River with changes in year-class strength. *Can.J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 1719-1728.
- Creuztberg, F. (1986). Distribution patterns of two bivalves species (*Nucula turgida*, *Tellina fabula*) along a frontal system in the Southern North Sea. *Neth.J.Sea Res.*, 20(2/3): 305-311.
- Crisp, D.J. (1974). Factors influencing the settlement of marine invertebrate larvae. In: Chemoreception in marine organisms, pp. 177-277. P.T. Grant & A.M. Mackie (Eds.), Academic Press, London.
- Crisp, D.J. (1976). The role of pelagic larva. In: Perspectives in Experimental Biology. F. Davies (Ed.), pp. 145-155.
- Cronin, T.W. & R.B. Forward, Jr. (1979). Tidal vertical migration: an endogenous rythm in estuarine crab larvae. *Science*, 205: 1020 - 1022.
- Cronin, T.W. & R.B. Forward Jr. (1986). Vertical migration cycles of crab larvae and their role in larval dispersal.. In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, *Bull.Mar.Sci.*, 39 (2): 192-201.
- Cruz, S. (1990). Estudo de população de *Carcinus maenas* na Ria Formosa. Algumas considerações sobre o seu aproveitamento. In: 6º Congresso Algarve, 338-343. Montechoro. Racial clube.
- Culliney, J. (1975). Comparative larval development of the shipworms *Bankia gouldi* and *Teredo navalis*. *Mar. Biol.*, 29: 245-251.
- Cunha, F. R. (1983). O ambiente climático no conjunto de Portugal Continental. In: O papel da Universidade no processo de regionalização e de desenvolvimento regional, pp. 169-188. Universidade do Algarve, Faro.
- Daget, J. (1979). Les modélès mathematiques en ecologie. 3ª Ed., Masson (Ed.), Paris, 172 p.
- Davis, H. C. (1996). A mesocosm system for ecological research with marine invertebrate larvae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 130: 97-104.

- Dawson-Saunders & Trapp (1987). Basic and clinical biostatistics. A large medical Book Prentice-Hall International Inc. 136 p.
- Day, J.W. & Yañez-Acribia (1982). Coastal lagoons and estuaries. Ecosystem approach. *Ciencia Interamericana*, 22 (1-2): 11-26.
- De Blok, J.W. & H.J.F.M. Geelen (1958). The substratum required for the setting of mussels (*Mytilus edulis* L.). *Archv. Neerland. de Zoologie*, 13: 446-460.
- Dennis, P. (1981). Croissance linéaire, croissance pondérale et période de reproduction de *Abra ovata*, mollusque pélécy-pode, dans la partie orientale du Golfe du Morbihan. *Cah. Biol. Mar.*, XXII: 1-9.
- Dennis, P. (1983). La macrofaune benthique des vasières du bassin oriental du Golfe du Morbihan. *Cah. Biol. Mar.*, XXIV: 257-268.
- Derioux, G. (1960). Formation régulière de mâles mûrs de taille et d'organisation larvaire chez un eulamelibranche commensal (*Montacuta phascolionis*) In: Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, 250: 2264-2266.
- Desprez, M., J. Ducrotoy & B. Elkaim (1987). Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en baie de somme. I. Synthèse des connaissances biologiques. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 49 (3 et 4): 215-230.
- De Wolff, P. (1974). On the retention of marine larvae in estuaries. *Thalassia Jugosl.*, 10: 415-424.
- Dijkema, R. (1992). Spatfall and recruitment of mussels (*Mytilus edulis*) and cockles (*Cerastoderma edule*) on different locations along the European coast. Results of the first of two workshops, sponsored by the C.E.C. ICES C.M./K:45 Shellfish Committee 12p.
- Diop, M.S. & M. Glemarec (1990). Rôle des facteurs abiotiques et biotiques sur le recrutement du bivalve *Venus rosalina* (Rang) en Mauritanie. *Vie Milieu*, 40(1): 1-15.
- Domínguez, M. & M. Alcaraz (1983). Larvas de moluscos lamelibranquios de larria de Pontevedra: Metodología y Sistemática. *Inv. Pesq.*, 47 (2): 345-357.
- Doyle, R. (1975). Settlement of planktonic larvae: a theory of the habitat selection in varying environments. *Am. Nat.*, 109: 113-126.
- Duarte, A. (1926). Estudo geral económico e técnico dos portos do Algarve. Junta Autónoma do Porto Comercial de Vila Real de Santo António, 27 p.
- Ducrotoy, J.P.; M. Desprez; B. Sylvand & B. Elkaim (1989). General methods of study of macrotidal estuaries: The bio-sedimentary approach. In: Developments in Estuarine and Coastal Study Techniques. McManus J. & M. Elliot (eds.), Olsen & Olsen Publishers, Denmark: 41-52.
- Eckman, J.E. (1983). Hydrodynamic processes affecting benthic recruitment. *Limnol. Oceanogr.*, 28, 241-257.
- Elmgren, R.; S. Ankar & G. Ejdung (1986). Adult interference with post-larvae in soft sediments: the *Pontoporeia-Macoma* example. *Ecology*, 67(4): 827-836.
- Falcão, M. & C. Vale (1990). Study of the Ria Formosa ecosystem: benthic nutrient remineralization and tidal variability of nutrient in the water. *Hydrobiologica*, 207: 137-146.
- Falcão, M.; J. Pissarra & M. Cavaco (1985). Características físicas e químicas da Ria de Faro-Olhão: 1984. *Rel. INIP*, 61: 1-24
- Falcão, M.; J. Pissarra & M. Cavaco (1991). Características químico-biológicas da Ria de Faro-Olhão: 1984. *Bol. Inst. Nac. Invest. Pescas*, Lisboa, 16: 5-21.

- Fernandez, A., M. Carmen, A. Martin, J. Llovo, S. Mauricio & J. Miranda (1984). Contribution al conocimiento de la distribution geográfica y mortalidad de *Cerastoderma edule* en la Ria de Arosa (Galicia). In: Actas do IV Simposio Ibérico de Estudos do Bentos Marinho pp. 315-328. Lisboa.
- Ferraris, J. (1978). Signification et choix des modèles de distribution d'abondance des communautés pluri-espécifiques. Application a la macrofaune benthique d'étang littoral et au plancton d'un bassin expérimental. Tese. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 82 p.
- Ferreira, A., C. Vale, C. Cortesão, L. Pacheco, M. Falcão, O. Castro & R. Cachola (1989). Mortalidade da ameijôa *Ruditapes decussatus* na Ria Formosa, Algarve. *Relat. Téc. Cient. INIP*, Lisboa, 10, 18 p.
- Field, I.A. (1922). Biology and economic value of the sea mussel *Mytilus edulis*. *Bull. Bureau Fish.*, 38: 192-200.
- Fifas, S.; J.C. Dao & J. Boucher (1990). Un modèle empirique du recrutement pour le stock de coquilles Saint-Jacques, *Pecten maximus* (L.) en baie de Saint-Brieuc (Manche, France). *Aquat. Living Resour.*, 3: 13-28.
- Figueras, A (1957). Molluscos de las playas de la ria de Vigo. II - Crecimiento y reproducción. *Inv. Pesq.*, 7: 49-97.
- Figueras, A. (1966). Ecologia y crecimiento de *Cardium edule* en el estuario del rio Mino (NO de Espana). *Ibidem*, 30: 577-588.
- Fischer, W.; M. Scheneider & M. L. Bauchot (1987). Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche. Mediterranee et Mar Noire. Vol. 1, Vegetaux et invertébrés. 590 p.
- Flyachinskaya, L. P. & E. Ye. Kulakovskiy (1992). Larval development of the bivalve *Mytilus edulis* (Mytilida, Mytilidae). *Hydrobiol. J.* 28(3):59-66.
- Fogarty, M., M. Sissenwine & E. B. Cohen (1991). Recruitment variability and dynamics of exploited marine populations. *Tree*, 6(8): 241-246.
- Folk, R.L. & W.C. Ward (1957). Brazos river bar: A study in the significance of grain-size parameters. *J. Sedimentary Petrology*, 27: 3-26.
- Fortier, L. & W. C. Leggett (1983). Vertical migrations and transport of larval fish in a partially mixed estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 1150-1163.
- Franklin, A & G. Pickett (1979). The assessment of commercial populations of the edible bivalve, *Cardium edule*. *Rapp. p-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer*, 175: 38-43.
- Frenkiel, L. & M. Moueza (1979). Development larvaire de deux Tellinacea, *Scrobicularia plana* (Semelidae) et *Donax vittatus* (Donacidae). *Mar. Biol.*, 55: 187-195.
- Fritz, L. W.; R. A. Lutz; M. A. Foote, C. L. von Dover & W. Ewart (1984). Selective feeding and grazing rates of oyster (*Crassostrea virginica*) larvae on natural phytoplankton assemblages. *Estuaries*, 7: 4B: 513-518.
- Fuller, S. C. & R. A. Lutz (1989a). Early shell mineralogy, microstructure, and surface sculpture in five mytilid species. *Malacologia*, 29(2): 363-371.
- Fuller, S.C. & R.A. Lutz (1989b). Shell morphology of larval and post-larval Mytilids from the North-Western Atlantic. *J.mar.biol.Ass.U.K.*, 69: 181-218.
- Fuller, S.C; Hu, Ya-Ping; R.A. Lutz & M. Castagna (1989a). Shell and pellet morphology in early developmental stages of *Teredo navalis* Linné (Bivalvia: Teredinidae), *Nautilus*, 103 (1): 24-35.
- Fuller, S. C.; R. A. Lutz & A. Pooley (1989b). Procedures for accurate documentation of shapes and dimensions of larval bivalve shells with scanning electron microscopy. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 108(1): 58-63.

- Gallagher, E.D.; P.A. Jumars & D.D Trueblood (1983). Facilitation of soft-bottom benthic succession by tube builders. *Ecology*, 64(5): 1200-1216.
- Gallois, D. (1977). Sur la reproduction des palourdes *Venerupis decussata* et des clovisses, *Venerupis aurea* de l'étang de Thau. *Vie et Milieu*, XXVII (2A): 233-254.
- Galvão, H.M.; A.T. Fritz & R. Schmaljohann (1989). Ingestion of gametes by protists: fate of surplus reproductive energy in the sea. *Mar.Ecol. Prog.Ser.*, 51: 215-220.
- Gamito, S. (1994). The benthic ecology of some Ria Formosa lagoons, with reference to the potential for production of the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Tese de Doutoramento*. Universidade do Algarve, 255 p.
- Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new mode of determining the value of life contingences. *Philos. Trans. R. Soc. London*, 115: 515-585.
- González, R. & P. Camacho (1984). El beberecho, *Cerastoderma edule* de Carril (Ria de Arosa). I: Reproducción y estado de condición. In: Actas do IV Simposio Ibérico de Estudos do Bentos Marinho, pp. 209-222. Lisboa.
- Goodsell, J.G.; E.A. Lutz & M. Castagna (1985). Early life history of the Arctic wedge clam *Mesodesma arctatum* (Conrad). *J. Shellfish Res.*, 5(1): 36-37.
- Gosling, E. M. (1984). The systematic status of *Mytilus galloprovincialis* in western Europe. A review. *Malacologia*, 25(2): 551-568.
- Gotelli, N.J. (1990). Stochastic models of gregarious larval settlement. *Ophelia*. 32 (1-2): 95-108.
- Granja, H. (1984). Étude géomorphologique, sédimentologique et géochimique de la "Ria Formosa" (Algarve-Portugal). *Thèse du troisième cycle*. Univ. Bordeaux I, 254 p.
- Granja, H, J.M. Froidefond & T. Pera (1984). Processus d'évolution morpho-sédimentaire de la Ria Formosa. *Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine*, 36: 37-50.
- Grant, A. (1988). Marine invertebrate life histories - is there any value in mathematical modelling? In: Reproduction, genetics and distribution of marine organisms, pp. 91-94. J. S.Ryland & P.A. Tyler (Eds.); 23rd. Europ. Mar. Biol. Symp. Fredensborg, Olsen & Olsen.
- Gremare, A. & A. Vétion (1994). Comparison of several spectrofluometric methods for measuring DNA and RNA concentrations in the deposit-feeding bivalve *Abra ovata*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 107(2): 297-308.
- Griffiths, R. (1981). Population dynamics and growth of the bivalve *Choromytilus meridionalis* (Kr.) at different tidal levels. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 12: 101-108.
- Guelorget, O. & P. Michel (1976). Les peuplements benthiques d'un étang littoral languedocien, l'étang du Prévost (Hérault). 1. Étude quantitative de la macrofaune des vases *Téthys*, 9: 49-64.
- Guelorget, O., C. Mayere & M. Amanieu (1980). Croissance, biomasse et production de *Venerupis decussata* et *Venerupis aurea* dans une lagune méditerranéenne, l'étang du Prévost à Palavras (Hérault, France). *Vie Marine*, 2: 25-38.
- Guerreiro, J. (1991). Ecologia, dinâmica e produção de *Scrobicularia plana* (Da Costa, 1778) (Mollusca, Bivalvia) nos estuários dos Rios Mira e Tejo. *Tese de doutoramento*. Universidade de Lisboa, Departamento de Zoologia e Antropologia da Faculdade de Ciências, 289 p.
- Guerreiro, J. & Rebelo, M.A. (1983). Ciclo biológico de *Scrobicularia plana* no estuário do Tejo, Relatório de estágio Científico da Licenciatura em Biologia da Faculdade de Ciências de Lisboa. 225 p. (policopiado).

- Guillou, J. & P. Sauriau (1985). Some observations on the biology and the ecology of a *Venus striatula* population in the bay of Dournenez, Brittany. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 65: 889-900.
- Guillou, J., G. Bachelet, M. Desprez, J.-P. Ducrottoy, I. Madani, H. Rybarczyk, P.-G. Sauriau, B. Sylvand, B. Elkaim & M. Glémarec (1990). Les modalités de la reproduction de la coque (*Cerastoderma edule*) sur le littoral français de la Manche et de l'Atlantique. *Aquat. Living Resour.*, 3: 29-41.
- Guillou, J., G. Bachelet & M. Glémarec (1992). Influence des fluctuations de température sur la reproduction et le recrutement de la coque *Cerastoderma edule*. *Annales de l'Institut Océanographique*, 68(1-2): 65-74.
- Guillou, J. & C. Tartu (1994). Post-larval and juvenile mortality in a population of edible cockle *Cerastoderma edule* from northern Britany. *Netherlands Journal of Sea Research*, 33 819: 103-111.
- Gulland, J. A. (1969). Manual of methods for fish stock assesement. Part 1 - Fish population analysis. *FAO Manuals in Fishery Science*, 4: 154 p.
- Hadfield, M.G. (1984). Settlement requirements of molluscan larvae: new data on chemical and genetical roles. *Aquaculture*, 39, 283-298.
- Hadfield, M.G. (1986). Settlement and recruitment of marine invertebrates: A perspective and some proporsal. *In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, Bull.Mar.Sci.*, 39 (2): 418-425.
- Hancock, D. A. (1973). The relationship between stock and recruitment in exploited invertebrates. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor.Mer.*, 164: 113-131
- Hannan, C.A. (1984). Planktonic larvae may act like passive particles in turbulent near-bottom flows. *Limnol.Oceanogr.*, 5: 1108-1116.
- Harvey, M., E. Bourget & R. Ingram (1995). Experimental evidence of passive accumulation of marine bivalve larvae on filamentous epibenthic structures. *Limnol. Oceanogr.*, 40(1): 94-104.
- Hedgecock, D. (1986). Is gene flow from pelagic larvaldispersal important in the adaptation and evolution of marine invertebrates. *In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, Bull.Mar .Sci.* ,39(2) :550-564.
- Heip, C. (1975). On the significance of aggregation in some benthic marine invertebrates. *In: Proc. 9th. Europ. mar. biol. Symp.*: 527-538.
- Henderson, G.T.D. & N.B. Marshall (1944). Ecological investigations with the continuous plankton recorder: The zooplankton (other than copepoda and young fish) in the Southern North Sea, 1932-1937. *Hull.Bulletins of Marine Ecology*, 1(6): 255-275.
- Hershko, A. & A. Ciechanover (1982). Mecanismos of intracellular protein breakdown. *Ann. Rev. Biochem.*,51: 335-364.
- Hickman, R.W. & Ll. D. Gruffydd (1971). The histology of larva of *Ostrea edulis* during metamorphosis. *In: 4th Europ. Mar. Biol. Symp.*, pp. 281-194. D.J. Crisp (Ed.), Cambridge Press.
- Hidu, H. & H.H. Haskin (1978). Swimming speeds of oyster larvae *Crassostrea virginica* in different salinities and temperatures. *Estuaries*, 1(4), 252-255.
- His, E.; R. Robert & A. Dinet (1989). Combined effects of temperature and salinity on fed and starved larvae of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* and the japanese oyster *Crassostrea gigas*, *Mar.Biol.*, 100(4): 455-463.
- Hjort, J. (1914). Fluctuation in the great fisheries of northern Europe. Viewed in the light of biological research. *Rapp. P.-v Reun.Cons.Perm.int.Explor.Mer.*, 20: 1-228.

- Hockin, D. C. (1981). An apparatus to study the colonization of sediments by meiofauna. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 12: 119-120.
- Hopkins, A.E. (1931). Factors influencing the spawning and settling of oysters in Galveston Bay, *Bull. Bureau. Fisheries*, 47(3): 57-83.
- Hopkins, A.E. (1937). Experimental observations on spawning, larval development, and setting of olympia oyster, *Ostrea lurida*. *Bull. Bureau. Fisheries*, 48(23): 439-503.
- Houde, E. (1977). Abundance and potential yield of round herring *Etrumeus teres*, and aspects of its early life history in the eastern Gulf of Mexico. *Fis. Bull.*, 75 (1): 61-89.
- Houde, E. D. (1987). Fish early life dynamics and recruitment variability. *Am. Fish. Soc. Symposium*, 2: 17-29.
- Houde, E. (1989). Subleties and episodes in the early life history of fishes. *J. Fish. Biol.*, 35 (supplement. A):29-38.
- Houlihan, D. F. (1990). Protein turnover in ectotherms and its relationship to energetics. *Mar. Ecol.*, 7: 1-43.
- Hrs-Brenko, M. (1971). Observations on the occurrence of planktonic larvae of several bivalves in the northern adriatic sea. In: 4th Europ. Mar. Biol. Symp. Cambridge: pp.45-53.
- Hu, Y.P.; S.C. Fuller; M. Castagna; R.C. Vrijenhoek & R.A. Lutz (1993). Shell morphology and identification of early-life history stages of congeneric species of *Crassostrea* and *Ostrea*. *J.mar.Biol.Ass. U.K.*, 73 (3): 471-496.
- Hughes, R.N. (1970). Population dynamics of the bivalve *Scrobicularia plana* (Da Costa) on an intertidal mud flat in North Wales. *J. Anim. Ecol.*, 39: 333-356.
- Hughes, R.N. (1971). Reproduction of *Scrobicularia plana* Da Costa (Pelecypoda: Semelidae) in North Wales. *Veliger*, 14 (1): 77-81.
- Hulberg, E. W. & J. S. Oliver (1980). caging manipulations in marine soft-bottom communities: importance of animal interactions or sedimentary habitat modifications. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37:1130-1139.
- Hunt, J.H.; W.G. Ambrose & C.H. Peterson (1987). Effects of the gastropod *Ilyanassa obsoleta* (Say) and the bivalve *Mercenaria mercenaria* (L.) on larval settlement and juvenile recruitment of infauna. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 108(3): 229-240.
- Hurley, G. V., M. J. Tremblay & C. Couturier (1986). Daily growth increments in the shells of larval sea scallops (*Placopecten magellanicus*). *NAFO SCR DOC*. 86/99, 12 p.
- Imabayashi, H. (1986). Effect of oxygen deficient water on the settled abundance and size composition of the bivalve *Theora lubrica*, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish/ Nissuishi*, 52(3): 391-397.
- Imabayashi, H. & S. Tsukuda (1984). A population ecology of the small bivalve *Theora lubrica* in Northern Bingo-Nada. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 50(11): 1855-1862.
- Imai, T. & S. Sakai (1969). Study of breeding of japonese oyster, *Crassostrea gigas*. *Tohoku J. Agr. Res.*, 12: 125-163.
- Jablonski, D. (1986). Larval ecology and macroevolution in marine invertebrate. In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, *Bull.Mar.Sci.*,39(2):565-587.
- Jablonski, D. & R.A. Lutz (1983). Larval ecology of marine benthic invertebrates. Paleobiological implications. *Biol.Rev.*, 58: 21-89.
- Jackson, G.A. (1986). Interaction of physical and biological processes in the settlement of planktonic larvae. In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, *Bull.Mar.Sci.*, 39 (2): 202-212.

