

**ANA MANUEL PEREIRA DE ALMEIDA COSTA**

Assistente da Universidade de Évora

**BIO-ECOLOGIA DE *Cardium edule* (LINEU, 1767)  
E DE *Cardium glaucum* (BRUGUIÈRE, 1789)  
NOS ESTUÁRIOS DE ODECEIXE E DE ALJEZUR  
(SUDOESTE DE PORTUGAL)**

**ÉVORA  
1993**

**ANA MANUEL PEREIRA DE ALMEIDA COSTA**

Assistente da Universidade de Évora

**BIO-ECOLOGIA DE *Cardium edule* (LINEU, 1767)  
E DE *Cardium glaucum* (BRUGUIÈRE, 1789)  
NOS ESTUÁRIOS DE ODECEIXE E DE ALJEZUR  
(SUDOESTE DE PORTUGAL)**



169 700

Dissertação apresentada à  
Universidade de Évora  
para obtenção do grau de Doutor

**ÉVORA  
1993**

ao meu pai  
em memória dos  
longos dias de  
verão em que  
espreitávamos as  
poças da praia

## ÍNDICE

<b>1 - INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2 - CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES</b>	4
2.1 - MORFOLOGIA E TAXONOMIA	4
2.2 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	12
2.3 - BIÓTOPOS	16
2.3.1 - Substrato	16
2.3.2 - Batimetria	17
2.3.3 - Salinidade e Temperatura	18
2.3.4 - Oxigénio	20
2.4 - NUTRIÇÃO	21
2.5 - REPRODUÇÃO E RECRUTAMENTO	22
2.6 - PREDADORES	24
<b>3 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ESTUÁRIOS DE ODECEIXE E ALJEZUR</b>	
3.1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ENQUADRAMENTO GEOFÍSICO.	26
3.2 - CLIMATOLOGIA	30
3.3 - HIDROLOGIA	31
3.4 - SEDIMENTOLOGIA	32
3.5 - BREVE CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA BENTÓNICA	34
3.6 - BREVE CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA	34
<b>4 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ZONAS DE AMOSTRAGEM DE <i>Cardium</i></b>	
4.1 - PERÍODO DE AMOSTRAGEM	36
4.2 - METODOLOGIA	38
4.2.1 - Coluna de Água	38
4.2.2 - Sedimentos	40
4.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.3.1 - Coluna de Água	42
4.3.1.1 - Salinidade e temperatura	42
4.3.1.2 - Turbidez e seston	48
4.3.1.3 - Fitopigmentos e oxigénio dissolvido	50
4.3.1.4 - Nutrientes	53
4.3.2 - Sedimento	57
4.3.2.1 -	57
4.3.2.2 - Granulometria	61
4.3.2.3 - Fitopigmentos	63
4.4 - CONCLUSÕES	65
<b>5 - IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO</b>	
5.1 - MATERIAL E MÉTODOS	68
5.1.1 - Princípios Gerais da Electroforese	68
5.1.1.1 - Colheita e conservação das amostras	69
5.1.1.2 - Técnicas electroforéticas	70
5.1.2 - Estudos Morfológicos	71
5.1.2.1 - Características morfológicas	71
5.1.2.2 - Análise multivariada	74



5.2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
5.2.1 - Electroforese	76
5.2.2 - Caracteres morfológicos	79
5.3 - CONCLUSÕES	85
<b>6 - ANÁLISE POPULACIONAL</b>	
6.1 - MATERIAL E MÉTODOS	93
6.1.1 - Locais e Períodos de Amostragem	93
6.1.2 - Colheita e Tratamento das Amostras	96
6.1.3. - Tratamento dos Dados	97
6.1.3.1 - Padrão da Microdistribuição espacial	97
6.1.3.2 - Idade e Crescimento	99
6.1.3.3 - Índice de condição	103
6.1.3.4 - Mortalidade	105
6.1.3.5 - Produção	106
6.2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	107
6.2.1 - Densidade Populacional e Mortalidade	107
6.2.2 - Padrão de Microdistribuição Espacial	117
6.2.3 - Crescimento	123
6.2.3.1 - Crescimento alométrico	123
6.2.3.2 - Crescimento mensal	132
6.2.3.3 - Crescimento anual	144
6.2.4 - Biomassa	148
6.2.5 - Índice de Condição	154
6.2.6 - Produção	156
6.3 - CONCLUSÕES	161
<b>7 - REPRODUÇÃO</b>	
7.1 - MATERIAL E MÉTODOS	165
7.2 - RESULTADOS	171
7.2.1 - Cociente de Sexos	171
7.2.2 - Ciclo Reprodutivo	173
7.2.2.1 - <i>Cardium edule</i>	173
7.2.2.2 - <i>Cardium glaucum</i>	179
7.2.3 - Índice de Condição	184
7.2.4 - Análise do Ciclo Reprodutivo Face aos Parâmetros Físico-Químicos	186
7.3 - DISCUSSÃO	194
7.4 - CONCLUSÃO	209
<b>8 - NICHOS ECOLÓGICOS</b>	
8.1 - MATERIAL E MÉTODOS	211
8.1.1 - Nicho espacial	212
8.1.2 - Nicho trófico	214
8.2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	216
8.2.1 - Nicho espacial	216
8.2.2 - Nicho trófico	221
8.3 - CONCLUSÕES	225
<b>9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	226
<b>REFERÊNCIAS</b>	235

## Agradecimentos

Ao Prof. Doutor Luiz Saldanha que me apresentou/guiou pelo universo da Oceanografia Biológica e Ecologia Marinha, e possibilitou o desenvolvimento deste estudo no Laboratório Marítimo da Guia (F.C.L.) onde encontrei não só facilidades laboratoriais como um ambiente de trabalho estimulante. Aqui expresso o meu reconhecimento pelo seu apoio, orientação e estímulo.