- Johannessen, O. D. (1973). Populations structure and individual growth of *Venerupis pullastra* (Montagu) (Lammellibranchiata). *Sarsia*, 52: 97-116.
- Jorgensen, C.B. (1946). Reproduction and larval development of Danish marine invertebrates, with special reference to the planktonic larvae in the Sound (Oresund). *Medd. f. Komm. Dan. Fisk.-og Havunders*, Serie Plankton, 4: 277-311.
- Jorgensen, C.B. (1976). Growth efficiencies and factors controlling size in some mytilid bivalves, especially *Mytilus edulis* L.: review and interpretation. *Ophelia*, 15(2):175-192.
- Jorgensen, C.B. (1981). Mortality, growth and grazing impact of a cohort of bivalve larvae *Mytilus edulis* L.. *Ophelia*, 20(2): 185-192.
- Júlio, C. M. (1993). Distribuição espacio-temporal das larvas de moluscos bivalves no estuário do Rio Mira. Relatório de estágio. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 39 p.
- Kaartvedt, S.; D.L. Aksnes & J.K. Egge (1987). Effect of light on the vertical distribution of *Pecten maximus* larval. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 40: 195-197.
- Kalyanasundaram, M. (1987). Ecology and development of some estuarine bivalve larvae. *PhD Thesis*. Centre of Advanced Study in Marine Biology. Annamalai University, 130 p.
- Kandler, R. (1926). Muschellarven aus dem Helgolander Plankton. Bestimmung ihrer Artzugehörigkeit durch Aufzucht. *Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland.*, 16(5): 1-8.
- Keck, R.; D. Maurer; J.C. Kauer & W.A Sheppard (1971). Chemical stimulants affecting larval settlement in the american oyster. *Proc. Natl. Shellfish Assoc.*, 60: 24-28.
- Kennish, M. J. (1984). The use of shell microgrowth patterns in age determinations of the hard clam, *Mercenaria mercenaria* (Linné). In: Invertebrate models in aging research, pp. 143-164. D.H. Mitchell & T. E. Johnson (eds). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Keough, M. J. (1983). Patterns of recruitment of sessile invertebrates in two subtidal habitats. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 66: 213-245.
- Keough, M. J. (1984). Dynamics of the epifauna of the bivalve *Pinna bicolor*: interactions among recruitment, predation and competition. *Ecology*. 65: 677-688.
- Keough, M. J. & B. J. Downes (1982). Recruitment of marine invertebrates: the role of active larval choices and early mortality. *Oecologia*, 54: 348-352.
- Kevrekidis, Th. & A. Koukouras (1992). Populations dynamics, growth and productivity of *Abra ovata* (Mollusca, Bivalvia) in the Evros Delta (North Aegean Sea). *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 77: 291-301.
- Kingston, P. (1974). Some observations on the effects of temperature and salinity upon the growth of *Cardium edule* and *Cardium glaucum* larvae in the laboratory. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 54: 309-317.
- Kjørboe, T. (1989). Growth in fish larvae: are they particularly efficient? *Rapp. P-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer.*, 191: 383-389.
- Korringa, P. (1941). Experiments and observations on swarming, pelagic life and settling in the European flat oyster, *Ostrea edulis* L. - *Arch. Neer. Zool.*, 5: 1-249.
- Kraus, M. & J.H. Crow (1985). Substrate characteristics associated with the distributions of the ribbed mussel on a tidal creek bank in Southern New Jersey. *Estuaries*, 8(213): 237-243.
- Krebs, C. J. (1985). Ecology - The experimental analysis of distribution and abundance. 3^a. ed. Harper International Edition, 782 p.
- La Barbera, M. (1972). Calcification of the first larval shell of *Tridacna squamosa* (Tridacnidae: Bivalvia), *Mar.Biol.*, 25, 233-238.

- La Barbera, M. (1974). Larval and post-larval development of five species of Miocene bivalves (Mollusca), *J. Paleont.*, 48: 256-277.
- Lacaze - Dutheirs, H. (1854). Mémoire sur organisation de anomie (*Anomia ephippium*). *Ann. Sci. nat. zool.*, 4 (11): 5-35
- Laird, A. K., S. A. Tyler & A. D. Barton (1965). Dynamics of normal growth. *Growth*, 29: 233-248.
- Le Pennec, M. (1970). Elevages au laboratoire de Mollusques bivalves: morfogenèse de la coquille des Veneridae *Thèse 3^o Cycle*, 95 p.
- Le Pennec, M. (1973). Morphogénèse de la charnière chez 5 espèces de Veneridae. *Malacologia*, 12(2): 225-245.
- Le Pennec, M. (1974). Morphogénèse de la coquille de *Pecten maximus* (L.) élevé au laboratoire. *Cah. Biol. Mar.*, 15: 475-482.
- Le Pennec, M. (1977). Morphogénèse de la coquille d' *Anomia ephippium* (LMK) élevé au laboratoire. *Haliotis*, 6: 241-2.
- Le Pennec, M. (1978). Génese de la coquille larvaire et post-larvaire chez divers bivalves marins. *Thèse d'État*, Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire de Zoologie, Brest., 229 p.
- Le Pennec, M. (1980). The larval and post-larval hinge of some families of bivalve molluscs. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 60: 601-617.
- Le Pennec, M. & A. Lucas (1970). Comparative growth and morphology of some venerid larvae (Bivalvia, Veneridae). *Malacological Review*, 3: 175-183.
- Le Pennec, M. & M. Masson (1976). Morphogénèse de la coquille de *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) élevé au laboratoire. *Cah. Biol. Mar.*, 17: 113-116.
- Le Pennec, M. & K. Yankson (1985). Morphogenesis of the hinge in the larva and postlarva. of the brackish-water cockle, *Cerastoderma glaucum*. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 65: 881-888.
- Le Pennec, M., D. Moraga, F. Blanc, P. Pichot & C. Thiriot-Quevreur (1985). Recherche de différences morphogénétiques, biochimiques et cytogénétiques entre *Ostrea edulissensu stricto* et *Ostrea edulis* "pied de cheval". *Vie marine*, 7: 29-39.
- Le Pennec, M. & B. Diss-Mengus (1987). Aquaculture de *Chlamys varia* (L.): donnés sur la biologie de la larve et de la postlarve. *Vie marine*, 8: 37-42.
- Leal, A.M. (1989). Raft culture of mussels *Mytilus edulis* L. in Portugal. In: Aquaculture: a Biotechnology in Progress. pp. 351-357. N. De Pauw et al. (Eds.). European Aquaculture Society, Bredene, Belgium.
- Lebour, M.V. (1933). The importance of larval mollusca in the plankton. *Journal du Conseil*, 8(1): 335-343.
- Lebour, M.V. (1936). The species of *Teredo* from the Plymouth waters. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 26: 381-389.
- Lebour, M.V. (1938). Notes on the breeding of some lamellibranchs from Plymouth and their larvae. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 23: 119-144.
- Legendre, L. & P. Legendre (1979). Ecologie numerique. Le traitement multiple des donnés ecologiques, Vol I et II, 3^aed, Masson, Paris, 179 + 245 p.
- Levin, L.A. (1986). The influence of tides on larval availability in shallow waters overlying a mudflat. In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, Bull. Mar. Sci., 39 (2): 224-233.
- Lima, C. & C. Vale (1980). Alguns dados físico-químicos e bacteriológicos sobre a Ria Formosa. *Bol. Inst. Nac. Invest. Pescas*, Lisboa, 3: 5-26.

- Loosanoff, V.L. (1966). Time and intensity of setting of the oyster *Crassostrea virginica*, in Long Island Sound. *Biological Bulletin (Woods Hole)*, 130, 211-227.
- Loosanoff, V.L. & H.C. Davis (1963). Rearing of bivalve molluscs. *Advances in Marine Biology*, 1: 2-136.
- Loosanoff, V.L., H. C. Davis & P.E. Chanley (1966). Dimensions and shapes of larvae of some marine bivalve mollusks. *Malacologia* 4(2): 351-435.
- Lubet, P. (1976). L'espèce chez lamellibranches marins. In: Les problèmes des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés (Mollusques Bivalves). *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 23(4): 389-548.
- Lucas, A. & P. Beninger (1985). The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44: 187-200.
- Lucas, A. & M. Le Pennec (1972) Apports du microscope électronique à balayage dans l'étude de la morphogénèse des coquilles larvaires de mollusques bivalves marins In: Actes du 97^e Congrès National des Sociétés Savantes. Nantes 1972. Section des sciences Tome III: pp.685-693.
- Lucas, A., L. Cherbab-Chalabi & D. Aldana Aranda (1986). Passage de l'endotrophie à l'exotrophie chez des larves de *Mytilus edulis*. *Oceanologica Acta*, 9(1): 97-103.
- Luckenbach, M.W. (1984). Settlement and early post-settlement survival in the recruitment of *Mulinia lateralis* (Bivalvia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 17: 245-250.
- Luckenbach, M.W. (1987). Effects of adult infauna on new recruits: implications for the role of biogenic refuges. *J. Exp. mar. biol. Ecol.*, 105(2/3): 197-206.
- Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds (1988). *Statistical Ecology: A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York, 337 p.
- Lutz, R.A. & H. Hidu (1979). Hinge morphogenesis in the shells of larval and early post-larval mussels (*Mytilus edulis* L. and *Modiolus modiolus* L.). *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 59: 111-121.
- Lutz, R.A.; D. Jablonski; D.C. Rhoads & R.D. Turner (1980). Larval dispersal of a deep-sea hydrothermal vent bivalve from the Galapagos Rift. *Mar. Biol.*, 57: 127-133.
- Lutz, R. A.; M. Castagna; S. Chapman; C. Newell; H. Hidu; R. Mann; J.G. Goodsell; D. Jablonski; V. Kennedy; S. Siddall; R. Goldberg; H. Beattie; C. Falmagne; A. Chestnut & A. Partridge (1982). Preliminary observations on the usefulness of hinge structures for identification of bivalve larvae. *J. Shellfish Res.*, 2: 65-70.
- Machado, M. M. & A. M. Costa (1994). Enzymatic and morphological criteria for distinguishing between *Cardium edule* and *C. glaucum* of the portuguese coast. *mar. Biol.*, 120: 535-544.
- MacIntosh, R.P. (1967). An index of diversity and the relation of certain concepts of diversity. *Ecology*, 48: 392-404.
- Manahan, D.T. (1983). The uptake and metabolism of dissolved aminoacids by bivalve larvae. *Biol. Bull.*, 164: 263-250.
- Manahan, D.T. & D.J. Crisp (1982). The role of dissolved organic material in the nutrition of pelagic larvae: amino acid uptake by bivalve veligers, *Amer. Zool.*, 22: 635-646.
- Manahan, D.T. & K. Richardson (1982). Competition studies on the uptake of dissolved organic nutrients by bivalve larvae (*Mytilus edulis*) and marine bacteria. *Mar. Biol.*, 75: 241-247.
- Manahan, D.T. & D.J. Crisp (1983). Autoradiographic studies on the uptake of dissolved amino acids by bivalve larvae. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 63: 673-682.
- Manahan, D.T.; W.B. Jaeckle & S.D. Nourizadeh (1989). Ontogenic changes in the rates of amino acid transport from sea water by marine invertebrate larvae (Echinodermata, Echiura, Mollusca). *Biol. Bull. (Woods Hole)*, 176(2): 161-168.

- Mann, R. (1985). Seasonal changes in the depth-distribution of bivalve larvae of the southern New England shelf. *J. Shellfish Res.*, 5(2): 57-64.
- Margalef, R. (1986). *Ecologia*. Ed. Omega. Barcelona, 951 p.
- Marshall, N.B. (1948). Continuous plankton records: zooplankton (other than copepoda and young fish) in the North Sea, 1938-1939, *Hull Bulletins of Marine Ecology*, 2(13): 173-213.
- Martinez, G., M. Torres, E. Uribe, M. Dias & H. Pérez (1992). Biochemical composition of broodstock and early juvenile chilean scallops, *Argopecten purpuratus* Lamarck, held in two different environment. *Journal of Shellfish Research*, 11(2):307-313.
- Massapina, C. (1982). Contribuição para o estudo das comunidades zooplanctónicas da Ria de Faro-Olhão. *Relatório de estágio*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 130 p.
- Maurer, D.; L. Watling & G. Abril (1979). The distribution and ecology of common marine and estuarine pelecypods in Delaware Bay area. *Nautilus*, 88: 38-45.
- McGrath, D.; P.A. King & E. M. Gosling (1988). Evidence for direct settlement of *Mytilus edulis* larvae on adult mussel beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*: 7: 103-106.
- McGrorty, S, R. Clarke, C. Reading & J. Goss-Custard (1990). Population dynamics of the mussel *Mytilus edulis*: density changes and regulation of the population in the Exe estuary, Devon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 67: 157-169.
- McGurk, M. D. (1989). Natural mortality of marine pelagic fish eggs and larvae: role of spatial patchiness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 34: 227-242.
- McIntyre, A.D. (1964). Meiobenthos of sublittoral muds. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 44: 665-674.
- McIntyre, A.D. & R.M. Warwick (1984). Meiofauna techniques. In: Methods for the study of marine benthos. N.A. Holme & A.D. McIntyre (Eds.), Blackwell Scientific Publications, London, 217-244 p.
- Meadows, P. S. & Campbell, J. I. (1972). Habitat selection by aquatic invertebrates. *Adv. Mar. Biol.*, 10: 271-382.
- Mejuto, J. (1984a). Primeros datos sobre la dinamica de la poblacion de *Venerupis pullastra* (Montagu) de la Ria do Pasaxe (NW de Galicia). Estrategias de explotacion. In: Actas do 4º Simpósio Ibérico de Bentos, pp.67-81, Lisboa.
- Mejuto, J. (1984b). Contribución al estudio de la dinámica de la población de berberecho, *Cerastoderma edule*, en la Ría de Noia (Galicia). *Cuadernos da Área de ciencias Mariñas. Seminario de Estudos Galegos*, 1:455-467.
- Mileikovsky, S.A. (1971). Types of larval development in marine bottom invertebrates, their distribution and ecological significance: a re-evaluation. *Mar. Biol.*, 10: 193-213.
- Mileikovsky, S.A. (1973). Speed of active movement of pelagic larvae of marine bottom invertebrates and their ability to regulate their vertical position. *Mar. Biol.*, 23: 11-17.
- Mileikovsky, S.A. (1974). On predation of pelagic larvae and early juveniles of marine bottom invertebrates by adult benthic invertebrates and their passing alive through their predators. *Mar. Biol.*, 26: 303-311.
- Millard, R.H. & J.M. Scott (1967). The larva of the oyster *Ostrea edulis* during starvation. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 47: 475- 484.
- Millard, R. H. (1968). Growth lines in the larvae and adults of bivalve molluscs. *Nature*, 217: 689.
- Miller, J. C. & J. N. Miller (1988). *Statistics for analytical chemistry*. 2ª ed. Ellis Horwood Series in Analytical Chemistry. 227 p.
- Miyazaki, I. (1963). On the development of some marine bivalves, with special reference to the shelled larvae. II. *J. Imp. Fish. Inst.*, 32 (2): 35-41.

- Möller, P. (1986). Physical factors and biological interactions regulating infauna in shallow boreal areas. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 30: 33-47.
- Möller, P. & R. Rosenberg (1983). Recruitment abundance and production of *Mya arenaria* and *Cardium edule* in marine shallow waters Western Sweden. *Ophelia*, 22: 33-55.
- Monteiro, J. (1984). Origem, evolução e processos geológicos das ilhas barreiras de Faro e sua importância para o desenvolvimento destas ilhas. In: 3º Congresso Nacional Sobre o Algarve, vol. 2: 713-719.
- Monteiro, C. (1985). Prospecção preliminar dos bivalves de interesse comercial do litoral algarvia- área de Sotavento. *Relatório INIP*, Lisboa, 44, 110 p.
- Monteiro, C. (1989). La faune ichtyologique de la lagune Ria Formosa (Sud Portugal). *PhD Thesis Univ. Montpellier*, 219 p.
- Morais, A. & C. Carvalho (1992). A pesca no Algarve: Principais números In: 7º Congresso do Algarve, pp.419-430. Racal Clube, Silves.
- Morales-Alamo, R. C. Cox, K. Mccarthy & R. Mann (1988). Seasonal abundance of oyster spat and four animal associates on an oyster reef in the James River, Virginia. *J. Shellfish Res.*, 7(3): 401-406.
- Morgado, F. (1993). Zooplâncton dos canais a Norte da Ria de Aveiro: ciclo anual de abundância. *Bol. UCA U. Algarve, UCTRA*, 1: 380-399
- Morgan, S. (1994). Influence of tidal regime on timing of larval release: implications for recruitment. In: Changes in Fluxes in Estuaries-Implications from Science to Management. Dyer & Orth (eds.). University Plymouth. ECSA22/ERF Symposium.
- Munier-Chalmas, E. (1895). Note préliminaire sur le développement de la charnière chez les Mollusques Acéphales. *Soc. Géol. Fr.*: 73-80.
- Munro, H. N. & A. Fleck (1966). The detection of nucleic acid. In: Glick, D. (ed) *Methods of biochemical analysis*. Vol. 17. Interscience Publishers, N. Y., pp. 113-176.
- Muus, K. (1973). Settling, growth and mortality of young bivalves in the Øresund. *Ophelia*. 12: 79-116.
- Nelson, T. C. (1925). On the occurrence and food habits of ctenophores in New Jersey inland coastal waters. *Biol. Bull.*, 48: 92-111.
- Nelson, T. C. (1928). Pelagic dissoconchs of the common mussel, *Mytilus edulis*, with observations on the behavior of the larvae of allied genera. *Biol. Bull.*, 55: 180 - 193.
- Nelson, T.C. & E.B. Perkins (1930). On the reaction of oyster larvae to the current and the salinity gradients. *Anat.Rec.*, 47: 288.
- Neves, J. (1974). A evolução histórica-geográfica da cidade de Faro. *Anais do Município de Faro*, 4: 117-132.
- Neves, J. (1992). Processos de transporte e evolução da Ria Formosa. In: I Encontro sobre a Ria Formosa, Quinta de Marim, Olhão, Resumo.
- Newell, G. (1964). Physiological aspects of the ecology of intertidal molluscs. In: Wilbur & Yonge (eds). *Physiology of Mollusca*, pp. 59-81. Academic Press, New York.
- Newell, G. E. & R. C. Newell (1963). *Marine Plancton. A Practical Guide*. Hutchinson Educational Ltd. , London, 325 p.
- Nicolaidou, A. & M. Kostaki-Apostolopoulou (1988). The growth of *Abra ovata* in a brackish water lagoon. *Vie Marine*, 9:7-10.
- Nobre, A. (1940). Moluscos marinhos e de águas salobras. In: Fauna Malacologica de Portugal, 1(32): 808 p.
- Nogueira, A. (1992). ANAMOD - Extração dos componentes modais de distribuições de frequências de variáveis biométricas. Trabalho de síntese apresentado para prestação de provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade de Coimbra. 67 p.