Ao Prof. Eng. Eduardo Cruz de Carvalho que me acolheu no Departamento de Ecologia da Universidade de Évora e que com as suas soberbas conversas/aulas sobre o tema da Ecologia como processo englobalizante do conhecimento me enriqueceu científica e humanamente. Um abraço reconhecido.

Ao Prof. Eng. Tomás Moreira por todo o apoio demonstrado.

Aos numerosos colegas, companheiros de trabalho e amigos que me apoiaram e acompanharam no decorrer deste trabalho, nomeadamente Francisco Andrade, Orlando Luís, Filomena Magalhães, Pedro Duarte, Jesus Enrique Franco, Rita Fonseca, João Reis, Martinho Rangel, Miguel Wallenstein, Teresa Cruz, Maria Monteiro, Luís Narciso, Fátima Cairrão.

Ao António Nogueira pela prestável colaboração na utilização do seu programa Anamod.

Aos colegas de Departamento que me substituíram durante a dispensa de serviço.

Ao Instituto Nacional de Investigação Científica e à Direcção Geral da Qualidade do Ambiente que apoiaram financeiramente este trabalho.

À Embaixada de França em Portugal que me proporcionou o estágio com o Prof. Pierre Lubet e ao Instituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti que me permitiu frequentar o Summer School on Environmental Dynamics.

E por último aos amigos sem os quais este trabalho não existiria: João (Bernardo), Luís (Cancela da Fonseca), Margarida (Machado) e Margarida (Cristo), obrigado pelo muito que fizeram.

## 1 - INTRODUÇÃO

Os sistemas salobros litorais, estuários e lagunas, despertaram desde sempre o interesse da Humanidade, constituindo vias de navegação ou locais preferenciais para o desenvolvimento urbano e industrial, e são, por outro lado, utilizados como zonas de pesca e de cultivo de peixes, bivalves e crustáceos.

Consideram-se os estuários como uma importante fonte de alimento para os consumidores primários que se localizam, na sua grande maioria, no sedimento fazendo parte do povoamento bentónico (McLUSKY, 1981).

Entre os consumidores primários existentes nos sistemas salobros litorais sobressaiem os moluscos bivalves que desempenham um importante papel na estruturação da teia trófica do ecossistema e que constituem, sob o ponto de vista humano, um valioso recurso natural.

O estudo da bioecologia destes moluscos é de grande importância pois, deste modo, não só se tem acesso ao modo como o seu ciclo biológico se processa como se reconhecem interdependências entre as espécies e o meio. Estes dados contribuem, assim, para o aprofundamento do conhecimento sobre as espécies e, ao dar indicações sobre a sua inserção no ecossistema, permitem o entendimento de processos mais globais.

O objectivo do presente trabalho é o estudo da biologia e de aspectos da ecologia de duas espécies de lamelibrânquios do género *Cardium* (berbigão). Este estudo integra-se num estudo colectivo sobre os sistemas lagunares e "estuário-lagunares" da Costa Sudoeste de Portugal Continental que tem vindo a ser efectuado, desde 1984, por elementos do Departamento de Ecologia da Universidade de Évora e

do Laboratório Marítimo da Guia da Faculdade de Ciências de Lisboa, nomeadamente sobre as Lagoas de Santo André, Melides e Sancha (COSTA *et al.* , 1985; FONSECA, *et al.* , 1987; BERNARDO *et al.* , 1987; CANCELA DA FONSECA, 1989; CANCELA DA FONSECA *et al.* , 1989; BERNARDO, 1990) e os sistemas "estuarino-lagunares" de Odeceixe, Aljezur e Carrapateira (MAGALHÃES *et al.* , 1987; COSTA *et al.* , 1988; CRISTO *et al.* , 1989; COSTA *et al.* , 1990; DUARTE *et al.* , 1990).

Este estudo centra-se em *Cardium edule* e *Cardium glaucum* cujo reconhecimento como duas espécies válidas só foi efectuado em 1958 por HOPNER-PETERSEN. Regista-se, no entanto, ainda um certo cepticismo por parte de alguns investigadores relativamente a este reconhecimento. Os trabalhos desenvolvidos nas últimas décadas que abordam a fisiologia e ecologia destas espécies confirmam a sua existência como duas espécies distintas (RYGG, 1970; BOYDEN, 1971a; JELNES *et al.*, 1971; BROCK, 1978; 1979; 1980a; 1980b; 1987; ANSELL, 1981).

As dificuldades sentidas na distinção dos exemplares provenientes do Sudoeste de Portugal levaram à adopção de metodologias bioquímicas. Estas permitiram estabelecer um conjunto de características morfológicas que identificam as duas espécies para todo o litoral de Portugal.

O estudo bio-ecológico realizou-se nos sistemas estuarino-lagunares de Odeceixe e de Aljezur. Estes sistemas de pequenas dimensões onde ocorre, com alguma periodicidade, uma alternância entre uma fase lagunar e uma fase estuarina têm uma dimensão que facilita a compreensão dos processos dinâmicos e ecológicos. Este estudo reporta-se a um período em fase estuarina.

Os estudos, em número apreciável, sobre *Cardium edule* dizem respeito a quase toda a sua área de distribuição geográfica: Norte da Europa (BAGGERMAN, 1953; HOPNER-PETERSON, 1958; VAN URK, 1973; BROCK, 1979; MOLLER &

ROSENBERG, 1991) França (DUCROTOY *et al.* ,1987; DESPREZ *et al.* ,1987; GUILLOU *et al.* , 1990), Espanha (MEJUTO, 1984a, 1984b; SAAVEDRA-MARTIN, 1984; NAVARRO *et al.* , 1989), Portugal (VILELA, 1947; GORDO, 1982; MOREIRA, 1988). Os dados existentes para *Cardium glaucum* são relativos a populações estuarinas do Norte da Europa (HOPNER-PETERSON, 1958; TULKKI, 1961; RUSSELL, 1971; BOYDEN & RUSSELL, 1972; BARNES, 1973; BROCK, 1979; WOLOWICZ, 1984) e a populações lagunares mais ou menos isoladas do mar (IVELL, 1979a, 1979b; WOLOWICZ, 1987a; ZAOUALI, 1975a, 1975b, 1975c).

Justifica-se assim o estudo de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* nestes ecossistemas do Sudoeste de Portugal por se localizarem na zona intermédia da sua área de distribuição geográfica. O facto de, nestes sistemas, as populações das duas espécies se inserirem no mesmo tipo de habitat estuarino possibilita que se proceda a comparações da sua bio-ecologia.

Face ao carácter heterogéneo deste trabalho optou-se por apresentar em cada capítulo as metodologias adoptadas, especificando-as unicamente na primeira vez que são utilizadas ao longo do trabalho.

## 2 - CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

### 2.1 - MORFOLOGIA E TAXONOMIA

A grande variabilidade morfológica dos Cardiidae, cuja origem, genética ou ambiental, é muitas vezes difícil de reconhecer, leva a que existam incertezas na taxonomia das espécies.

*Cardium edule* Lineu, 1767, *Cardium glaucum* Bruguière, 1789 e *Cardium lamarcki* Reeve, 1845 foram durante muito tempo considerados ecótipos da mesma espécie ou variedades da mesma super-espécie - *Cardium edule* (LUBET, 1976).

O reconhecimento destas espécies, baseado em diferenças morfológicas da concha, tem vindo a ser efectuado por diversos autores (MARS, 1951; HOPNER-PETERSEN, 1958; POHLO, 1963; BOWDEN & HEPPEL, 1969; RUSSEL 1972; VAN URK, 1973; TEBBLE, 1976).

MARS (1951) considerou dois grupos distintos, *Cardium edule* e *Cardium glaucum*, sendo *Cardium lamarcki* uma das trinta e duas variedades desta última, e agrupando *Cardium edule* somente doze variedades.

HOPNER-PETERSEN (1958), que não refere o trabalho daquele autor, demonstrou, por seu lado, que *Cardium lamarcki* dos fiordes da Dinamarca não seria uma variedade salobra de *C. edule* mas sim uma espécie distinta.

BOWDEN & HEPPEL (1969) ao compararem exemplares de *C. glaucum* provenientes do Mediterrâneo e de *C. lamarcki* colhidos no Atlântico e Báltico concluíram que se trata de uma única espécie sendo *C. glaucum* o nome válido e passando *C. lamarcki* a sinonímia.

Ao mesmo tempo que se reconhecia a validade daquelas espécies, outros investigadores, nomeadamente EISMA (1965), FISCHER-PIETTE (1977) e LUBET (1984) continuaram a defender a existência de uma única espécie, muito polimórfica, *Cardium edule*, cujas formas dependeriam exclusivamente do meio ambiente.

Na década de setenta assiste-se ao desenvolvimento de trabalhos sobre a fisiologia e ecologia destes Cardiidae identificados de acordo com os caracteres morfológicos propostos por HOPNER-PETERSEN (*op. cit.*).

A abordagem do problema pela via da fisiologia tem permitido resolver esta longa polémica. Assim, pelo estudo do ciclo reprodutivo foi detectado ocorrer o isolamento reprodutivo em populações simpátricas de *C. edule* e *C. glaucum* (BOYDEN, 1971a) e estabeleceram-se diferenças comportamentais e fisiológicas entre as duas espécies (RYGG, 1970; BOYDEN, 1972; BROCK 1979, 1980a, 1980b, 1987; ANSELL, 1981)

A hipótese de estarmos de facto perante duas espécies válidas foi reforçada pela análise electroforética de alguns sistemas enzimáticos, nomeadamente esterases não específicas, desidrogenase do malato-MDH e aminopeptidase de leucina-LAP (JELNES *et al.*, 1971; BROCK, 1978; MACHADO & COSTA, 1992; *in press* )

Estudos sobre as relações genéticas entre populações de *Cardium* spp. originárias de diversas áreas geográficas (BROCK, 1987; BROCK & CHRISTINSEN 1989), confirmam, sem dúvida *C. edule*, como espécie distinta do complexo *C. glaucum-C. lamarcki*. As diferenças encontradas para o complexo não permitem uma nítida separação em duas espécies. *C. glaucum* e *C. lamarcki* serão formas conspecíficas.