- Norkko, A. & E. Bonsdorff (1996). Rapid zoobenthic community responses to accumulations of drifting algae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 131: 143-157.
- Nott, P.L. (1980). Reproduction in *Abra alba* (Wood) and *Abra tenuis* (Montagu) (Tellinacea: Scrobiculariidae). *J.mar.Biol.Ass.U.K.*, 60: 465- 479.
- Ockelmann, K.W. (1965). Developmental types in marine bivalves and their distribution along the Atlantic coast of Europe. *In: Proc. First. Europ. Malac. Congr. L. Cox & F. Peake (eds)*, pp. 25-35. Conchological Society Of Great Britain and Ireland and Malacological Society of London.
- Ockelmann, K.W. (1983). Descriptions of mytilid species and definition of the Bacrydiinae subfam. (Mytilacea - Bivalvia). *Ophelia*, 22: 81-123.
- Odhner, N. (1914). Notizen uber die fauna der Adria bei Rovigno Beitrage zur Kenntniss der marinen mollusken fauna von Rovigno in Istrien. *Zool.Anz.*, 4: 156-170.
- O'Dor, R. K. & M. J. Wells (1987). Energy and nutrient flow. *In: Cephalopod life cycles*, vol 2, pp. 34-54 P.R. Boyle (ed.). Academic Press, London.
- 'Olafsson, E.B. (1986). Density dependence in suspension-feeding and deposit-feeding populations of the bivalve *Macoma balthica*: a field experiment. *Journal of Animal Ecology*, 55: 517-526.
- 'Olafsson, E.B. (1988a). Recruitment in suspension-feeding and deposit-feeding populations of the bivalve *Macoma balthica*: an experimental study. *Dissertation*. Department of Animal Ecology, Lund University of Sweden, 122p.
- 'Olafsson, E.B. (1988b). Inhibition of larval settlements to a soft bottom benthic community by drifting algal mats: an experimental test. *Mar.Biol.*, 97: 571-574.
- Oldfield, E. (1964). The reproduction and development of some members of the Erycinidae and Montacutidae (Mollusca, Eulamellibranchiata). *In: Proceedings of the Malacological Society of London*, 36: pp 79-120.
- Oliveira, A.F.L. (1984). A evolução da costa algarvia. Contribuição bibliográfica. CCRA/MAI, Faro. 86 p.
- O'Riordan, C. A., S. G. Monismith & J. R. Koseff (1995). The effect of bivalve excurrent jet dynamics on mass transfer in a benthic boundary layer. *Limnogr. Oceanogr.*, 40(2):330-344.
- Osman, R. W., R. B. Whitlatch & R. N. Zajac (1989). Effects of resident species on recruitment into a community: larval settlement *versus* post-settlement mortality in the oyster *Crassostrea virginica*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 54: 61-73.
- Osman, R. W. & Abe, G. R. (1994). Post-settlement factors affecting oyster recruitment in the Chesapeake Bay, USA. *In: Changes influxes in estuaries: implications from science to management*. K. Dyer & R. Orth (eds), pp. 335-342. Olsen & Olsen Press, Fredensborg.
- Osman, R. W. & R. B. Whitlatch (1995). Predation on early ontogenetic life stages and its effect on recruitment into a marine epifaunal community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 117: 117-126.
- Paes De Franca, M. L. (1956). Variação sazonal das gónadas de *Scrobicularia plana*. *Arq. Mus. Bocage*, 27: 107-124.
- Paine, R.T. (1966). Food webs complexity and species diversity. *Am. Nat.*, 100: 67-75.
- Palomera, I., B. Morales-Nim & J. Leonart (1988). Larval growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the Western Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 99, 283-291.
- Pascual, E. (1971). Morphologie de la charnela larvaria de *Crassostrea angulata* (Lmk) en diferentes fases de su desarrollo. *Inv. Pesq.*, 35 (2): 297-310.
- Paulet, Y. M., G. Dorange, J. C. Cochard & M. Le Penneec (1992). Reproduction et recrutement chez *Pecten maximus* L. *Ann. Inst.Océanogr.Paris*, 68: 45-64.

- Pecheur, J.A.; L.S. Eyster; J. Widdows & B.L. Bayne (1990). The influence of food concentration and temperature on growth and morphological differentiation of blue mussel *Mytilus edulis* L. larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 136: 47-64.
- Peddicord, R. K. (1977). Salinity and substratum effects on condition index of the bivalve *Rangia cuneata*. *Mar. Biol.*, 39: 351-360
- Pennington, J.T.; S.T. Rumrill & F-S. Chia (1986). Stage-specific predation upon embryos and larvae of the Pacific sand dollar *Dendraster excentricus* by 11 species of common zooplanktonic predators. In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, *Bull.Mar.Sci.*,39(2):234-240.
- Pepin, P. & R. A. Myers (1991). Significance of egg and larval size to recruitment variability of temperate marine fish. *Can. J. Aquat. Fish. Sci.*,48: 1820-1828.
- Pera, M. T (1986). Algumas considerações sobre o sistema lagunar algarvio. In: Sistemas Lagunares do Algarve, pp. 18-21. Universidade do Algarve, Faro.
- Péres, J.-M. & J. Picard (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recl. trav. St. mar. Endoume*, 31(47): 137 p.
- Peterson, C. H. (1982). The importance of predation and intra and interspecific competition in suspension-feeding bivalves, *Prothothaca staminea* and *Chione undatella*. *Ecol. Monogr.*, 52: 437-475.
- Pielou, E. C. (1969). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Pielou, E. C. (1975). Ecological Diversity. Wiley, New York.
- Pielou, E. C. (1981). The usefulness of ecological models: a stock taking. *Q. Rev. Biol*, 56: 17-31.
- Pielou, E. C. (1984). The interpretation of ecological data, John Wiley & Sons, New York, 263 p.
- Pihl, L. (1985). Food selection and consumption of mobile epibenthic fauna in some shallow marine areas. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 22: 169-179.
- Pihl, L. & R. Rosenberg (1982). Production, abundance and biomass of mobile epibenthic marine fauna in shallow waters Sweden. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* , 57: 273-301.
- Pihl, L. & R. Rosenberg (1983). Food selection and consumption of the shrimp *Crangon crangon* in some shallow marine areas in western Sweden. *Mar. Ecol.Prog. Ser.*, 15: 159-168.
- Pilkey, O., W. Neal, J. Monteiro & M. Dias (1989). Algarve barrier islands: a noncoastal-plain system in Portugal. *J. Coast. Res.* , 5: 239-261.
- Poggiani, L. (1968). Note sulle parve planctoniche di alcuni Molluschi dell'Adriatico medio-occidentale e vilupo post-larve di alcuni di essi. *Not. Lab. Biol. mar. pesca-Fano*, 2(8):80-137
- Powell, E. N., H. Cummins, R. J. Stanton, Jr & G. Staff (1984). Estimation of the size of molluscan larval settlement using the death assemblage. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 18: 367-384
- Powell, E. N., R. J. Stanton, Jr, D. Davies & A. Logan (1986). Effect of a large settlement and catastrophic mortality on the ecologic record of the community in the death assemblage. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 23: 513-525.
- Pritchard, D.W. (1953). Distribution of oyster larvae in relation to hydrographic conditions. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.*: 123-132.
- Quayle, D.B. (1952). Structure and biology of the larva and spat of *Venerupis pullastra* (Montagu). *Trans. R. Soc. Edinburgh*, 62:255-297.

- Quayle, D.B. (1964). Distribution of introduced marine mollusca in British Columbia waters. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 21(5): 1155-1181.
- Raimbault, R. (1966). Reproduction et stades planctoniques des Mollusques *In: Éléments de planctologie appliquée*, pp.139-153. M. L.Furnestin *et al.* (eds). Institut Scientifique et technique des peches maritimes. Paris.
- Rasmussen, E. (1944). Faunistic and biological notes on marine invertebrates. *Vidensk. Medd. dansk naturh. Foren.*, 107: 207-233.
- Rasmussen, E. (1973). Systematic and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). *Ophelia*, 11: 1-507.
- Redfearn, P.; P. Chanley & M. Chanley (1986). Larval shell development of four species of New Zealand mussels: (Bivalvia, Mytilacea). *N. Zeal. J. Mar. Fresh. Res.*, 20: 157-172.
- Rees, C.B. (1950). The identification and classification of lamellibranch larvae. *Hull Bulletins of Marine Ecology*, 3(19): 73-104.
- Rees, C.B. (1951). Continuous plankton records: first report on the distribution of lamellibranch larvae in the North Sea. *Hull Bulletins of Marine Ecology*, 3(20): 105-134.
- Rees, C.B. (1954). Continuous plankton records: The distribution of lamellibranch larvae in the North Sea, 1950-51. *Bulletins of Marine Ecology*, 4(27): 21-46.
- Ribeiro, R (1991). Ecologia do icteoplâncton e reprodução da anchova, *Engraulis encrasicolus*, no estuário do Rio Mondego. *Tese de doutoramento*. Departamento de Zoologia. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade de Coimbra 356 p.
- Rice, M.E. (1986). Factors influencing larval metamorphosis in *Golfingia misakiana* (Sipuncula). *In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop*, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, *Bull.Mar.Sci.*, 39 (2): 362-375.
- Richards, S., H. Possingham & B. Noye (1995). Larval dispersion along a straight coast with tidal currents: complex distribution patterns from a simple model. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 122: 59-71.
- Ricker, W. E. (1979). Growth rates and models. *In: Fish Physiology*. W. S. Hoar *et al.* (eds), Academic Press, London, 8: 677-743.
- Riisgard, H., A. Randlov & P. Kristensen (1980). Rates of water processing, oxygen consumption and efficiency of particle retention in veligers and young post-metomorph *Mytilus edulis*. *Ophelia* 19(1): 37-47.
- Riisgard, H. & A. Randlov (1981). Oxygen consumption and clearance as function of size efficiency in veligers of *Mytilus edulis*. *Ophelia* 20(2): 197-183
- Rodrigues, A. (1987). Cultivo de *Venerupis decussata* L. en la zona intermareal II. *Cuadernos da Área de ciencias Marinãs. Seminário de Estudos Galegos*, 1: 527-540.
- Roegner, C. G. & R. Mann (1995). Early recruitment and growth of the american oyster, *Crassostrea virginica* (Bivalvia: Ostreidae) with respect to tidal zonation and season. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 117: 91-101
- Roughgarden, J.; S. Gaines & H. Possingham (1988). Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science*. 241: 1460-1466.
- Royo, A. (1984). Influência en el crecimiento y la mortalidad de perturbaciones inducidas en el cultivo de *Venerupis decussata*, en la zona intermareal. *In: 4º Simpósio de bentos marinho*, 143-158 pp. Lisboa.
- Rumrill, S. (1991). Natural mortality of marine invertebrate larvae. *Ophelia*, 32 (1-2): 163-198.

- Russel-Pinto, F. (1990). Differences in infestation intensity and prevalence of hinge and mantle margin *Meiogymnophallus minutus* Metacercariae (Gymnophallidae) in *Cerastoderma edule* (Bivalvia): possible species coexistence in Ria de Aveiro. *J. Parasitol.* 76(5): 653-659.
- Salaün, M. (1987). Influence des facteurs du milieu sur la nutrition des larves de bivalves en Baie de St. Brieuc. *Haliotis*, 16: 209-220.
- Salaün, M., M. Le Pennec & Y-M. Paulet (1989). La prodissoconque de *Pecten maximus*: un indicateur de l'âge et de la croissance larvaire. *Haliotis*, 19: 237-249.
- Salaün, M., J. Boucher & M. Le Pennec (1991). Prodissoconch shell characteristics as indicators of larval growth and viability in *Pecten maximus* (Linnaeus, 1758). *Journal of Shellfish Research*. 10(1): 37-46.
- Sanders, H.L. (1958). Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal settlement relationships. *Limnol.Oceanogr.*, 5: 138-153.
- Santos, S. L. & J. L. Simon (1980). Marine soft-bottom community establishment following annual defaunation: larval or adult recruitment? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2: 235-241.
- Santos, A. C., J. J. Castro & L. Raimundo (1986). O canal de Tavira - Ria Formosa - Algarve: caracterização geral do meio e análise da estrutura, dinâmica e produção das populações de *Cerastoderma edule*, *Solen marginatus* e *Spisula solida*. Relatório de estágio. Universidade de Lisboa. Faculdade de Ciências. Departamento de Zoologia e Antropologia. Laboratório Marítimo da Guia. 252 p.
- Sastre, M. P. (1984). Relationship between environmental factors and *Donax denticulatus* populations in Puerto Rico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 19: 217-230.
- Sastry, A.N. (1979). Molluscs: Pelecypods and lesser Classes (excluding Ostreidae). In: Reproduction of marine invertebrates, Vol.V Molluscs. A.C. Giese & J. S.Pearse (Eds.), Academic Press.pp. 113-265
- Scheltema, R.S. (1971). The dispersal of the larvae of shoal-water benthic invertebrate species over long distribution by ocean currents. In: 4th. Europ.Mar.Biol.Symp., pp. 7-28.D. J. Crisp (Ed.), Cambridge Press.
- Scheltema, R.S. (1974). Biological interactions determining larval settlement of marine invertebrates. *Thalassia Jugosl.*, 10: 263-298.
- Scheltema, R.S. (1983). Long-distance dispersal of planktonic larvae and the biogeography and evolution of some polynesian and western Pacific molluscs. *Bull.Mar.Sci.*, 33(3): 545-565.
- Scheltema, R.S. (1986). On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of problems. In: Proceedings of the invertebrate larval biology workshop, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, *Bull.Mar.Sci.*,39(2):290-322.
- Schmidt, G. & S. J. Thannauser (1945). A method for the determination of deoxyribonucleic acid, ribonucleic acid and phosphoproteins in animal tissue. *J. Biol.Chem.*, 161: 83-89.
- Seed, R. (1969). The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and Settlement. *Oecologia*, 3: 277-316.
- Seed, R. & R. Brown (1975). The influence of reproductive cycle, growth, and mortality on population structure in *Modiolus modiolus*, *Cerastoderma edule* and *Mytilus edulis* (Mollusca: Bivalvia). *Proc. 9th Europ. mar. biol. Symp.* pp 257-274.
- Shannon, C.E. & W. Weaver (1949). The mathematical theory of communication. Urbana Univ. Press. Illinois ed., 117 p.
- Siddall, S.E.; R.E. Malouf; M.E.C. Vieira & E. Gomez-Reyes (1988). Use of dispersion models for prediction of bivalve larval recruitment. *J. Shellfish Res.*, 7(1): 133.

- Sigurdsson, J.B.; C.W. Titman & P.A. Davies (1976). The dispersal of young post-larval bivalve molluscs by byssus threads. *Nature*, 262: 386-387.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- Sinclair, M. (1988). Marine populations. An essay on population regulation and speciation. Books in recruitment fishery oceanography. Washington Sea Grant. 252 p.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf (1981). Biometry. W.H. Freeman, New-York, 573 p.
- Sousa, F. P. (1914). O megasismo de 1 de Novembro de 1755 em Portugal. *Revista de Obras Públicas e Minas*, 45, 12p.
- Sprung, M. (1984). Physiological energetics of mussel larvae (*Mytilus edulis*). I. Shell growth and biomass. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 17: 283-293
- Sprung, M. (1993). Estimating macrobenthic secondary production from body weight and biomass: a field test in a non-boreal intertidal habitat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 100: 103-109
- Sprung, M. (1994a). Observations on the life cycle of *Abra ovata* on an intertidal mud flat in Portugal. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 74: 919-925.
- Sprung, M. (1994b). High larval abundances in the Ria Formosa (Southern Portugal) - methodological or local effects? *J. Plankton Res.* 16(2): 151-160.
- Sprung, M. (1994c). Macrobenthic secondary production in the intertidal zone of the Ria Formosa - a lagoon in southern Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 38: 539-558.
- Sprung, M. & A. Santos (1993). Which mesh size to use for sampling copepods and larvae from the plankton of a coastal lagoon? *Bol. UCA U. Algarve, UCTRA*, 1: 670-677.
- Stafford, J. (1912). On the recognition of bivalve larvae in plankton collections. *Contrib. Canad. Biol. Fish.*(1906- 1910): 221-242.
- Stocker, L.J. & P.R. Bergquist (1987). Importance of algal turf, grazers, and spatial variability in the recruitment of a subtidal colonial invertebrate. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 39: 285-291.
- Stokes, M. D. (1996). Larval settlement, post-settlement growth and secondary production of Florida lancelet (*Branchiostoma floridae*). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 130: 71-84.
- Strathmann, R. R. (1978). The evolution and loss of feeding larval stages of marine invertebrates. *Evolution*, 32: 894-906.
- Strathmann, R. R. (1985). Feeding and nonfeeding larval development and life-history evolution in marine invertebrates. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 16: 339-361.
- Sulkin, S. (1990). Larval orientation mechanisms: the power of controlled experiments. *Ophelia*, 32(1-2): 49-62.
- Sullivan, C.M. (1948). Bivalve larvae of malpeque Bay, *Bull. Fish. Resear. Board Can.*, 77: 1-36.
- Teeble, N. (1966). British bivalve Seashells. A handbook for identification. *Trues Br. Mus. (Nat. Hist.)* Alden Press Osney Mead. Oxford, 212 p.
- Thorson, G. (1936). The larval development, growth and metabolism of Arctic marine bottom invertebrates compared with those of other seas. *Meddr. Gronland*, 100: 1-155.
- Thorson, G. (1946). Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates, with special reference to planktonic larvae in the Sound (Oresund). *Medd. Dan. Fisk.-Havunders* (Ser. Plankton), 4, 1-523.
- Thorson, G. (1950). Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol.Rev.*, 25: 1-45.
- Thorson, G. (1961). Length of pelagic larval life in marine bottom invertebrates as related to transport by ocean currents. *Oceanogr. Amer. Ass. Adv. Sci.*, 455-474.

- Thorson, G. (1964). Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. *Ophelia*, 1(1): 167-208.
- Thorson, G. (1966). Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities. *Neth. J. Sea Res.*, 3(2): 267-293.
- Thouzeau, G. (1990). Determinisme de la variabilité spatio-temporelle de l'abondance, de la survie et de la croissance du pre-recrutement de *Pecten maximus* (L.) en Baie de Saint-Brieuc. *ICES / Shell paper* n° 156, 8 p.
- Thouzeau, G. & D. Lehay (1988). Variabilité spatio-temporelle de la distribution, de la croissance et de la survie des juveniles de *Pecten maximus* L. issus des pontes 1985, en baie de Saint-Brieuc. *Oceanologica Acta*, 11(3): 267-283.
- Thrush, S., R. Pridmore, J. Hewitt & V. Cummings (1991). Impact of ray feeding disturbances on sandflat macrobenthos: do communities dominated by polychaetes or shellfish respond differently? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 69: 245-252.
- Tremblay, M.J.; L.D. Meade & G.V. Hurley (1987). Identification of planktonic sea scallop larvae (*Placopecten magellanicus*) (Gmelin). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44: 1361-1366.
- Trevallion, A., R. Edwards & J. Steele (1970). Dynamics of a benthic bivalve. In: *Marine Food Chains*. Helle (ed.), pp. 285-295.
- Turner, H.J & C.J. George (1955). Some aspects of the behavior of the quahog, *Venus mercenaria* during the early stages. *Mass. Dep. Nat. Res., Div. Mar. Fish., Invest. Shellf. Mass. Rep.*, 8: 5-14.
- Turner, S.J., S. F. Thrush, R.D. Pridmore, J. E. Hewitt, V. J. Cummings & M. Maskery (1995). Are soft-sediment communities stable? An example from a windy harbour. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 120: 219-230.
- Ukeles, R. & M. Sweeny (1969). Influence of dinoflagellate trichocysts and other factors on the feeding of *Crassostrea virginica* larvae on *Monochrysis lutheri*. *Limnol. Oceanog.*, 13: 403-410.
- Vilela, H (1947). Contribuição para o estudo das comunidades animais dos parais da Ria de Faro. *Arq. Mus. Boc.*, 18: 97-164.
- Vilela, H. (1950). Vida bentónica de *Tapes decussatus*. *Arq. Mus. Boc.*, 21: 1-114.
- Vilela, H. (1951). Quelques données sommaires sur l'ecologie de *Tapes decussatus* (L.) *Rapp. et Proc.-Verb.*, 128: 60-62.
- Vilela, M. (1993). Estudo dos factores ecológicos num viveiro de peixe do estuário de Sado. Composição da comunidade zooplânctónica ao longo de um ano. *Bol. UCA U. Algarve, UCTRA*, 1: 352-379.
- Vovelle, J. (1972). Sclerotisation et minéralisation des structures squelettiques chez les Mollusques. *Haliotis*, 2(2): 135-165.
- Warwick, R. & R. Price (1975). Macrofauna production in an estuarine mud flat. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 55: 1-18.
- Wassef, E & A. Eisawy (1985). Food and feeding habits of wild and reared gilthead bream *Sparus aurata*. *Cybiurn*, 9:233-242.
- Weatherly, A. H. (1972). Growth and ecology of fish populations. Academic Press, London, 293 p.
- Webb, C. M. (1986). Post-larval development of the tellinacean bivalves *Abra abra*, *Tellina fabula* and *Donax vittatus* (Mollusca: Bivalvia), (with reference to the late larva). *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 67:441-459.
- Webb, C. M. (1987). Post-larval development of the bivalves *Nucula turgida*, *Venus striatula*, *Spisula subtruncata* and *S. elliptica* (Mollusca: Bivalvia), (with reference to the late larva). *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 67:441-459.