De acordo com a Teoria de Divergência de Caracteres, *C. glaucum* será a forma alopátrica e *C. lamarcki* a forma simpátrica do complexo relativamente a *C.*

*edule* . Efectivamente verificou-se que o maior distanciamento genético existe entre *C. lamarcki* e *C. edule* (BROCK & CHRISTINSEN 1989).

Aqueles autores propõem ainda a utilização do nome *Cardium glaucum* para ambas as formas, visto este ter prioridade sobre *Cardium lamarcki* .

Segundo o sistema de classificação de BARNES (1987) a posição taxonómica destes Cardiidae é a seguinte:

CLASSE - Lamellibranchia

SUB-CLASSE - Heterodonta

ORDEM - Veneroidea

SUPER FAMÍLIA - Cardioidea Schweigger, 1820

FAMÍLIA - Cardiidae Schweigger, 1820

GÉNERO - *Cardium* Lineu, 1758

SUB GÉNERO - *Cerastoderma* Poli, 1795

As descrições de *C. edule* e *C. glaucum* que seguidamente se apresentam têm como base os trabalhos de NOBRE (1936), MARS (1951), VAN URK (1973) e TEBBLE (1976).

### *Cardium edule*

Apresenta concha sólida, equivalve, ligeiramente oblíqua. A forma é cordiforme. Os vértices do umbo são proeminentes, próximos e ligeiramente oblíquos. O bordo anterior é arredondado. O bordo posterior é obliquamente truncado, com tendência a suavizar-se com a idade. O bordo ventral é arqueado.

A escultura da concha é formada por 22-28 caneluras (costelas) radiais, largas e achatadas (na parte central da concha) separadas por espaços estreitos e ornamentadas



por escamas transversais pouco salientes e do tipo laminar. As escamas são mais nítidas na região anterior.

As caneluras são mais desenvolvidas na zona logo atrás do ligamento o que leva a que as valvas fechem a zona posterior da concha segundo uma linha ondulante.

O ligamento é externo, acastanhado, em forma de uma longa banda arqueada inserida atrás dos vértices do umbo, ocupando até  $2/3$  da parte posterior da charneira.

A charneira, do tipo heterodonte, apresenta na valva esquerda um dente cardinal central largo, muitas vezes rectangular, e um dente cardinal posterior comprido e estreito.

A fosseta central não é muito larga. A fosseta cardinal posterior é alongada, muitas vezes mais estreita do que a fosseta central. A fosseta cardinal anterior liga-se directamente à lateral anterior. A fosseta lateral posterior une-se com a fosseta ligamentar.

Os dentes laterais são ligeiramente truncados ou arredondados. O dente lateral posterior insere-se atrás do ligamento e é muito mais pequeno que o dente lateral anterior. Nos jovens os dois dentes laterais são quase iguais.

A valva direita apresenta o dente cardinal central alongado na base, mas mais pequeno que metade do ligamento. O dente cardinal anterior é pequeno sendo muitas vezes insignificante ou está fundido com a margem dorsal da concha.

A fosseta central é triangular, a fosseta posterior é alongada e a cardinal anterior praticamente inexistente. A fosseta do ligamento liga-se com a parte superior da fosseta lateral posterior sendo esta última muitas vezes diminuta ou inexistente.

Apresenta dois dentes laterais posteriores e dois dentes laterais anteriores. Os dentes laterais inferiores são truncados ou arredondados. No par anterior o dente

lateral superior é mais pequeno que o inferior, com sensivelmente o mesmo comprimento que o dente inferior do par posterior. O dente superior do par posterior, muito pequeno, pode estar fundido com a margem dorsal da concha.

O bordo da concha é crenulado entre a extremidade distal do par anterior de dentes laterais até à zona do par posterior de dentes laterais.

A concha, de cor branca ou ferruginosa, é pobremente revestida por perióstraco de cor amarelada ou esverdeada-acastanhada. O interior das valvas é branco com um par de manchas acastanhadas posteriores.

As marcas de inserção dos músculos adutores são sensivelmente iguais. A linha paleal não apresenta sinus.

Na parte interna da concha os sulcos correspondentes às caneluras externas prolongam-se um pouco pela concha em direcção ao umbo.

O comprimento dos exemplares raramente ultrapassa os 50 mm.

As conchas dos jovens de *C. edule* (1 a 2 cm) apresentam ligeiras diferenças das conchas dos adultos. Possuem concha fina; contorno da concha mais regular; ligamento relativamente mais pequeno; sulcos externos da concha relativamente mais largos e sulcos na parte interna da concha visíveis até ao umbo.

### *Cardium glaucum*

Apresenta concha pouco espessa, equivalve, oblíqua ligeiramente triangular. A forma é cordiforme. Os vértices do umbo são proeminentes, próximos e ligeiramente oblíquos. O bordo anterior é arredondado. O bordo posterior é direito junto ao bordo

dorsal e depois truncado obliquamente, aspecto comum a todos os estados de crescimento da concha. O bordo ventral é arqueado.

A escultura da concha é formada por 22-28 caneluras radiais, estreitas, de forma convexa, ornamentadas de um modo mais ou menos confuso por inúmeras escamas próximas umas das outras que se prolongam e unem nos sulcos entre as costelas o que dá um aspecto irregular à concha.

Na zona posterior da concha as caneluras atenuam-se o que leva a que a junção das valvas forme uma linha quase recta

O ligamento é externo, acastanhado, em forma de uma curta banda arqueada e proeminente inserida atrás dos vértices do umbo.

A charneira, do tipo heterodonte, apresenta na valva esquerda um dente cardinal central largo, muitas vezes triangular e um dente cardinal posterior comprido e estreito, muitas vezes paralelo à margem dorsal da concha. A fosseta central é larga. A fosseta cardinal posterior, quando presente, é só um esboço. A fosseta cardinal anterior está separada da fosseta lateral anterior por uma crista transversal. Uma pequena aresta separa a fosseta lateral posterior da fosseta ligamentar.

A valva direita apresenta o dente cardinal central basalmente alongado, com cerca de metade do comprimento do ligamento. O dente cardinal anterior, geralmente presente, é pequeno podendo ser alongado. A fosseta central é triangular e não muito larga.

A fosseta cardinal posterior é alongada e a cardinal anterior, quando presente, é estreita e linear. Entre a fosseta ligamentar e a fosseta lateral posterior existe uma pequena aresta.

Apresenta dois dentes laterais posteriores e dois dentes laterais anteriores. Os dentes laterais inferiores são ponteagudos. No par anterior o dente lateral superior é mais pequeno do que o inferior, com cerca de metade do comprimento do dente inferior do par posterior. O dente superior do par posterior é bem desenvolvido de comprimento sensivelmente igual ao dente superior do par anterior.

A concha apresenta cor castanha ou castanha clara, quase toda coberta por um perióstraco espesso e acastanhado. O interior das valvas é castanho, claro ou escuro, embora possa ser, ocasionalmente, branco.

A marca de inserção do músculo aductor posterior está localizada perto da zona terminal do dente lateral inferior. Não existe sinus paleal.

Na parte interna da concha os sulcos, correspondentes às caneluras externas, estendem-se desde a margem até ao umbo.

O comprimento máximo nunca é superior a 50 mm.

Os exemplares jovens não diferem muito dos adultos.

As características que permitem distinguir facilmente *C. edule* de *C. glaucum* são, segundo HOPNER-PETERSEN (1958), as seguintes:

- zona média da concha - em *C. edule* as caneluras são achatadas e apresentam pequenas escamas espaçadas entre si; em *C. glaucum* as caneluras têm um aspecto mais aguçado e possuem pequenas escamas constituídas por perióstraco, muito próximas umas das outras;

- zona posterior da concha - em *C. edule* as caneluras são pouco pronunciadas; em *C. glaucum* são praticamente inexistentes o que origina que a junção das valvas na zona dos sifões seja direita em *C. glaucum* e sinuosa em *C. edule* ;

- perióstraco - é pouco desenvolvido em *C. edule* contrariamente ao que sucede em *C. glaucum* onde é espesso e cobre quase 75% da superfície da concha;

- ligamento - a relação entre o comprimento do ligamento e a espessura da concha será a característica que melhor distingue as duas espécies *C. edule* apresenta um ligamento mais comprido e concha menos espessa que *C. glaucum*.

Segundo HOPNER-PETERSEN (1958) a separação entre as duas espécies, nos exemplares de maiores dimensões, é dada pela recta expressa pela equação:  $x = 3,5y + 2$  ( $x$  é a espessura da concha e  $y$  é o comprimento do ligamento medidos em mm). Para os exemplares da classe 0+ aquela razão é expressa pela equação:  $x = 4,3 y$ .

BROCK (1978) ao analisar este último caracter em indivíduos previamente identificados por métodos bioquímicos verificou a existência de pequenas diferenças na zona posterior das conchas estabelecendo um critério expedito para a determinação da espécie:

- na concha de *C. glaucum* a ligação entre a zona lateral convexa e a zona posterior côncava é muito acentuada formando-se como que um bordo,

- em *C. edule* essa discontinuidade não existe, excepto na zona dos vértices do umbo, sendo a concha uniformemente arredondada.

De um modo prático e objectivo poder-se-á diferenciar os dois tipos de concha colocando uma agulha transversalmente na extremidade da parte posterior do ligamento. Se a agulha tocar em dois pontos da concha será *C. glaucum* se só tocar num ponto será *C. edule* (BROCK, 1978) - FIG. 2.1.

Se quisermos expressar de um outro modo o anteriormente referido o ligamento será ou não visível (*C. edule* ou *C. glaucum* respectivamente) quando a concha é colocada de lado e em frente dos olhos do observador (BOYDEN & RUSSEL, 1972).