- Wells, H.M. & I.E. Gray (1960). Seasonal occurrence of *Mytilus edulis* of the Carolina coast as a result of transport around Cape Hatteras. *Biol. Bull. (Lab. Woods Hole, Mass.)*, 119(3), 550-559.
- Werner, B. (1939). Über die Entwicklung und Artsuntercheidung von Muschellarven des Nordseeplanktons, unter besonderer Berücksichtigung der Schalenentwicklung. *Zool. Jahrb. Abt. Anat.*, 119: 550-559.
- Wilbur, K. M. & G. Owen (1964). Growth. In: *Physiology of Mollusca*, vol. 1, K. M. Wilbur & C. M. Yonge (Eds), Academic Press, Londres, 211 p.
- Wilbur, R.T & D. Simkiss (1968). Calcified shells. In: *Comprehensive Biochemistry*, pp. 229-295. G. Florin & A. D. Stotz (Eds.), Elsevier, Amsterdam.
- Williams, J.G. (1980). The influence of adults on the settlement of spat of the clam *Tapes japonica*. *J. Mar. Res.*, 38(4): 729-741.
- Wilson, D.P. (1958). Some problems in larval ecology related to the localized distribution of bottom animals. In: *Perspectives in marine biology*, pp. 87-99.
- Wilson, W.H. (1991). Competition and predation in marine soft-sediment communities. *A.Rev.Ecol.Sys.*, 21: 221-241.
- Wing, S., J.; J. Largier, L. Botsford & J. Quinn (1995). Settlement and transport of benthic invertebrates in an intermittent upwelling region. *Limnol. Oceanogr.*, 40(2): 316-329.
- Wood L. & W.J. Hargis (1971). Transport of bivalve larvae in a tidal estuary. In: 4th. *Europ.Mar.Biol.Symp.*, pp. 29-44. J.D. Crisp (Ed.), Cambridge University Press.
- Woodin, S.A. (1986). Settlement of infauna: larval choice?. In: *Proceedings of the invertebrate larval biology workshop*, Friday Harbor Laboratories, University of Washington, 26-30 March 1985, *Bull. Mar. Sci.*, 39 (2): 401-407.
- Worrall, C., J. Widdows & D. Love (1983). Physiological ecology of three populations of the bivalve *Scrobicularia plana*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 12:267-279.
- Wright, D. & E. Hetzel (1985). Use of RNA:DNA ratios as an indicator of nutritional stress in the American oyster *Crassostrea virginica*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 25: 199-206.
- Yonge, C.M. & T.E. Thompson (1976). *Living marine molluscs*. Collins. London. 288 p.
- Young, C.M. (1990). Larval ecology of marine invertebrates: a sesquicentennial history. *Ophelia*. 32(1-2): 1-48.
- Young, C. M. & F. S. Chia (1984). Abundance and distribution of pelagic larvae as influenced by predation, behavior and hydrographic factors. In: *Reproduction of Marine Invertebrates*. Vol. 9, 385-463 pp. G. Giese & J. Pearse (eds.) Academic Press, New York.
- Zar, J.H. (1984). *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 718 p.
- Zobrist, E.C. & B.C. Coull (1992). Meiobenthic interactions with macrobenthic larvae and juveniles: an experimental assessment of the meiofaunal bottleneck. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 88: 1-8.
- Zweifel, J. & R. Lasker (1976). Prehatch and posthatch growth of fishes. A model. *Fish. Bull. U. S.*, 74: 609-621.

Anexo I

**Chaves dicotômicas para identificação das larvas e pós-larvas de
bivalves dos *taxa* principais**

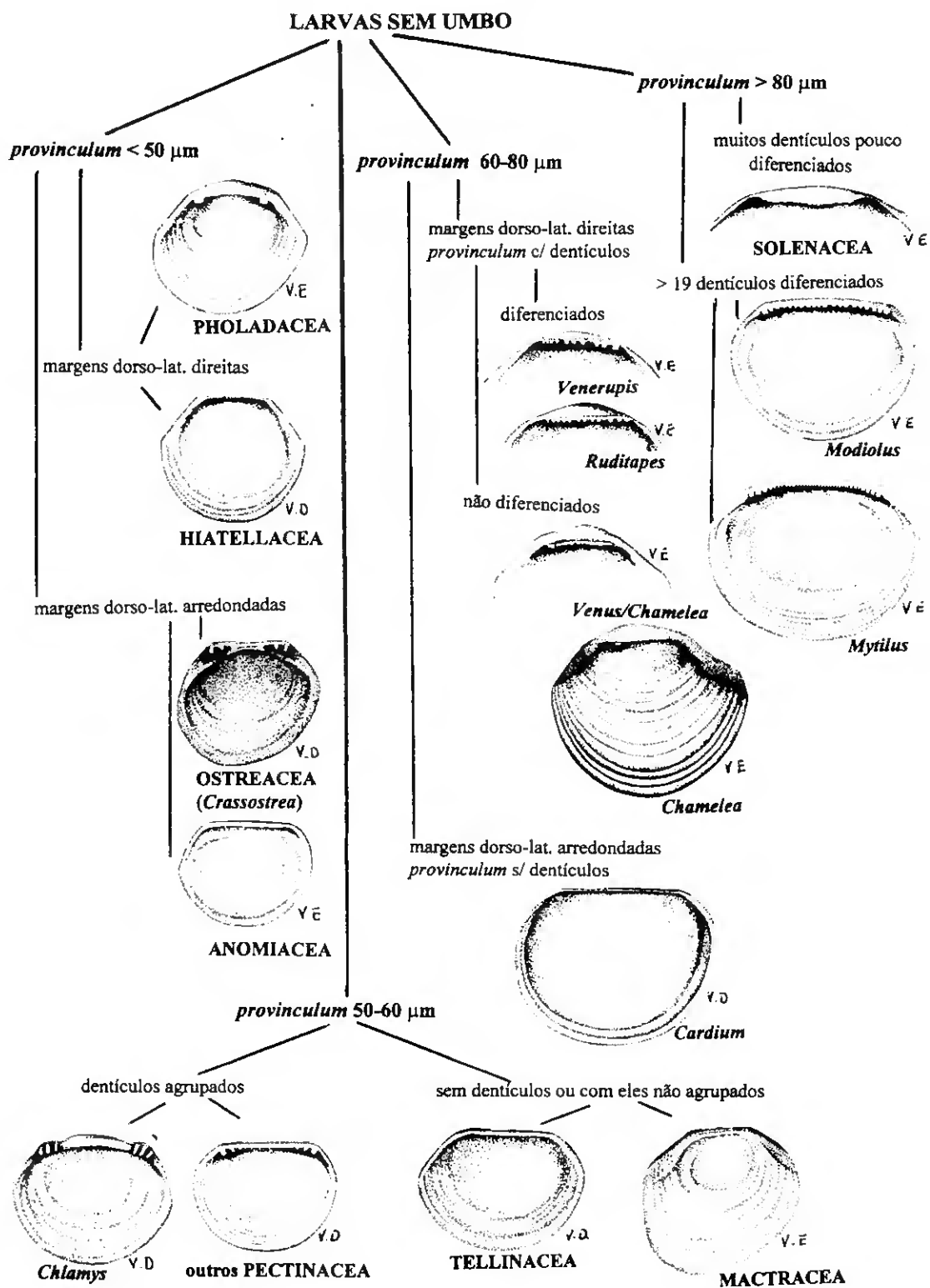
- Chaves dicotômicas para as fases larvares e pós-larvares de bivalves

- Chaves para a identificação de larvas de bivalve

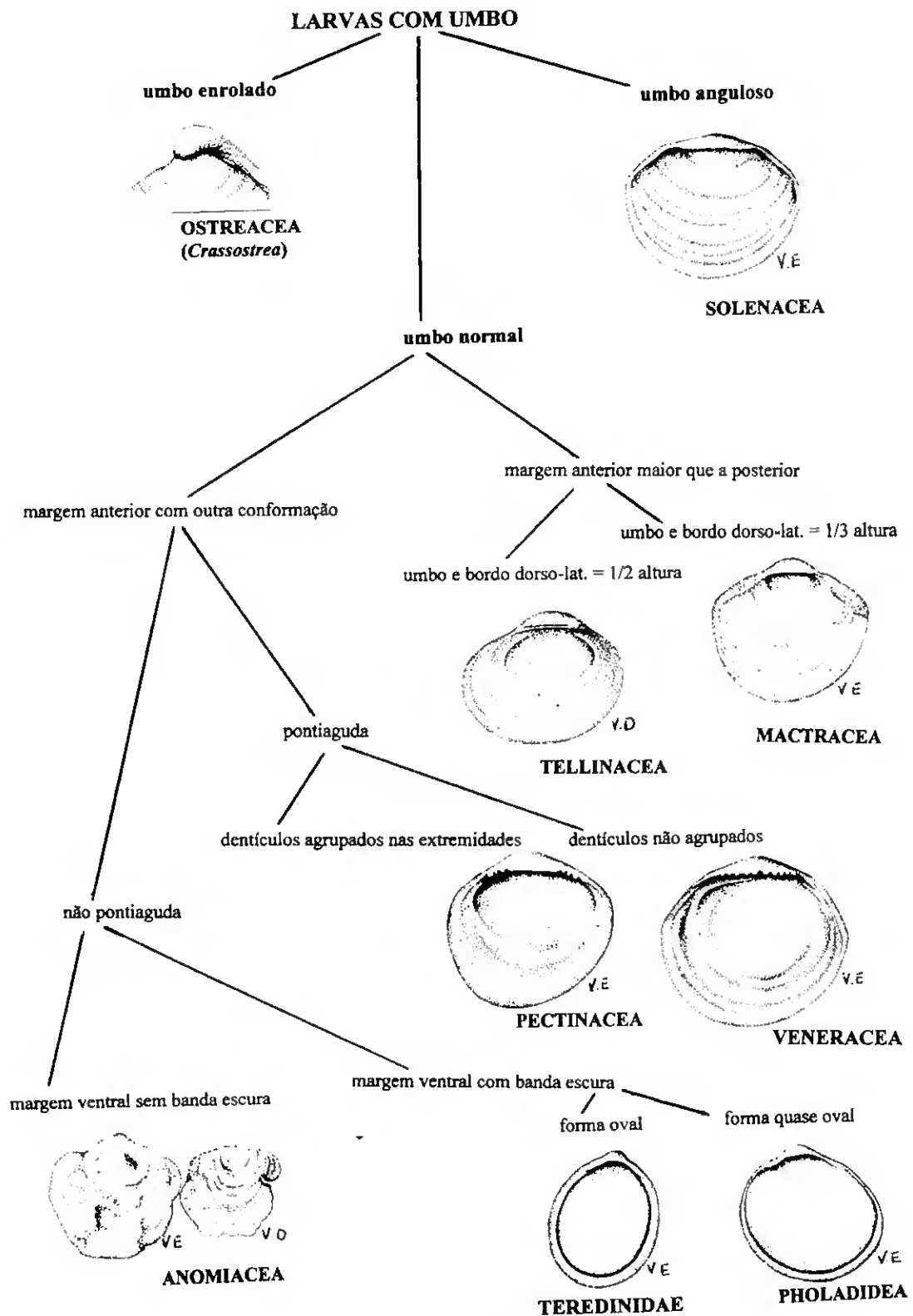
1 - Larvas com margem dorsal rectilínea (larvas "D")	2
- Larvas com margem dorsal não rectilínea (larvas umbonadas).....	18
2 - Comprimento do <i>provinculum</i> normalmente inferior ou igual a 60 µm.....	3
- Comprimento do <i>provinculum</i> superior a 60 µm	10
3 - Comprimento do <i>provinculum</i> inferior a 50 µm.....	4
- Comprimento do <i>provinculum</i> entre 50 e 60 µm.....	7
4 - Margens dorsolaterais direitas fazendo um ângulo nítido com o <i>provinculum</i>	5
- Margens dorsolaterais arredondadas em continuidade com o <i>provinculum</i>	6
5 - <i>Provinculum</i> muito fino e sem dentes.....	Hiatellacea
- <i>Provinculum</i> muito espesso e com dentes	Pholadacea
6 - Concha escura, aspecto maciço e margem grossa.....	<i>Crassostrea</i>
- Concha clara, aspecto leve e margem normal.....	<i>Anomia</i>
7 - N° variável de denticulos mas não agrupados nas extremidades da margem dorsal.....	8
- Três a quatro denticulos bem definidos nos extremos anterior e posterior da margem dorsal.....	9
8 - Bordos dorsolaterais representando aproximadamente 1/3 da altura total.....	Maत्रacea
- Bordos dorsolaterais representando aproximadamente 1/2 da altura total.....	Tellinacea
9 - Denticulos alojados dentro de depressões lenticulares.....	<i>Chlamys</i>
- Denticulos alojados dentro de depressões lenticulares pouco definidas	Pectinidae
10 - Comprimento do <i>provinculum</i> entre 60 a 80µm.....	11
- Comprimento do <i>provinculum</i> maior que 80µm.....	16
11 - Bordos dorsolaterais direitos e <i>provinculum</i> com dentes.....	12
- Bordos dorsolaterais arredondados e <i>provinculum</i> sem dentes.....	15

- 12 - *Provinculum* com denticulos diferenciados.....13
 - *Provinculum* sem denticulos diferenciados.....14
- 13 - Denticulos bem individualizados (8 a 15).....*Venerupis*
 - Denticulos pouco individualizados (12 a 15).....*Ruditapes*
- 14 - Concha com marcas concêntricas bem definidas.....*Chamelea*
 - Concha sem marcas concêntricas bem definidas.....*Venus*
- 15 - Margem dorsal lisa.....*Cardium*
 - Margem dorsal com textura ligeiramente pontuada.....*Nucula*
- 16 - *Provinculum* com muitos denticulos pequenos, irregulares e mal definidos, ladeado por 2 projecções/reentrâncias grossas arredondadas..... Solenacea
 - *Provinculum* com mais de 19 denticulos definidos, dispondo-se os maiores aos lados e os mais pequenos ao centro.....17
- 17 - 27 denticulos (comprimento=100µm); 30 denticulos (comprimento =120µm); 35 denticulos (comprimento=150).....*Mytilus edulis*
 - 20 denticulos (comprimento=100µm); 23 denticulos (comprimento =120µm);28 denticulos (comprimento=150)..... *Modiolus*
- 18 - Umbos enrolados*Crassostrea*
 - Umbos não enrolados.....19
- 19 - Umbos angulosos.....Solenacea
 - Umbos não angulosos.....20
- 20 - Margem anterior claramente maior que a posterior.....21
 - Margens anterior e posterior com outra conformação.....22
- 21 - Bordos dorsolaterais e umbo representando aproximadamente 1/3 da altura total.....*Maत्रacea*
 - Bordos dorsolaterais e umbo representando aproximadamente 1/2 da altura total.....*Tellinacea*
- 22 - Margem anterior mais pontiaguda que a posterior..... 23
 - Margens com outra conformação.....28
- 23 - Três a quatro denticulos bem definidos e situados nos extremos anterior e posterior da margem dorsal.....*Pectinidae* (24)
 - Nº variável de denticulos não agrupados nas extremidades da margem dorsal.....*Veneridae* (25)

- 24 - Dentículos alojados dentro de depressões lenticulares.....*Chlamys*
 - Dentículos alojados dentro de depressões lenticulares
 pouco definidas*Pectinidae* n. id.
- 25 - *Provinculum* com dentículos diferenciados.....26
 - *Provinculum* sem dentículos diferenciados.....27
- 26 - Dentículos bem individualizados (8 a 15).....*Venerupis*
 - Dentículos pouco individualizados (12 a 15).....*Ruditapes*
- 27 - Concha com marcas concêntricas bem definidas.....*Chamelea*
 - Concha sem marcas concêntricas bem definidas.....*Venus*
- 28 - Margem ventral da concha grossa com uma banda escura.
 Concha equivalve.....29
 - Margem ventral da concha fina sem banda escura.
 Concha inequivalve.....*Anomia*
- 29 - Forma oval quase perfeita, podendo apresentar apêndice digitiforme
 de grandes dimensões..... *Teredinidae*
 - Forma não oval, com apêndice digitiforme pequeno, podendo
 nem se distinguir.....*Pholadidae*



Chave pictórica relativa aos principais taxa de larvas sem umbo identificadas. Os esquemas não se encontram à escala. Esquemas de S. António (1996).



Chave pictórica relativa aos principais taxa de larvas com umbo identificadas. Os esquemas não se encontram à escala. Esquemas de S. António (1996).

- Chaves para a identificação de pós-larvas de bivalves

- 1 - Charneira taxodonte com numerosos dentes pequenos alternando com depressões 2
 Charneira com outra conformação 3
- 2 - Charneira claramente triangular *Nuculacea (Nucula)*
 Charneira aproximadamente rectilínea..... *Arcacea (Arca tetragona)*
- 3 - Margem dorsal com projecções laterais..... *Pectinacea*
 Margem dorsal sem projecções laterais 4
- 4 - Valva direita com abertura bissal *Anomiacea (Anomia ephippium)*
 Valva direita sem abertura bissal 5
- 5 - Valva esquerda aplanada (fixação ao substrato).. *Ostreacea(Crassostrea angulata)*
 Valvas esquerda não aplanada.....6
- 6 - Concha desenvolvida principalmente no eixo dorso-ventral..... 7
 Concha sem eixo dorso-ventral desenvolvido.....10
- 7 - Umbo muito saliente, em posição central e enrolado sobre o bordo anterior *Isocardiacea (Glossus humanus)*
 Umbo pouco saliente e descentrado..... *Mytilacea (8)*
- 8 - Concha sem ornamentação *Mytilus edulis*
 Concha com ornamentação..... 9
- 9 - Concha com filamentos e sem estrias radiais..... *Modiolus barbatus*
 Concha sem filamentos e com estrias radiais..... *Musculus marmoratus*
- 10 - Concha com comprimento superior ao dobro da altura.....*Solenidae (Solen)*
 Concha com comprimento inferior ao dobro da altura..... 11
- 11 - Cavidade umbonal com apêndice digitiforme*Pholadacea (12)*
 Cavidade umbonal sem apêndice digitiforme..... 13
- 12 - Apófise digitiforme na base do côndilo dorsal da valva esquerda....., *Teredinidae (Teredo)*
 Apófise digitiforme na margem anterior da cavidade umbonal de ambas as valvas..... *Pholadidae (Pholas)*
- 13 - Concha fortemente inequivalve.....14
 Concha equivalve ou ligeiramente inequivalve.....17

- 14 - Concha com a valva direita maior do que a esquerda..... Myacea (15)
 Concha com valvas de igual dimensão..... Pandoracea (16)
- 15 - Valva direita ligeiramente maior e mais convexa do que a esquerda;
 concha frágil com o bordo anterior muito truncado..... *Sphenia binghami*
 Valva direita claramente maior e mais convexa do que a esquerda;
 concha maciça com bordo anterior ligeiramente truncado.....*Corbula gibba*
- 16 - Concha com valva direita achatada e esquerda convexa
 e sem marca do seio paleal..... *Pandora pinna*
 Concha com valvas convexas e com marca do seio paleal..... *Thracia pubescens*
- 17 - Concha inequilateral.....18
 Concha equilateral..... 26
- 18 - Charneira com dentes cardinais e sem seio paleal.....19
 Charneira sem dentes cardinais; concha com linhas concêntricas
 irregulares e duas cristas com espinhos estendendo-se do umbo
 ao bordo posterior..... Hiatellacea (*Hiatella*)
- 19 - Aductor anterior maior do que o posterior; concha com linhas
 concêntricas e/ou radiais..... Lucinacea (20)
 Aductores aproximadamente de igual dimensão..... Erycinacea (22)
- 20 - Valva direita com um dente cardinal..... 21
 Valva direita com dois dentes cardinais; concha com esculturas
 concêntricas e radiais muito finas..... *Loripes lucinalis*
- 21 - Concha com esculturas exclusivamente concêntricas..... *Myrtea spinifera*
 Concha com esculturas concêntricas e radiais..... *Divaricella divaricata*
- 22 - Umbo em posição central.....Leptonidae (23)
 Umbo deslocado sobre o bordo posteriorMontacutidae (25)
- 23 - Valva direita com dois dentes laterais anteriores e posteriores....*Lepton nitidum*
 Valva direita com um dente lateral anterior e posterior..... 24
- 24 - Charneira com dentes de grandes dimensões e concha
 com linhas de crescimento muito nítidas..... *Neolepton sulcatulum*
 Charneira com dentes de dimensões reduzidas e concha
 com linhas de crescimento pouco marcadas..... *Neolepton sykesi*
- 25 - Valva direita com dois dentes laterais anteriores
 e posteriores..... *Mysella bidentata*
 Valvas sem dentes laterais posteriores..... *Montacuta ferruginosa*