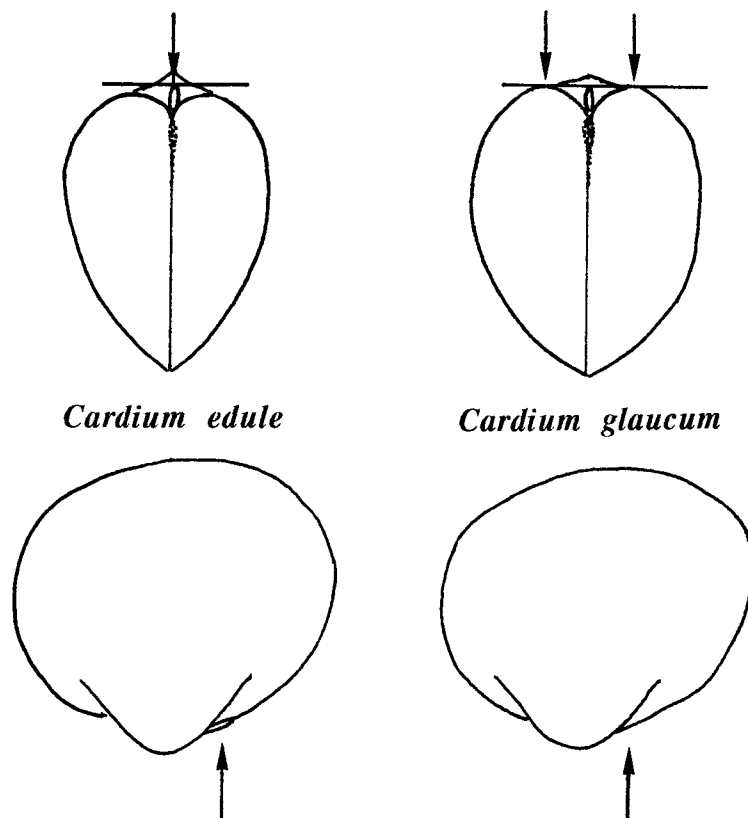


Fig. 2.1: Identificação das conchas de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* segundo o critério morfológico definido por BOYDEN & RUSSEL (1972) e por BROCK (1978).

## 2.2 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A distinção tardia e problemática destas duas espécies levou a que inicialmente se confundissem as suas áreas de distribuição.

Em 1972 RUSSEL procedeu a uma revisão do assunto definindo as áreas de distribuição para cada uma das espécies.

*C. edule* localiza-se de um modo contínuo numa vasta área que vai desde a zona ocidental do Mar de Barents até à África Central - Mauritânia.

A presença de marés lunissolares será o factor limitante essencial à distribuição de *C. edule* não podendo existir nalguns locais nomeadamente na zona mais interior do Mar Báltico e no Mar Mediterrâneo.

A referência desta espécie para as costas de Portugal data de NOBRE (1932;1936) que a considerou muito comum tanto no litoral ocidental como no meridional, encontrando-se em todas as barras de rios , lagoas e estuários. Este autor refere uma única variedade, var. *rustica* , que corresponderia aos exemplares mais grosseiros.

*C. glaucum* (= *lamarcki* ) apresenta no hemisfério Norte uma distribuição descontínua (RUSSEL 1971; TEEBLE 1976) tendo sido referenciado para o Mar Mediterrâneo: na Tunísia (ZAOUALI, 1974a, 1977); em Itália (IVELL, 1979b); em França (RUSSEL, 1972b; GUELORGET & MAZOYER-MAYÈRE, 1983); para o Mar Báltico onde se distribui de um modo contínuo até à Finlândia (TULKKI, 1961; MUUS, 1967; RUSSEL, 1972b; BROCK, 1980a WOLOWICZ, 1987a), estando limitado pela isohalina dos 4,5‰ (KOLI, 1964 *in* WOLOWICZ, 1987a), e para as costas atlânticas da Europa: na Noruega (RYGG, 1970), na Dinamarca (HOPNER-PETERSEN, 1958; BROCK, 1979); na Holanda (VAN URK, 1973); na Inglaterra (BOYDEN & RUSSEL 1972; BARNES 1973; IVELL, 1979a); em França (LABOURG & LASSERRE, 1980); em Espanha (LLOVO *et al*, 1984). Nos mares Negro, Cáspio e Aral esta espécie distribui-se de um modo contínuo (RUSSEL, 1971).

Para Portugal a primeira referência a *C. glaucum* é de CANÁRIO & ANDRADE (1984) que ao analisarem exemplares de *Cardium spp* . provenientes de dois biótopos na Ria Formosa - Faro, detectaram a presença das duas espécies. Posteriormente *C. lamarcki* foi assinalado no Rio Mira (ANDRADE, 1986) e em salinas na Ria Formosa (GAMITO, 1989).

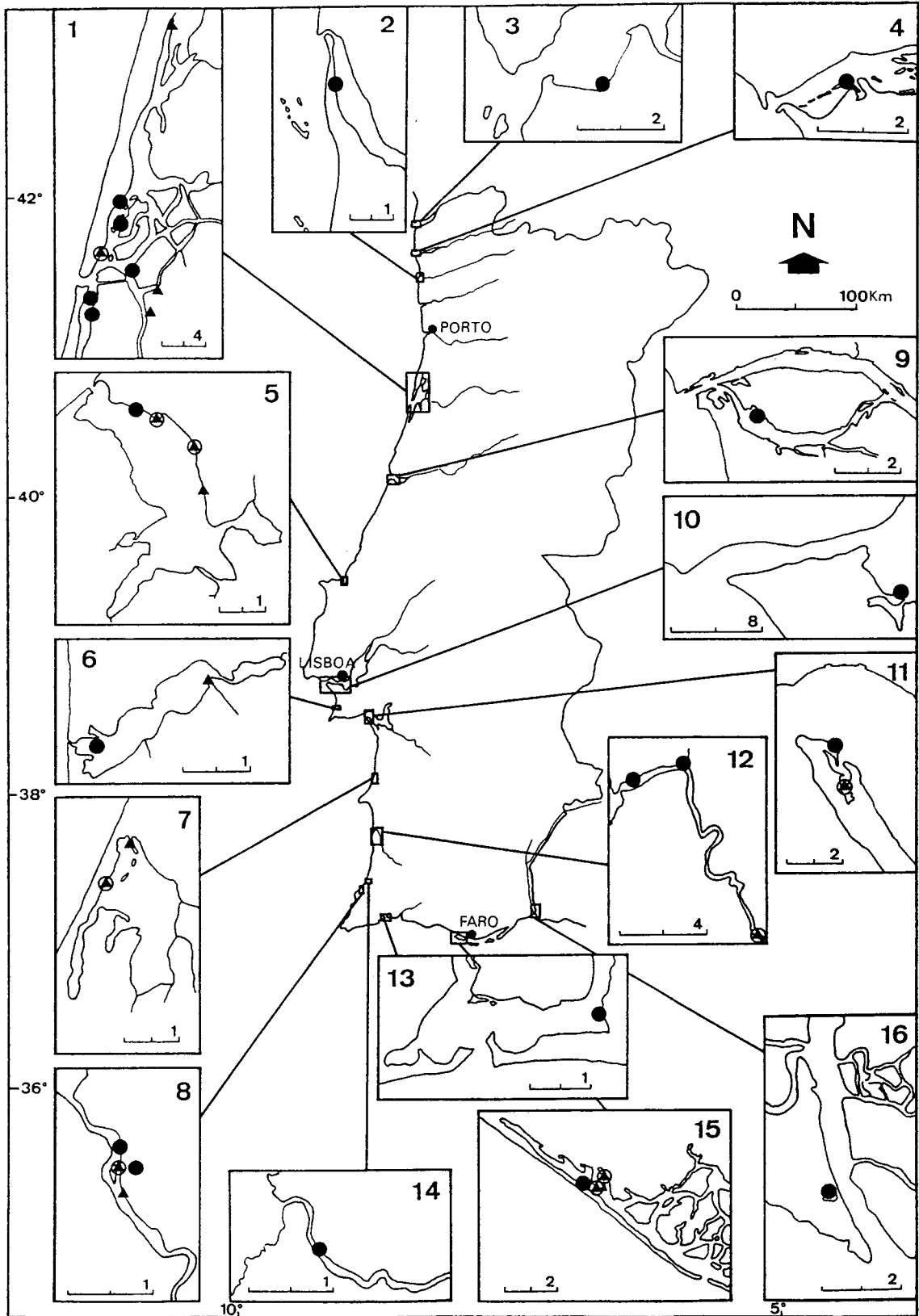


Fig. 2.2: Distribuição ao longo do litoral de Portugal de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* : 1- Ria de Aveiro; 2- Rio Cávado; 3- Rio Minho; 4- Rio Lima; 5- Lagoa de Óbidos; 6- Lagoa de Albufeira; 7- Lagoa de Santo André; 8- Ribeira de Aljezur; 9- Rio Mondego; 10- Rio Tejo; 11- Rio Sado; 12- Rio Mira; 13- Ria de Alvor; 14- Ribeira de Odeceixe; 15- Ria Formosa; 16- Rio Guadiana. A escala é em Km e os símbolos representam: (●) *C. edule*, (▲) *C. glaucum*, (⊙) *C. edule* e *C. glaucum*, (⊙) indica a existência das duas espécies em diferentes períodos de amostragem. (adaptado de MACHADO & COSTA, 1993)



Os trabalhos desenvolvidos por MACHADO & COSTA (1992; in press) permitiram aprofundar o conhecimento sobre a distribuição destas espécies no litoral português.

A presença de *Cardium edule* é contínua ao contrário de *Cardium glaucum* que ocorre nos meios lagunares (Lagoa de Óbidos, Lagoa de Albufeira e Lagoa de Santo André, nas rias de Aveiro e Faro-Olhão) e nos estuários a sul do rio Tejo (Sado, Mira e Aljezur) podendo, ou não, formar populações mistas com *Cardium edule* (FIG.2.2).