- 26 - Concha com esculturas predominantemente radiais..... *Cardiacea* (27)
 Concha com esculturas predominantemente concêntricas..... 30
- 27 - Cristas radiais e espaços entre as cristas com ornamentação pouco marcada..... *Cardium*
 Cristas radiais com ornamentação marcada e diferente da dos espaços entre as cristas..... 28
- 28 - Concha de forma arredondada com o bordo posterior truncado..... *Acanthocardia aculeata*
 Concha de forma arredondada com ambos os bordos igualmente desenvolvidos..... 29
- 29 - Estrias radiais (18 a 22) ornamentadas por espinhos curtos e grossos, em forma de espátulas nas regiões ventral e anterior..... *Acanthocardia echinata*
 Estrias radiais (15 a 19) ornamentadas por fiadas de tubérculos salientes, mais salientes e pontiagudos na zona anterior das valvas..... *Acanthocardia paucicostata*
- 30 - Charneira com 3 dentes cardinais simples ou bífidos..... *Veneracea* (31)
 Charneira com outra conformação..... 36
- 31 - Concha com escultura externa exclusivamente concêntrica..... 32
 Concha com escultura externa concêntrica e radial..... 34
- 32 - Concha com linhas concêntricas espaçadas igualmente ou quase..... 33
 Concha com linhas concêntricas diferentemente espaçadas..... *Dosinia*
- 33 - Linhas concêntricas pouco salientes..... *Chamelea gallina*
 Linhas concêntricas proeminentes *Venus verrucosa*
- 34 - Umbo pontiagudo e de cor violeta (comprimento <500µm);
 Escultura do concha com linhas radiais muito finas e pouco nítidas (comprimento >500 µm)..... 35
 Umbo arredondado sem cor particular (comprimento <500µm);
 escultura da concha com cristas radiais bem marcadas em toda a margem ventral (comprimento >500 µm)..... *Ruditapes decussatus*
- 35 - Bordo posterior claramente mais desenvolvido do que o bordo anterior..... *Venerupis pullastra*
 Bordos anterior e posterior igualmente desenvolvidos..... *Venerupis aurea*

- 36 - Charneira com dentes cardinais em forma de V invertido.....Mactridae (37)
Charneira com outra conformação..... 38
- 37 - Dentes cardinais com estrias (comprimento > 1300 μm)..... *Spisula*
Dentes cardinais não apresentam estrias..... *Maetra*
- 38 - Seio paleal parcialmente confluyente com a linha paleal e atingindo
ou ultrapassando metade do comprimento das valvas.....Tellinacea (39)
Seio paleal não confluyente com a linha paleal e não atingindo
metade do comprimento das valvas..... Mesodesmatidae (*Donacilla cornea*)
- 39 - Escultura da dissoconcha nitidamente diferente da prodissoconcha.....40
Escultura da dissoconcha pouco distinta da prodissoconcha..... 43
- 40 - Dente cardinal posterior da valva direita bifido..... *Donax* (41)
Dente cardinal posterior da valva direita simples.....*Tellina*
- 41 - Ligamento externo muito proeminente e de
forma triangular..... *Donax trunculus*
Ligamento externo pouco nítido.....42
- 42 - Forma arredondada com o umbo em posição aproximadamente
central e pouco proeminente..... *Donax variegatus*
Bordo anterior desenvolvido, umbo proeminente e deslocado
para o bordo posterior..... *Donax vittatus*
- 43 - Dente cardinal posterior da valva esquerda já relativamente
definido (comprimento <1200 μm); sem dentes laterais na valva
direita (comprimento >1200 μm)..... *Scrobicularia plana*
Dente cardinal posterior da valva esquerda ainda não definido;
com dentes laterais na valva direita (comprimento >1200 μm) 44
- 44 - Concha com contorno oval (comprimento <1200 μm); umbo na
metade posterior da concha (comprimento >1200 μm).....*Abra alba*
Concha com contorno triangular (comprimento <1200 μm); umbo em
posição relativamente central (comprimento >1200 μm).....*Abra ovata*

Anexo II

Tabelas com o resultado do teste de Tukey

Tabela I - Resultados do teste de Tukey ($p < 0,05$) aplicado às médias do comprimento do *provinculum* de larvas de bivalves dos vários taxa: RUD - *Ruditapes* spp.; CER - *Cerastoderma* spp.; MYT - *Mytilus edulis*; VEN - *Venerupis* spp.; TEL - Tellinacea; PHO - Pholadacea; PEC - Pectinidae; CHL - *Chlamys* spp.; CRA - *Crassostrea angulata*; ANO - *Anomia ephippium*; HIA - *Hiatella* spp.; SOL - Solenacea; MAC - Mactracea. A negrito os valores da probabilidade dos taxa que não diferiram significativamente entre si.

	RUD	CER	MYT	VEN	TEL	PHO	PEC	CHL	CRA	SOL	HIA	ANO	MAC
RUD		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
CER	0,0001		0,0001	0,018	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
MYT	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,017	0,0001	0,0001	0,0001
VEN	0,0001	0,018	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
TEL	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001	0,001	0,076	0,0001	0,0001	0,377	0,0001	0,0001
PHO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,683	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
PEC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001		0,882	0,0001	0,0001	0,423	0,0001	0,0001
CHL	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,076	0,0001	0,882		0,0001	0,0001	0,988	0,0001	0,0001
CRA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,683	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
SOL	0,0001	0,0001	0,017	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001
HIA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,377	0,0001	0,423	0,988	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001
ANO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,100
MAC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,100	

Tabela II - Resultados do teste de Tukey ($p < 0,05$) aplicado às médias da razão comprimento/altura de larvas de bivalves dos vários taxa: RUD - *Ruditapes* spp.; CER - *Cerastoderma* spp.; MYT - *Mytilus edulis*; VEN - *Venerupis* spp.; TEL - Tellinacea; PHO - Pholadacea; PEC - Pectinidae; CHL - *Chlamys* spp.; CRA - *Crassostrea angulata*; ANO - *Anomia ephippium*; HIA - *Hiatella* spp.; SOL - Solenacea; MAC - Mactracea. A negrito os valores da probabilidade dos taxa que não diferiram significativamente entre si.

	RUD	CER	MYT	VEN	TEL	PHO	PEC	CHL	CRA	SOL	HIA	ANO	MAC
RUD		0,191	0,0001	0,041	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
CER	0,191		0,0001	0,940	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
MYT	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,014	0,0001	0,0001	0,0001
VEN	0,041	0,940	0,0001		0,002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
TEL	0,0001	0,0001	0,0001	0,002		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,706	0,003
PHO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,408	0,031	0,0001	0,0001	0,069	0,0001	0,181
PEC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,408		0,025	0,0001	0,0001	0,131	0,0001	0,259
CHL	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,031	0,025		0,110	0,0001	0,548	0,0001	0,004
CRA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,110		0,0001	0,157	0,0001	0,0001
SOL	0,0001	0,0001	0,014	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001
HIA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,069	0,131	0,548	0,157	0,0001		0,0001	0,059
ANO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,706	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001
MAC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,003	0,181	0,259	0,004	0,0001	0,0001	0,059	0,0001	

Tabela III - Resultados do teste de Tukey ($p < 0,05$) aplicado às médias da razão comprimento/*provinculum* de larvas de bivalves dos vários taxa: RUD - *Ruditapes* spp.; CER - *Cerastoderma* spp.; MYT - *Mytilus edulis*; VEN - *Venerupis* spp.; TEL - Tellinacea; PHO - Pholadacea; PEC - Pectinidae; CHL - *Chlamys* spp.; CRA - *Crassostrea angulata*; ANO - *Anomia ephippium*; HIA - *Hiatella* spp.; SOL - Solenacea; MAC - Mactracea. A negrito os valores da probabilidade dos taxa que não diferiram significativamente entre si.

	RUD	CER	MYT	VEN	TEL	PHO	PEC	CHL	CRA	SOL	HIA	ANO	MAC
RUD		0,266	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,059	0,0001
CER	0,266		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,220	0,0001
MYT	0,0001	0,0001		0,907	0,208	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,281	0,0001	0,0001	0,0001
VEN	0,0001	0,0001	0,907		0,715	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,625	0,0001	0,0001	0,0001
TEL	0,0001	0,0001	0,208	0,715		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,401	0,0001	0,0001	0,0001
PHO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,021	0,913	0,623	0,0001	0,206	0,0001	0,0001
PEC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,021		0,276	0,553	0,0001	0,094	0,0001	0,0001
CHL	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,913	0,276		0,808	0,0001	0,774	0,0001	0,0001
CRA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,623	0,553	0,808		0,0001	0,592	0,0001	0,0001
SOL	0,0001	0,0001	0,281	0,625	0,401	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001
HIA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,206	0,094	0,774	0,592	0,0001		0,0001	0,026
ANO	0,059	0,220	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001
MAC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,026	0,0001	

Tabela IV - Resultados do teste de Tukey ($p < 0,05$) aplicado às médias da razão altura/*provinculum* de larvas de bivalves dos vários taxa: RUD - *Ruditapes* spp.; CER - *Cerastoderma* spp.; MYT - *Mytilus edulis*; VEN - *Venerupis* spp.; TEL - Tellinacea; PHO - Pholadacea; PEC - Pectinidae; CHL - *Chlamys* spp.; CRA - *Crassostrea angulata*; ANO - *Anomia ephippium*; HIA - *Hiatella* spp.; SOL - Solenacea; MAC - Mactracea. A negrito os valores da probabilidade dos taxa que não diferiram significativamente entre si.

	RUD	CER	MYT	VEN	TEL	PHO	PEC	CHL	CRA	SOL	HIA	ANO	MAC
RUD		0,322	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
CER	0,322		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
MYT	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,036	0,0001	0,0001	0,0001
VEN	0,0001	0,0001	0,0001		0,018	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,225	0,0001	0,0001	0,0001
TEL	0,0001	0,0001	0,0001	0,018		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,036	0,0001	0,0001	0,0001
PHO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,019	0,227	0,041	0,0001	0,676	0,0001	0,0001
PEC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,019		0,587	0,476	0,0001	0,379	0,0001	0,0001
CHL	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,227	0,587		0,443	0,0001	0,638	0,0001	0,0001
CRA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,041	0,476	0,443		0,0001	0,300	0,0001	0,0001
SOL	0,0001	0,0001	0,036	0,225	0,036	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001
HIA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,676	0,379	0,638	0,300	0,0001		0,0001	0,016
ANO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001
MAC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,016	0,0001	

Anexo III

Valores da turbulência provocada pelas correntes de maré

Valores da turbulência provocada pela correntes de maré na zona da ponte para a ilha de Faro.

PROF. (h)	ESTADO MARÉ	VEL.CORR.(u) m/s	maré intermédia	
			u3/h	turbulência (ζ)
5	PM	0,0243	2,87E-06	1,72E-08
3	VAZANTE	0,45	0,030375	0,000182
2	BM	0,0015	1,69E-09	1,01E-11
3	ENCHENTE	0,38	0,018291	0,00011
			maré morta	
			u3/h	turbulência (ζ)
5	PM	0,08	0,000102	6,14E-07
3	VAZANTE	0,23	0,004056	2,43E-05
2	BM	0,03	1,35E-05	8,1E-08
3	ENCHENTE	0,15	0,001125	6,75E-06
			maré viva	
			u3/h	turbulência (ζ)
5	PM	0,00246	2,98E-09	1,79E-11
3	VAZANTE	0,9	0,243	0,001458
2	BM	0,0027	9,84E-09	5,9E-11
3	ENCHENTE	0,8	0,170667	0,001024

Anexo IV

Datas de recolha dos colectores

Tabela I - Datas da recolha dos colectores durante o período de amostragem entre Junho de 1990 e Julho de 1991.

Colocação dos colectores	15 de Maio de 1990	
Meses	Recolhas Quinzenais (dia do mês)	Recolhas Mensais (dia do mês)
Junho 1990	1	
	18	18
Julho	3	
	20	20
Agosto	6	
	20	20
Setembro	6	
	22	22
Outubro	10	
	25	25
Novembro	12	
	28	28
Dezembro	7	
	22	22
Janeiro 1991	10	
	27	27
Fevereiro	10	
	26	26
Março	14	
	30	30
Abril		
	15	15
Maio	2	
	19	19
Junho	5	
	22	22
Julho	7	
	18	18

Tabela II - Datas da recolha dos colectores durante o período de amostragem entre Março de 1992 e Outubro de 1992.

Colocação dos colectores	21 de Fevereiro de 1992
Meses	Recolhas Mensais (dia do mês)
Março 1992	20
Abril	17
Maió	18
Junho	16
Julho	15
Agosto	18
Setembro	15
Outubro	27

Anexo V

Ocorrência das pós-larvas e juvenis nos dois tipos sedimento

Ocorrência das pós-larvas e juvenis dos vários *taxa* nos colectores com substrato de areia.

	Jun90	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan91	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul91
<i>Nucula</i> sp.														
<i>Arca tetragona</i>														
<i>Anomia ephippium</i>														
<i>Mytilus</i> spp.														
<i>Modiolus barbatus</i>														
<i>Musculus marmoratus</i>														
<i>Crassostrea angulata</i>														
<i>Chlamys</i> spp.														
<i>Loripes lucinalis</i>														
<i>Divaricella divaricata</i>														
<i>Myrtea spinifera</i>														
<i>Lepton nitidum</i>														
<i>Neolepton sykesi</i>														
<i>Neolepton sulcatulum</i>														
<i>Mysella bidentata</i>														
<i>Montacuta ferruginosa</i>														
<i>Glossus humanus</i>														
<i>Cerastoderma edule</i>														
<i>Acanthocardia echinata</i>														
<i>Acanthocardia paucicostata</i>														
<i>Acanthocardia aculeata</i>														
<i>Ruditapes decussatus</i>														
<i>Venerupis aurea</i>														
<i>Venerupis pullastra</i>														
<i>Chamelea gallina</i>														
<i>Venus verrucosa</i>														
<i>Dosinia</i> spp.														
<i>Mactra</i> spp.														
<i>Spisula</i> spp.														
<i>Donacilla cornea</i>														
<i>Donax variegatus</i>														
<i>Donax trunculus</i>														
<i>Donax vittatus</i>														
<i>Scrobicularia plana</i>														
<i>Abra ovata</i>														
<i>Abra alba</i>														
<i>Tellina</i> spp.														
<i>Solen marginatus</i>														
<i>Sphenia binghami</i>														
<i>Corbulla gibba</i>														
<i>Hiatella</i> spp.														
<i>Pholas</i> sp.														
<i>Teredo</i> sp.														
<i>Pandora pinna</i>														

Ocorrência das pós-larvas e dos juvenis dos vários *taxa* nos colectores com substrato de vasa.

	Jun90	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan91	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul91
<i>Arca tetragona</i>														
<i>Anomia ephippium</i>														
<i>Modiolus barbatus</i>														
<i>Lorupes lucinalis</i>														
<i>Divaricella divaricata</i>														
<i>Myrtea spinifera</i>														
<i>Lepton nitidum</i>														
<i>Neolepton sykesi</i>														
<i>Montacuta ferruginosa</i>														
<i>Cerastoderma edule</i>														
<i>Acanthocardia paucicostata</i>														
<i>Ruditapes decussatus</i>														
<i>Venerupis aurea</i>														
<i>Venerupis pullastra</i>														
<i>Chamelea gallina</i>														
<i>Spisula solida</i>														
<i>Donax variegatus</i>														
<i>Donax trunculus</i>														
<i>Donax vittatus</i>														
<i>Scrobicularia plana</i>														
<i>Abra ovata</i>														
<i>Abra alba</i>														
<i>Tellina spp.</i>														
<i>Solen marginatus.</i>														
<i>Thracia pubescens</i>														

Anexo VI

**Percentagens das abundâncias de pós-larvas e juvenis fixados nos
dois tipos de colectores**

Comparação das abundâncias de pós-larvas e juvenis de bivalves fixados mensalmente nos colectores com substrato de areia e de vasa.

	% areia	% vasa	% areia+vasa
<i>Ruditapes decussatus</i>	21,00	18,36	20,31
<i>Venerupis aurea</i>	20,88	15,54	19,49
<i>Cerastoderma edule</i>	12,31	16,64	13,43
<i>Scrobicularia plana</i>	10,20	13,78	11,13
<i>Venerupis pullastra</i>	11,93	8,23	10,97
<i>Abra ovata</i>	9,25	6,79	8,61
<i>Lepton nitidum</i>	2,99	5,86	3,73
<i>Abra alba</i>	0,66	2,96	1,26
<i>Tellina spp</i>	0,35	1,27	0,59
<i>Anomia ephippium</i>	0,60	0,28	0,52
<i>Divaricella divaricata</i>	0,30	0,79	0,43
<i>Mytilus spp.</i>	0,35	0,00	0,26
<i>Donax trunculus</i>	0,18	0,34	0,22
<i>Chamelea gallina</i>	0,22	0,21	0,21
<i>Dosinia spp</i>	0,24	0,00	0,18
<i>Modiolus barbatus</i>	0,17	0,17	0,17
<i>Myrtea spinifera</i>	0,04	0,41	0,13
<i>Donax vittatus</i>	0,11	0,17	0,13
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	0,11	0,14	0,12
<i>Neolepton sykesi</i>	0,12	0,10	0,12
<i>Solen sp.</i>	0,11	0,03	0,09
<i>Crassostrea angulata</i>	0,11	0,00	0,08
<i>Loripes lucinalis</i>	0,08	0,07	0,08
<i>Musculus marmoratus</i>	0,08	0,00	0,06
<i>Abra tenuis</i>	0,06	0,00	0,04
<i>Montacuta ferruginosa</i>	0,04	0,07	0,04
<i>Sphenia binghami</i>	0,06	0,00	0,04
<i>Acanthocardia aculeata</i>	0,05	0,00	0,04
<i>Hiatella spp</i>	0,05	0,00	0,04
<i>Mysella bidentata</i>	0,05	0,00	0,04
<i>Spisula spp</i>	0,04	0,03	0,04
<i>Venus verrucosa</i>	0,05	0,00	0,04
<i>Acanthocardia echinata</i>	0,04	0,00	0,03
<i>Arca tetragona</i>	0,01	0,07	0,03
<i>Corbulla gibba</i>	0,04	0,00	0,03
<i>Nucula spp</i>	0,04	0,00	0,03
<i>Pholas spp</i>	0,04	0,00	0,03
<i>Chlamys spp</i>	0,02	0,00	0,02
<i>Donax variegatus</i>	0,01	0,03	0,02
<i>Pandora pinna</i>	0,02	0,00	0,02
<i>Teredo</i>	0,02	0,00	0,02
<i>Donacilla cornea</i>	0,01	0,00	0,01
<i>Glossus humanus</i>	0,01	0,00	0,01
<i>Mactra glauca</i>	0,01	0,00	0,01
<i>Neolepton sulcatulum</i>	0,01	0,00	0,01
OUTROS	6,93	7,61	7,11

Anexo VII

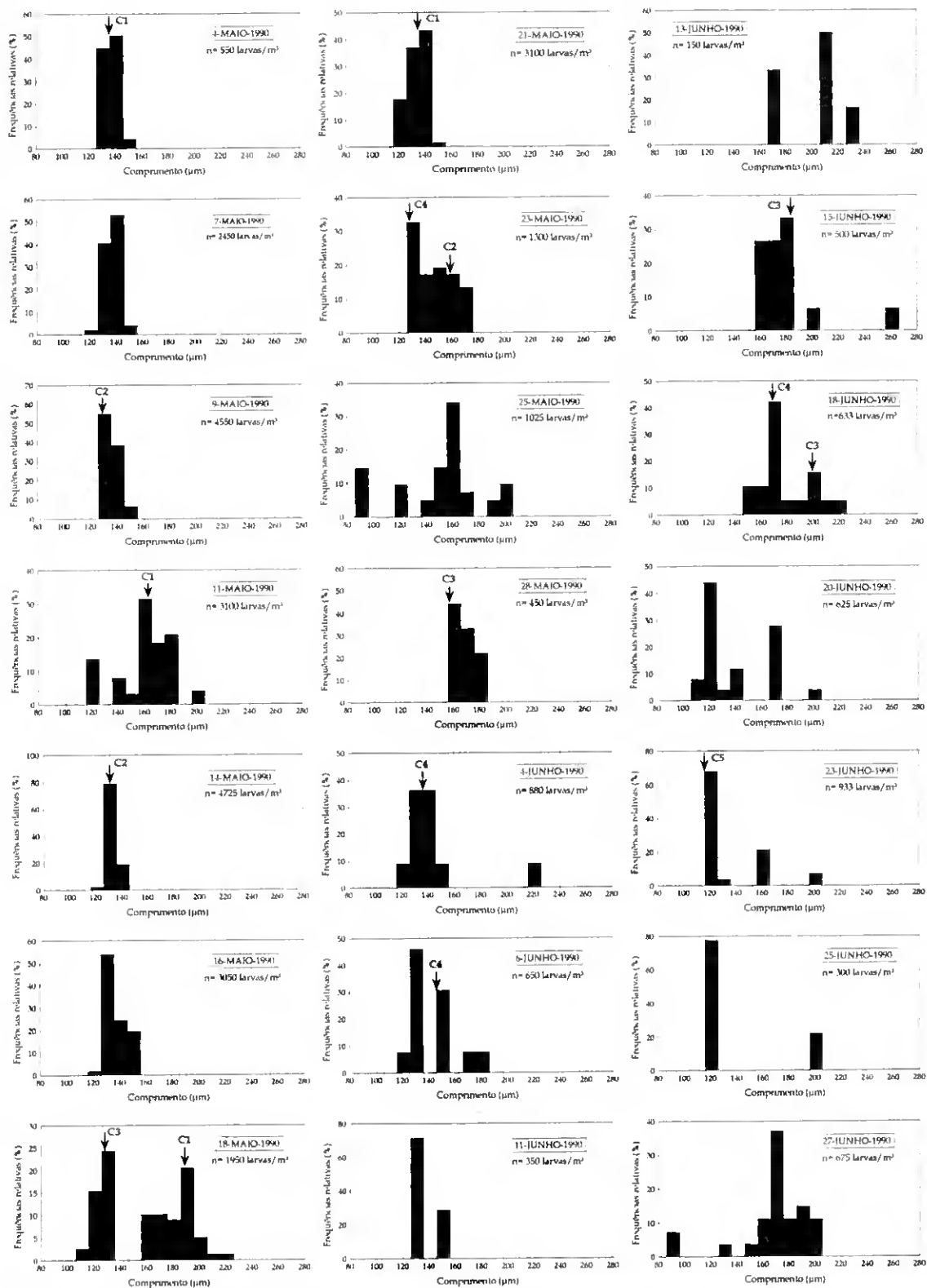
**Abundâncias relativas dos bivalves capturados ao longo
do canal de Faro**

Abundâncias relativas do total de bivalves capturados no conjunto das estações efectuadas nos meses de Julho a Setembro de 1992.

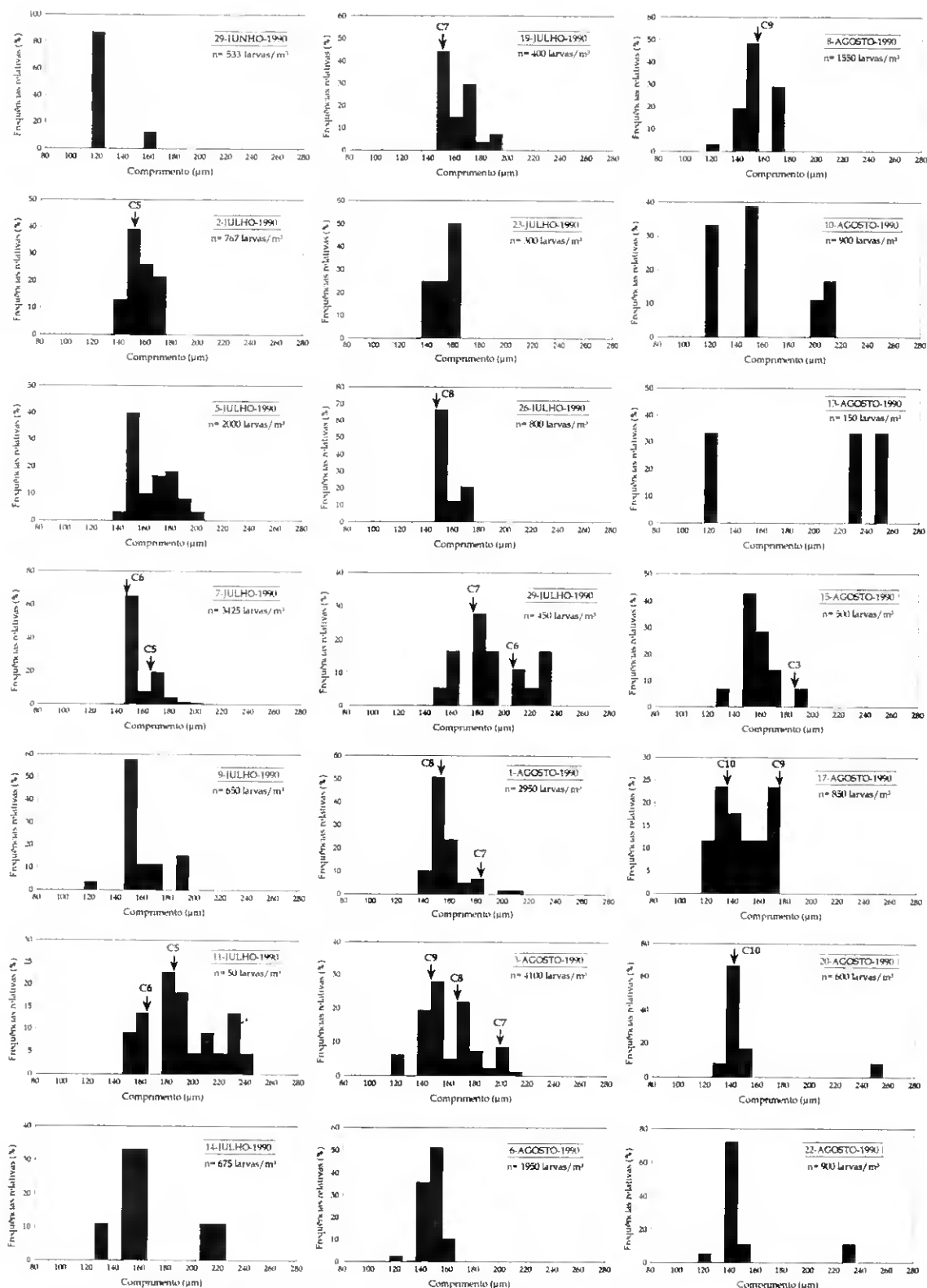
ESPÉCIES	Abundância %
<i>Cardium edule</i>	14,3
<i>Donax trunculus</i>	12,1
<i>Donax vittatus</i>	8,7
<i>Abra ovata</i>	7,7
<i>Abra alba</i>	6,1
<i>Mytilus edulis.</i>	5,8
<i>Anomia ephippium</i>	5,6
<i>Lepton nitidum</i>	5,3
<i>Donax variegatus</i>	4,6
<i>Ruditapes decussatus</i>	4,4
<i>Venerupis aurea</i>	4,1
<i>Mysella bidentata</i>	3,9
<i>Lucinella divaricata</i>	3,1
<i>Scrobicularia plana</i>	2,9
<i>Chamelea gallina</i>	1,7
<i>Dosinia lupinus</i>	1,7
<i>Neolepton sykesi</i>	1,0
<i>Tellina donacina</i>	0,7
<i>Dosinia exoleta</i>	0,5
<i>Donax semistriatus</i>	0,5
<i>Modiolus barbatus</i>	0,5
<i>Solen spp.</i>	0,5
<i>Barnea candida</i>	0,5
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	0,2
OUTROS	3,6

Anexo VIII

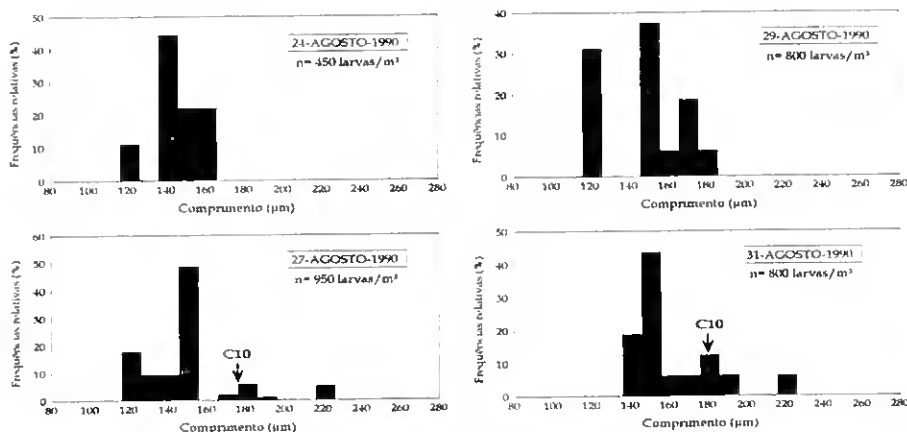
**Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento
das larvas de bivalves**



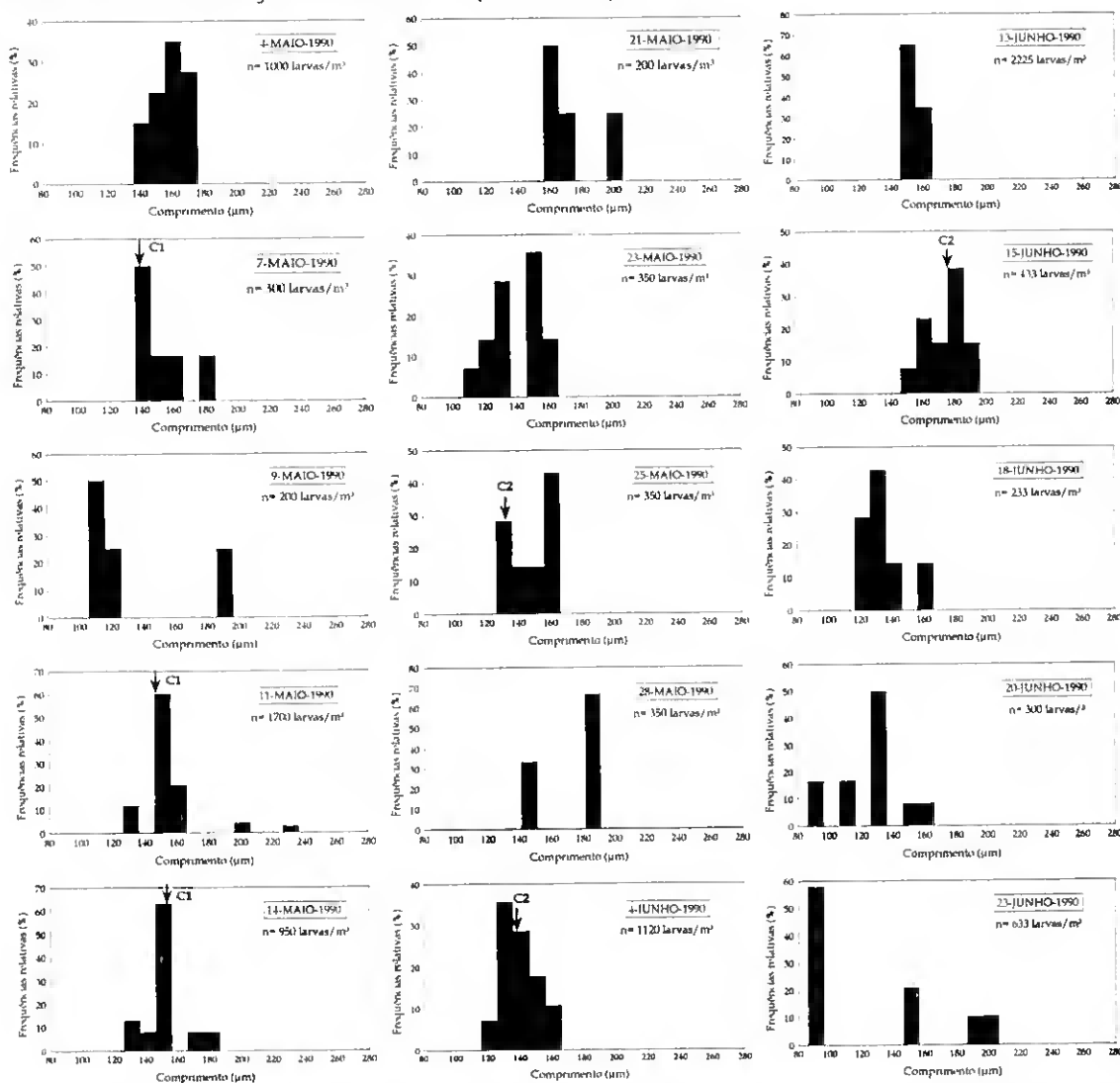
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das larvas de *Mytilus edulis* no plâncton da Ria Formosa, com indicação das classes modais utilizadas na constituição das coortes (C1 a C10).



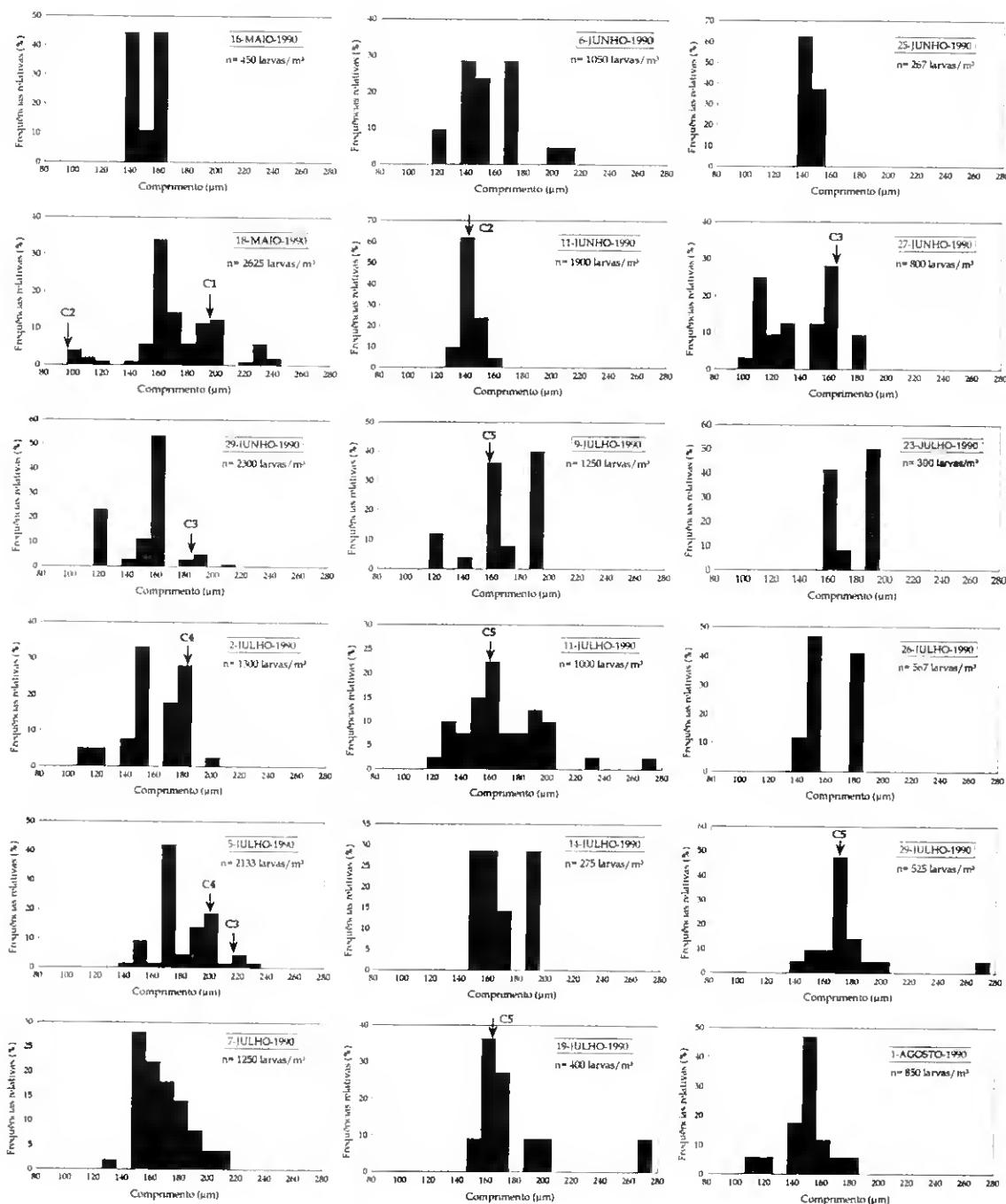
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das larvas de *Mytilus edulis* no plâncton da Ria Formosa, com indicação das classes modais utilizadas na constituição das coortes (C1 a C10).



Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das larvas de *Mytilus edulis* no plâncton da Ria Formosa, com indicação das classes modais utilizadas na constituição das coortes (C1 a C10).



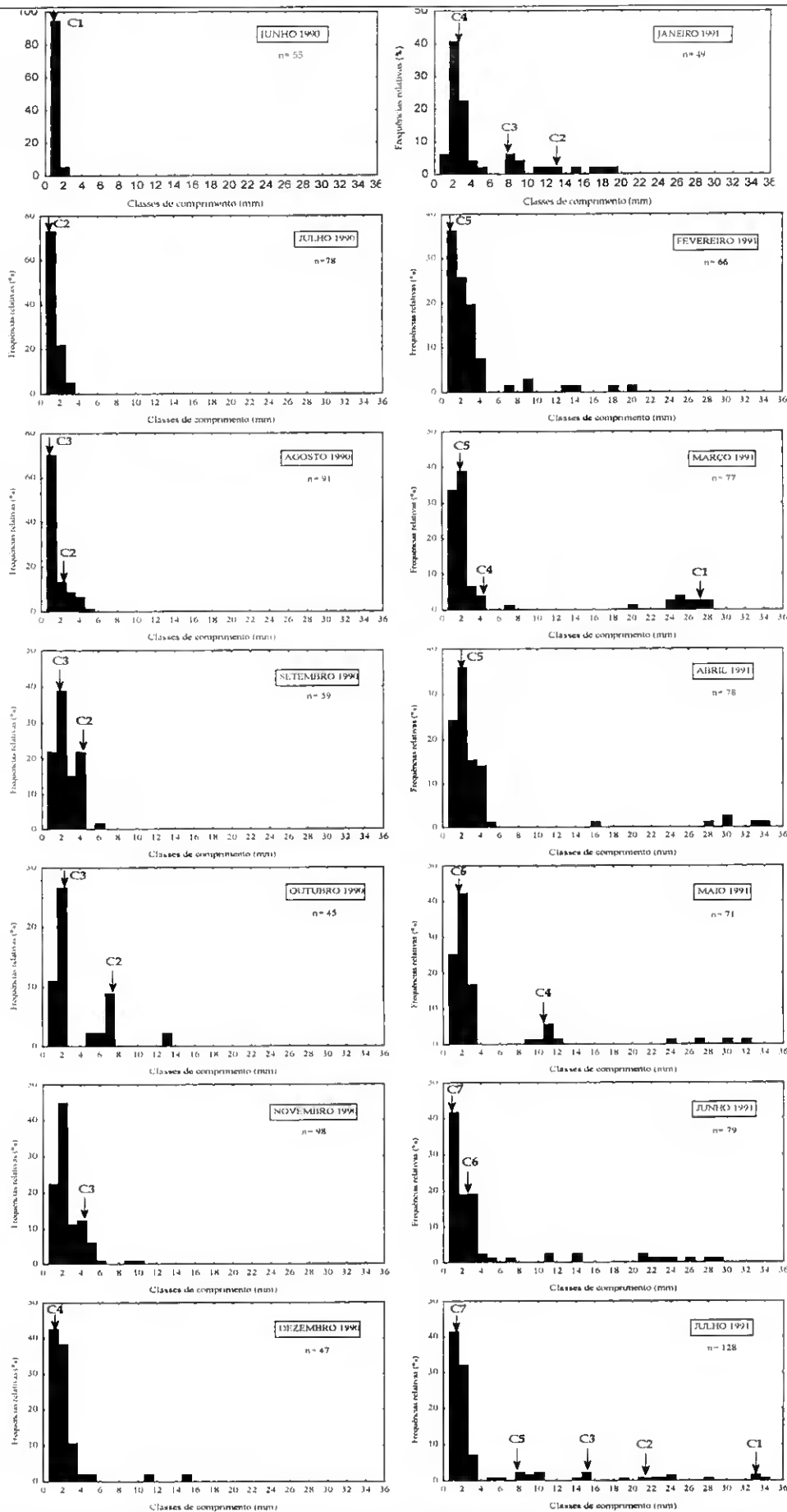
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das larvas de *Ruditapes* spp. no plâncton da Ria Formosa, com indicação das classes modais utilizadas na constituição das coortes (C1 a C5).



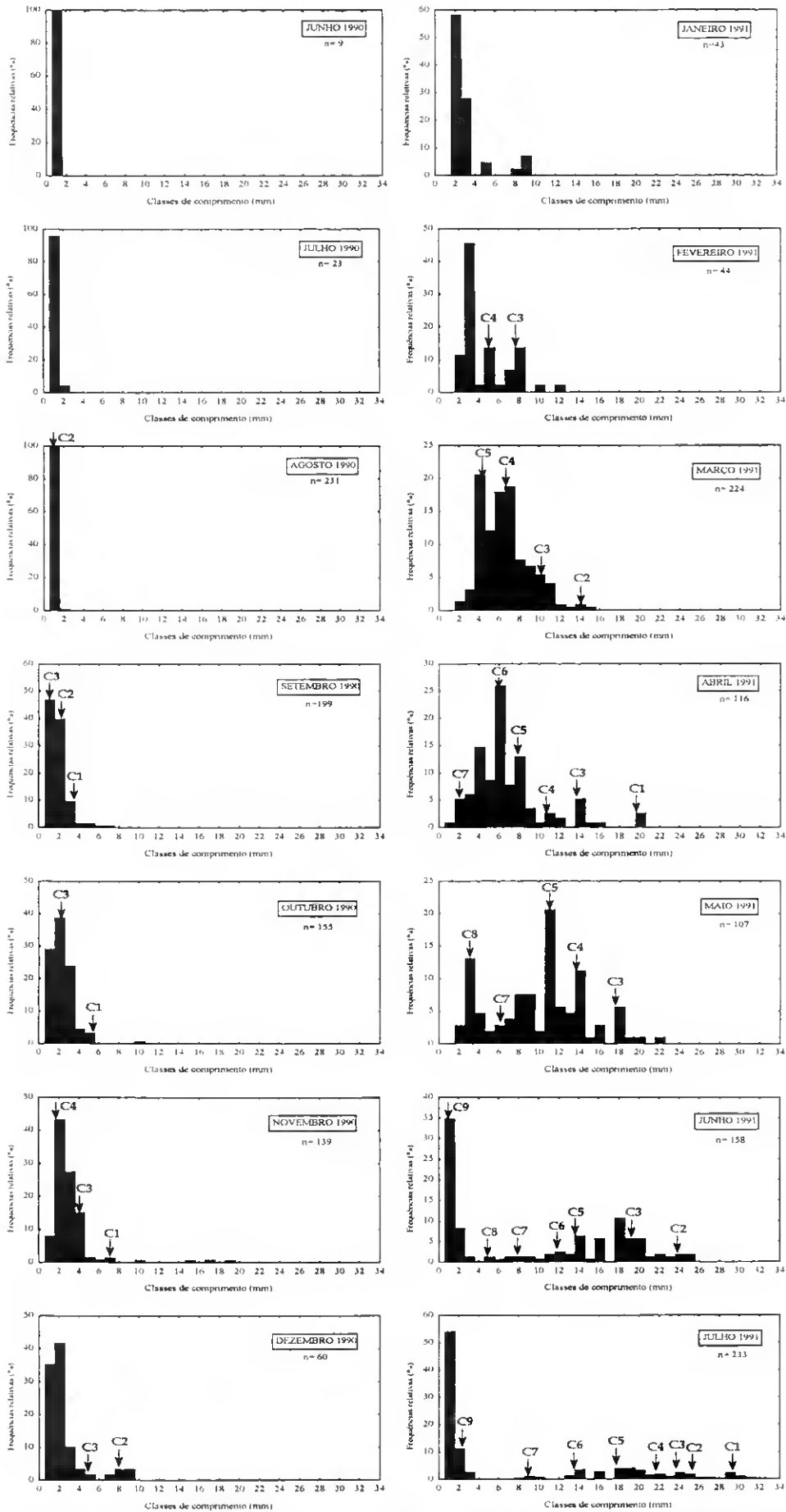
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das larvas de *Ruditapes* spp. no plâncton da Ria Formosa, com indicação das classes modais utilizadas na constituição das coortes (C1 a C5).

Anexo IX

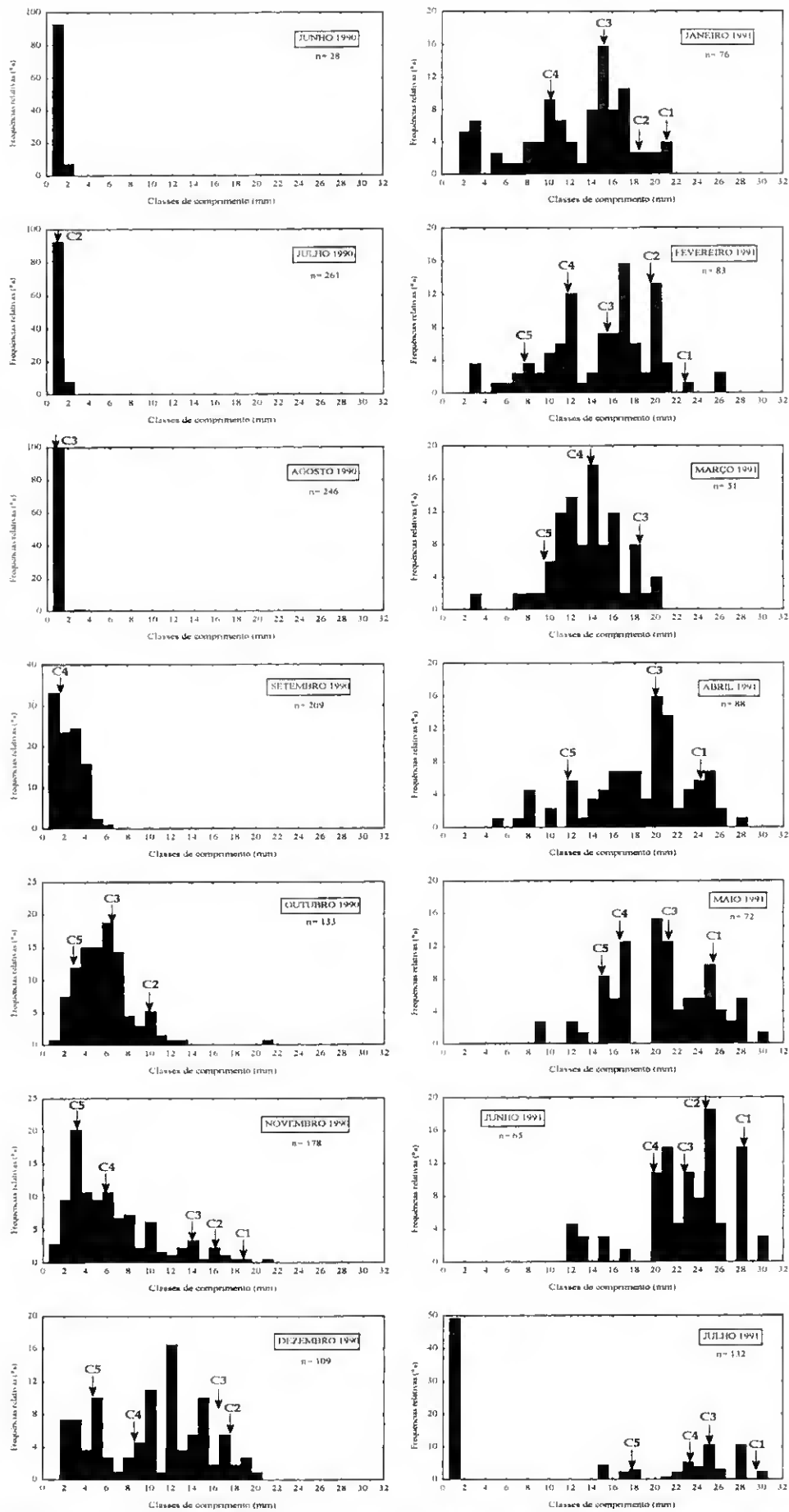
**Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento
das pós-larvas de bivalves**



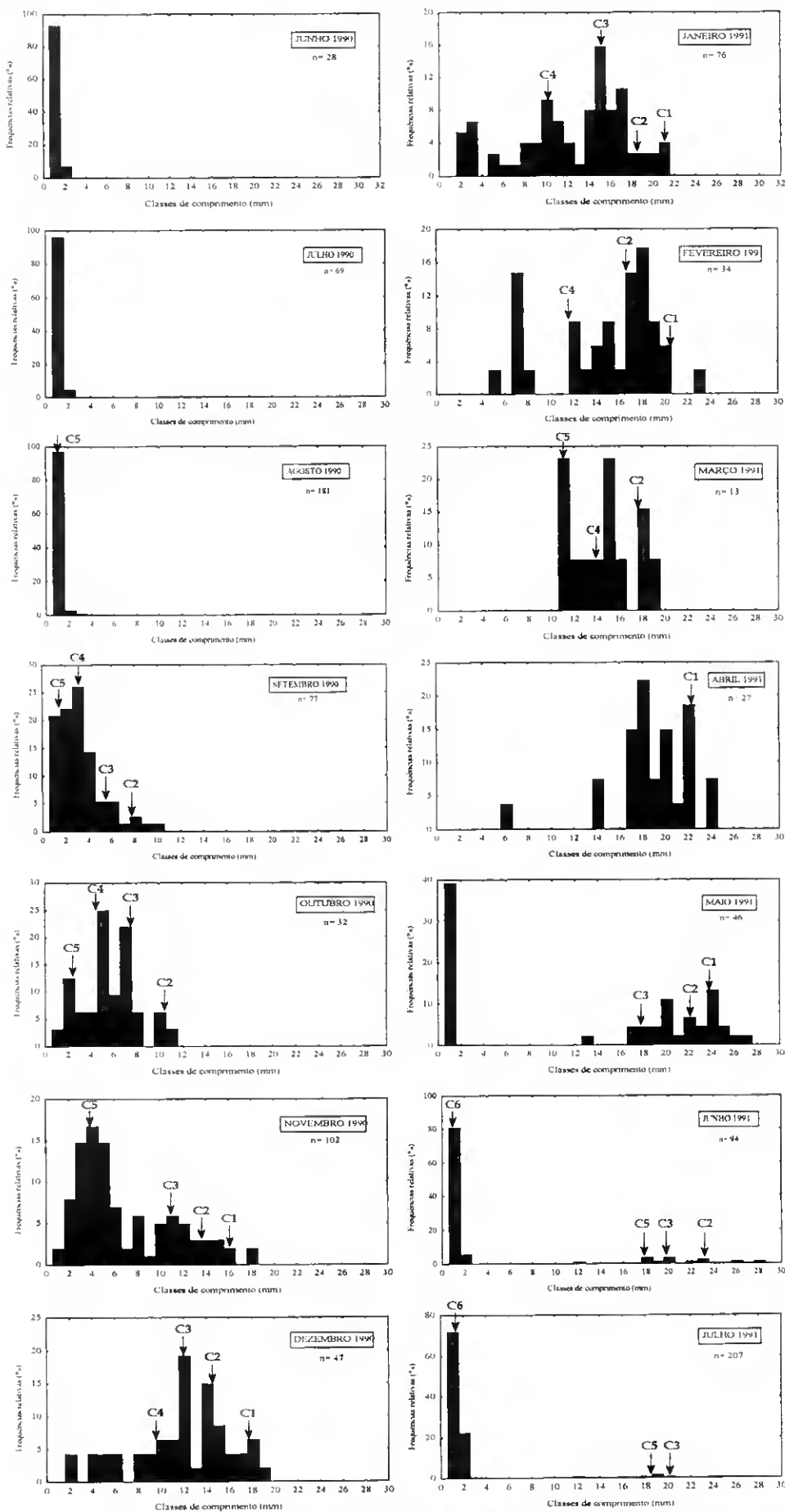
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *C. edule* fixadas nos colectores com substrato de areia.



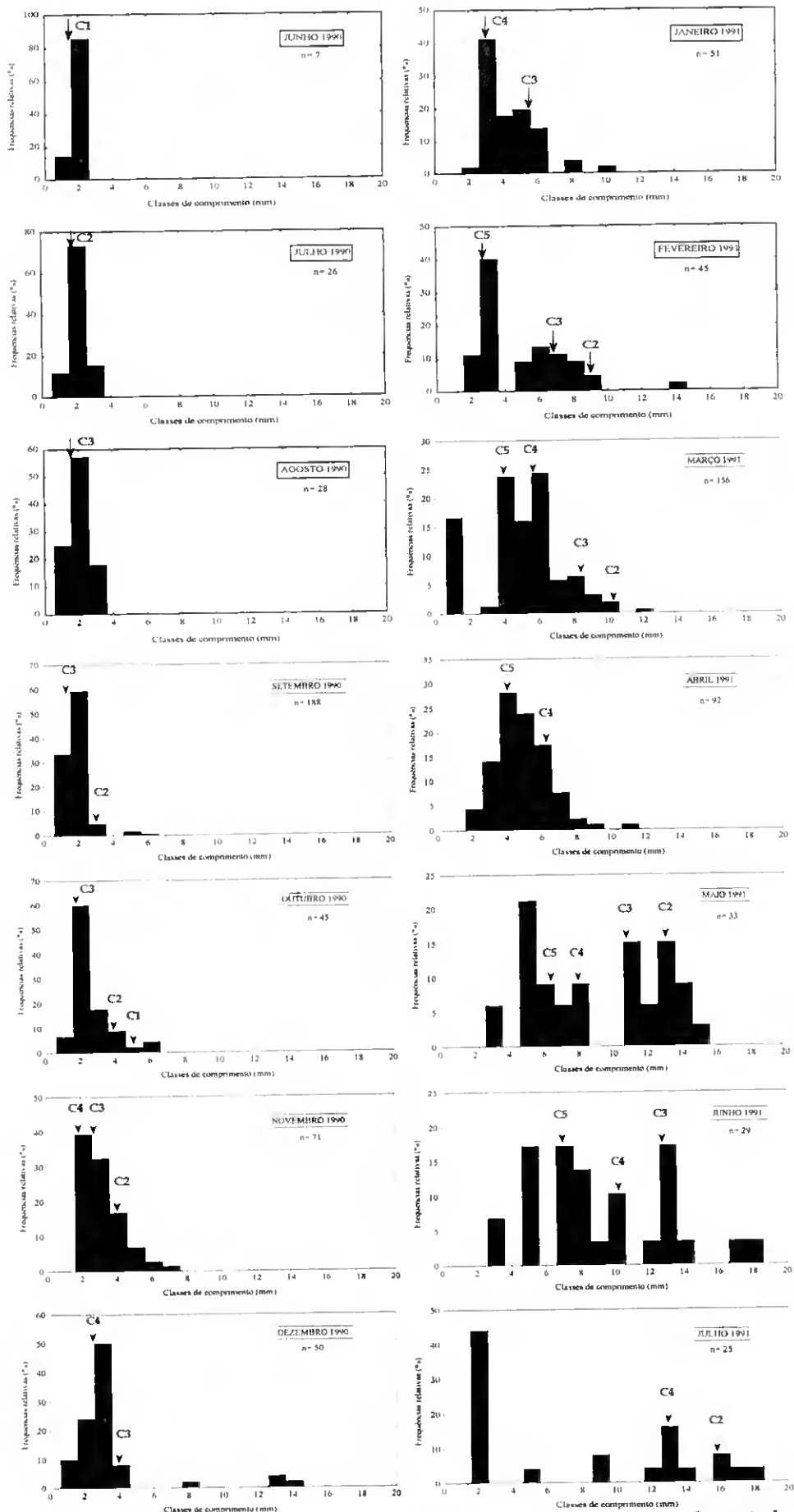
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *R. decussatus* fixadas nos colectores com substrato de areia.



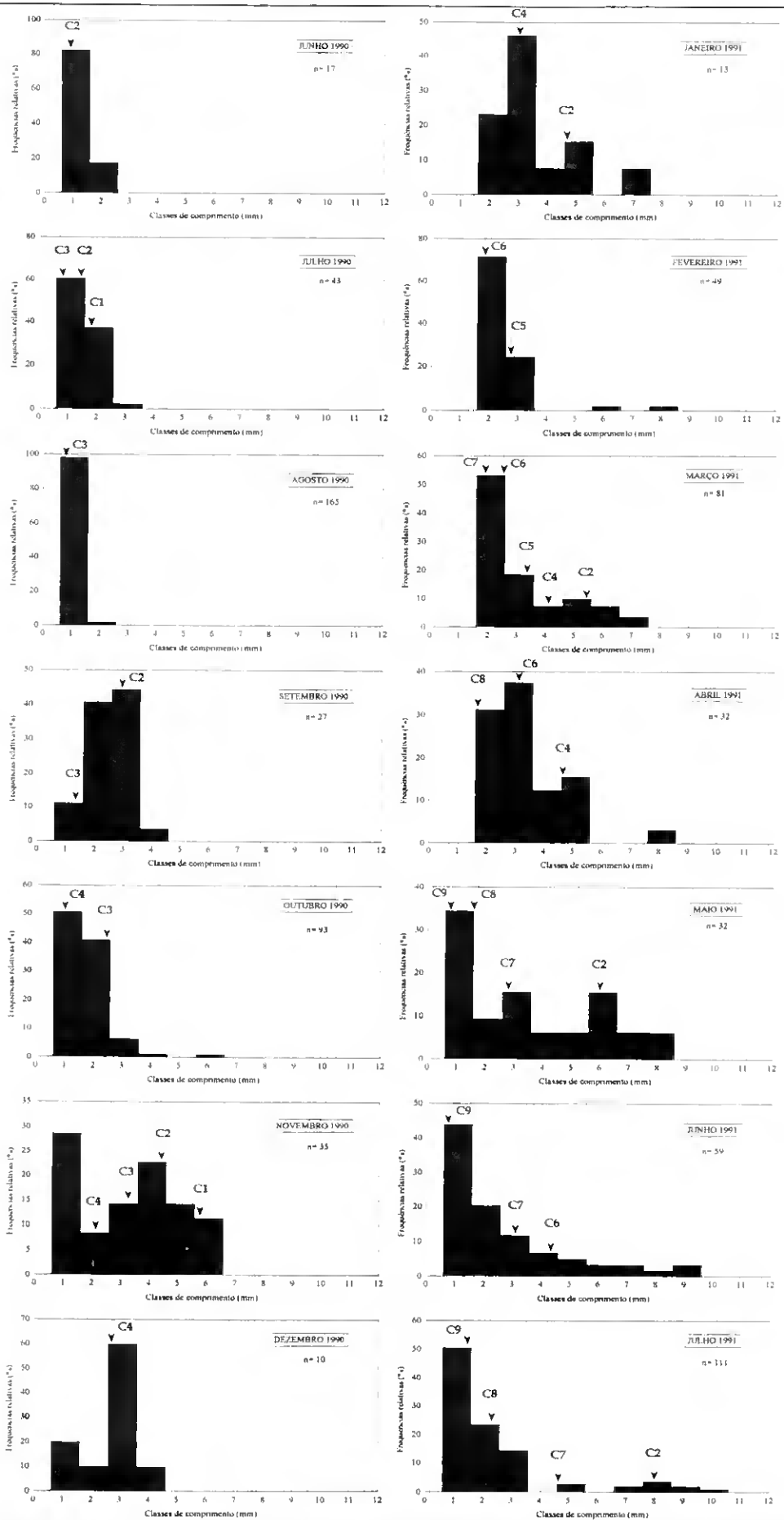
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *V. aurea* fixadas nos colectores com substrato de areia.



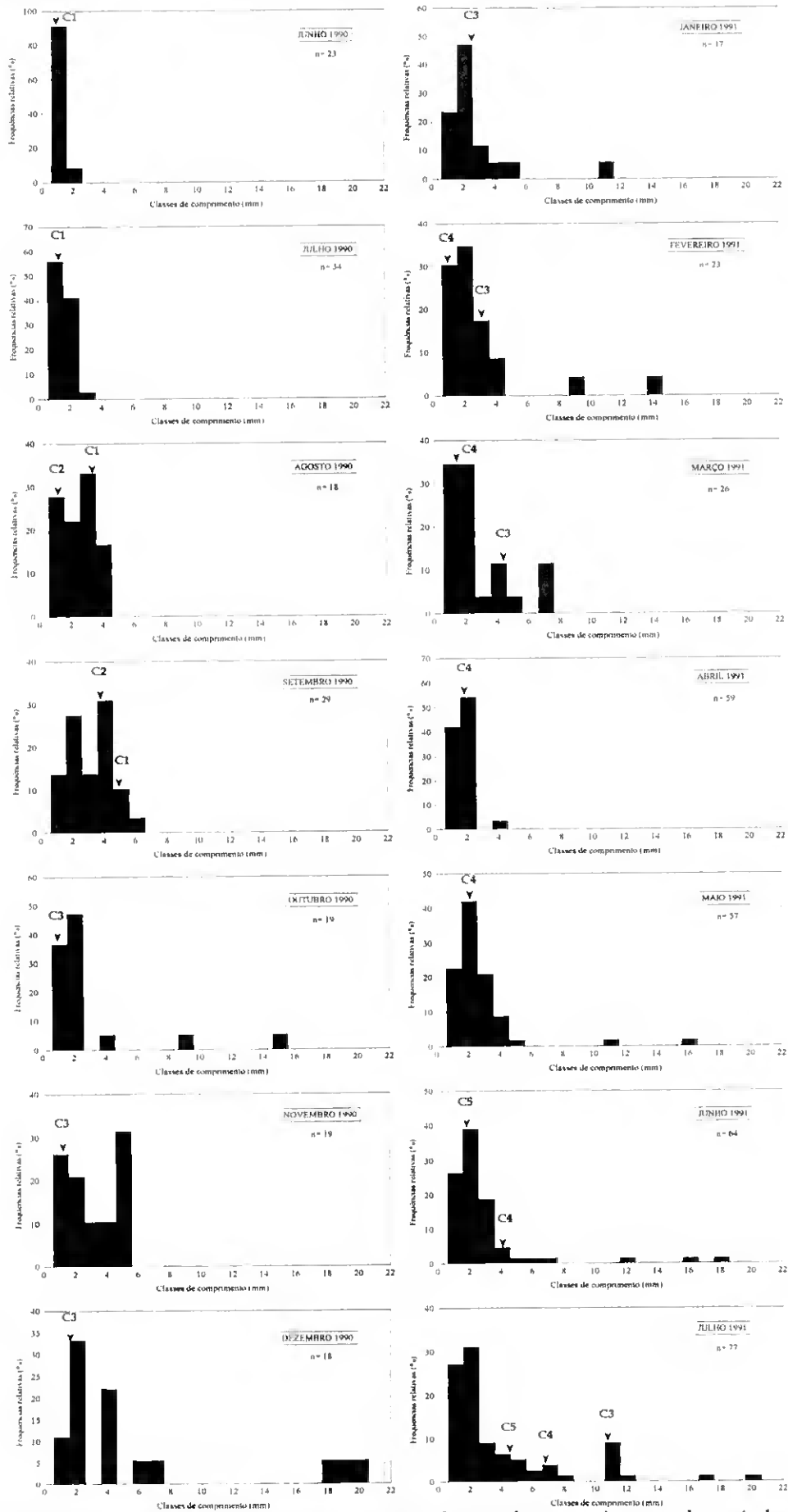
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *V. pullastra* fixadas nos colectores com substrato de areia.



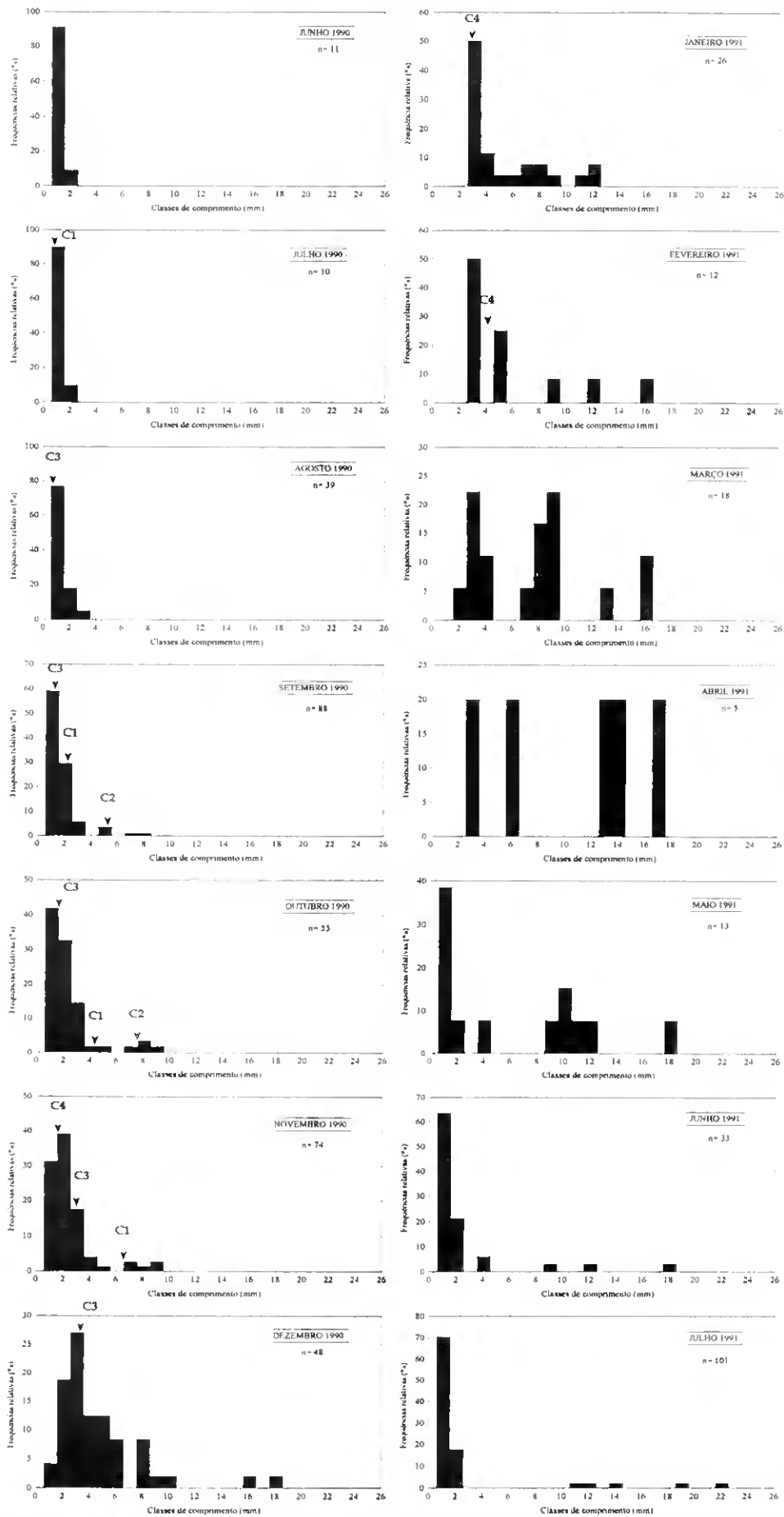
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *S. plana* fixadas nos colectores com substrato de areia.



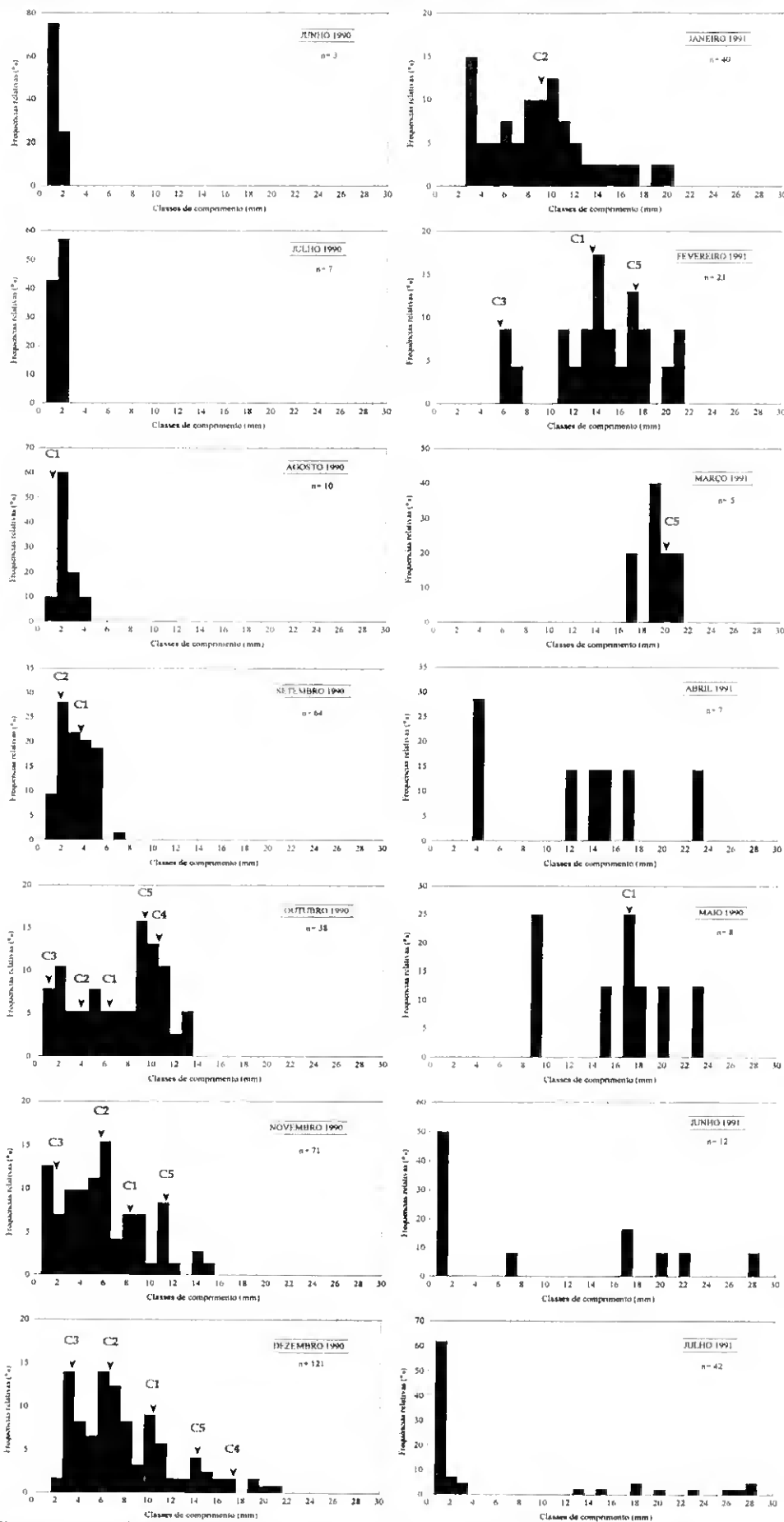
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *Abra ovata* fixadas nos colectores com substrato de areia.



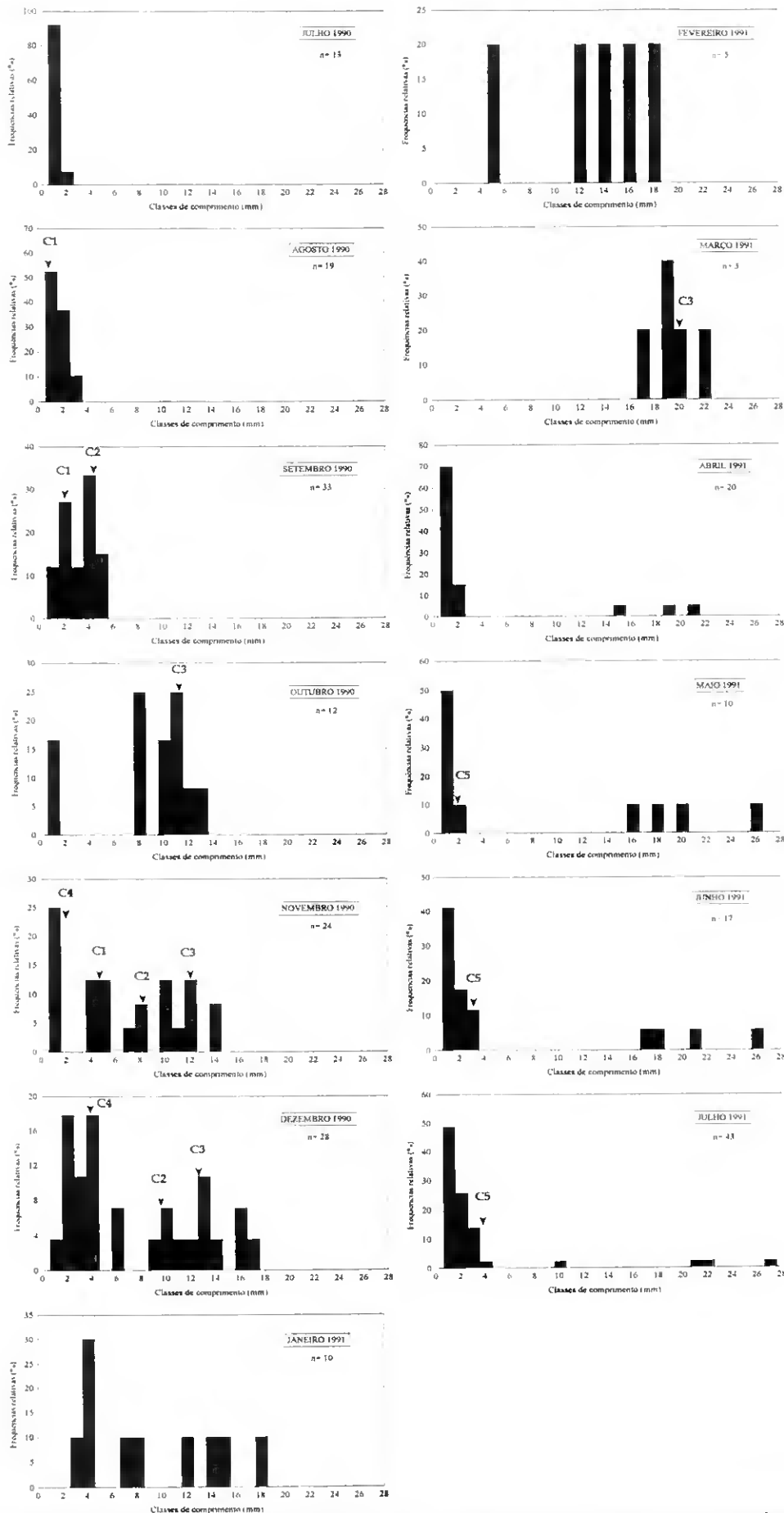
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *C. edule* fixadas nos colectores com substrato de vasa.



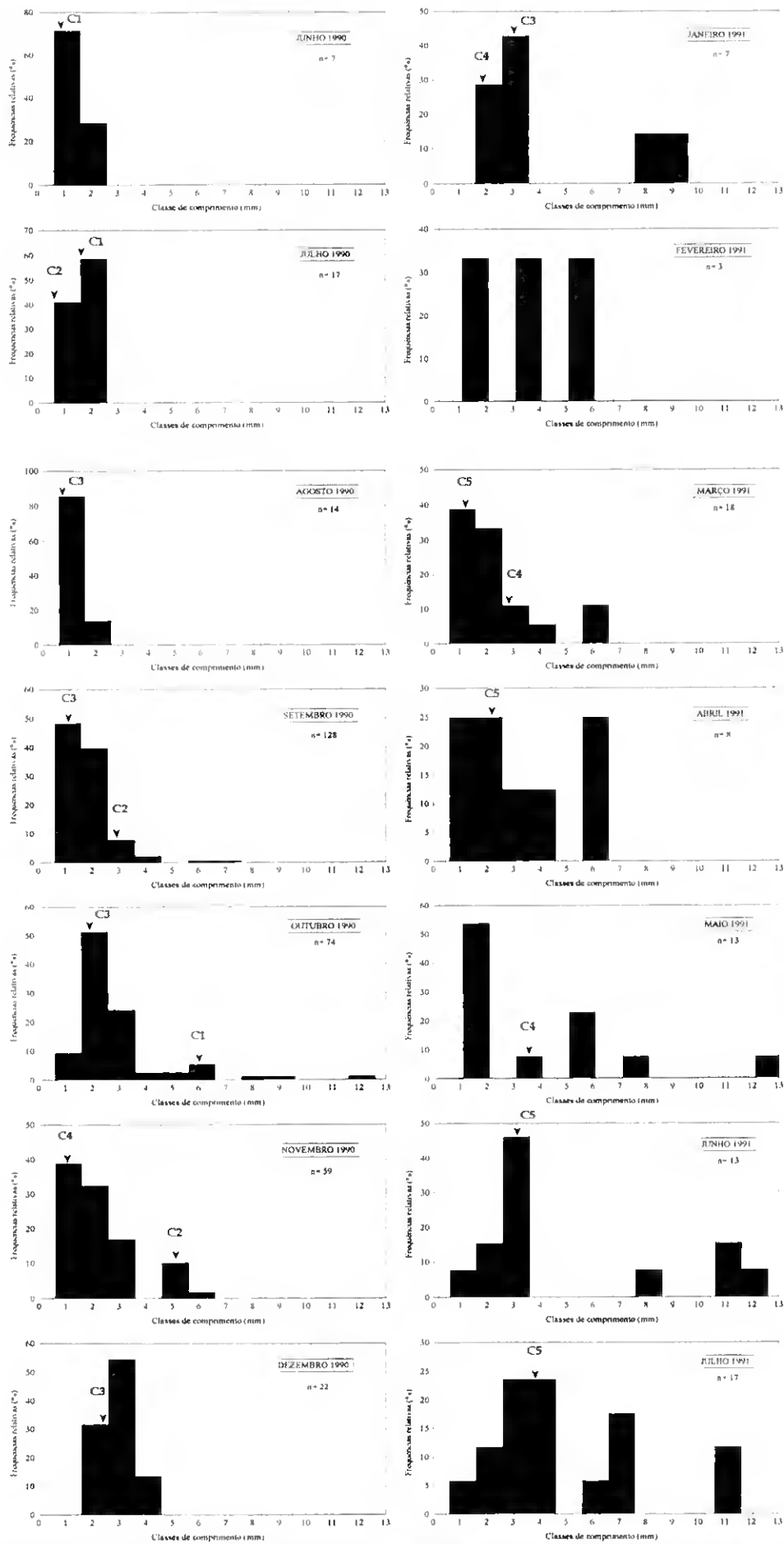
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *Ruditapes decussatus* fixadas nos coletores com vasa.



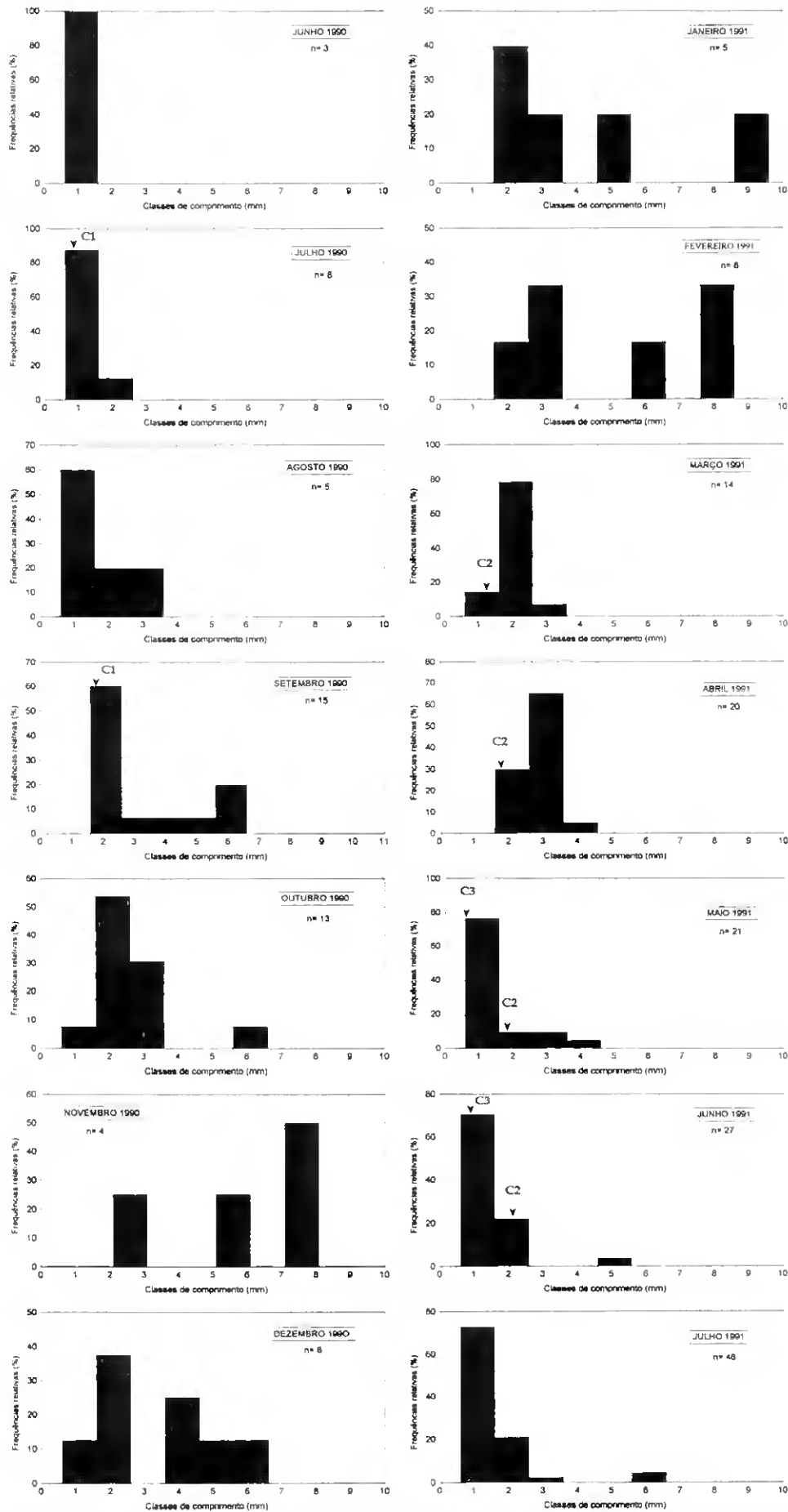
Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *V. aurea* fixadas nos colectores com substrato de vasa.



Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *V. pullastra* fixadas nos colectores com substrato de vasa.



Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *S. plana* fixadas nos colectores com substrato de vasa.



Histogramas das frequências relativas das classes de comprimento das pós-larvas de *A. ovata* fixadas nos colectores com substrato de vasa.