Do que tem vindo a ser exposto ressalta que:

- podemos encontrar por toda a Europa *C. edule* e *C. glaucum* (=lamarcki) numa situação de alopatria;

- *C. edule* existe ao longo do litoral de todo o Atlântico Oriental desde a Mauritânia até à Noruega;

- *C. glaucum* localiza-se nas zonas litorais dos mares Mediterrâneo, Cáspio, Negro, Azov e do Báltico Oriental;

- populações simpátricas destas duas espécies são comuns não só nas zonas costeiras do norte da Europa (Inglaterra, Dinamarca, Suécia e Noruega) mas também em Portugal.

*Cardium edule* é considerada como a espécie mãe que deu origem às outras formas. De acordo com os dados geológicos foi no fim do Miocénio que *C. glaucum* começou a evoluir separadamente de *C. edule* em consequência do isolamento do Mediterrâneo e o consequente aumento de salinidade. A abertura do Estreito de Gibraltar, restabelecendo a ligação com o Atlântico, possibilitou a expansão de *C. glaucum* pelas costas atlânticas, incluindo as Ilhas Britânicas, o Mar Báltico e parte

das costas da Noruega Ocidental. Por sua vez *C. edule* não conseguiu colonizar o Mediterrâneo (RYGG, 1970; LE PENNEC, 1985; BROCK & CHRISTENSEN, 1989).

BROCK & CHRISTIANSEN (1989) ao discutirem o complexo *C. glaucum*-*C. lamarcki* levantam a hipótese da existência de um continuum de ecótipos entre o Mediterrâneo e as costas do Báltico, sendo o mediterrânico *C. glaucum* a forma mais antiga e *C. lamarcki* a forma de evolução mais recente.

### 2.3 - BIÓTOPOS

*Cardium edule* e *Cardium glaucum* são, como já foi referido, espécies crípticas com o mesmo número de cromossomas, que podem ou não formar populações mistas.

A detecção de diferenças nos seus nichos ecológicos tem vindo a ser objecto de vários trabalhos (MUUS, 1967; ; RYGG, 1970; BOYDEN & RUSSEL, 1972; KOULMAN & WOLFF, 1977; BROCK, 1979; 1980b, 1980c; LABOURG & LASSERRE, 1980).

Uma breve revisão relativa às exigências específicas destes bivalves no que respeita aos parâmetros mais importantes do meio é seguidamente apresentada.

#### 2.3.1 - Substrato

Estes moluscos fixam-se preferencialmente em locais de sedimento arenoso estável. *Cardium edule* prefere zonas de areia média-fina com menos de 25% de silte (LAMBERT, 1945; DUCROTOY *et al.* 1987a, 1987b).

Segundo PÉRÈS & PICARD (1964) nas zonas mediterrânica e atlântica o conjunto de *Cardium edule*, *Abra ovata* e *Scrobicularia plana* caracteriza a Biocenose Lagunar Euritérmica e Eurialina.

*Cardium glaucum* pode aparecer em todo o tipo de sedimento excepto vasa negra (MUUS;1967), aumentando a sua densidade com a elevação da granulometria (RUSSEL,1972b).

Os indivíduos tanto de uma espécie como de outra podem-se enterrar deixando os sifões à superfície do sedimento.

*C. glaucum* demonstra possuir menor mobilidade e menor capacidade de se enterrar do que *C. edule* o que provoca a sua ausência dos sedimentos arenosos muito móveis e consequentemente com pouca capacidade de retenção (BROCK,1970).

### 2.3.2 - Batimetria

*Cardium edule* localiza-se litoral ou sublitoralmente em zonas estuarinas que apresentem correntes de maré.

*Cardium glaucum* prefere estar imerso em zonas lagunares não suportando a acção das ondas.

De um modo geral os autores estão de acordo com RUSSEL (1972b) e RUSSEL & PETERSEN (1973) que consideram que *Cardium edule* vive em zonas de maior amplitude de maré (>0,2m) do que *Cardium glaucum*.

A pouca tolerância de *C. edule* face à estagnação da água seria explicada pela necessidade da existência de uma circulação intensa que removesse alguns

metabolitos destes bivalves, cuja produção aumentaria com a temperatura (RUSSEL & PETERSEN 1973).

Segundo vários autores (RUSSEL, 1972b; KOULMAN & WOLFF, 1977) *C. glaucum* não ocorreria em zonas muito expostas ao ar. Esta hipótese foi contrariada pelas observações de BROCK (1979) no litoral da Dinamarca. Aí *C. edule* pode ser encontrado em zonas com menos de 0,1m de amplitude de maré e *C. glaucum* em locais grandemente influenciados pela maré, facto que já BARNES (1973) tinha observado no litoral inglês.

BOYDEN & RUSSEL (1972) sugerem que a influência da exposição às ondas e ao ar será muito mais importante na fixação das larvas de *C. glaucum* do que propriamente nos adultos.

### 2.3.3 - Salinidade e Temperatura

Nenhuma das espécies em questão parece ter a sua distribuição limitada exclusivamente pela temperatura ou pela salinidade, podendo ser consideradas como euritéricas e eurihalinas.

*Cardium edule* prefere ambientes marinhos e/ou estuarinos com corrente. Normalmente não existe em zonas com salinidade inferior a 15‰ e superiores a 35‰ (MUUS, 1967; BOYDEN & RUSSEL, 1972; BARNES, 1980). Em laboratório consegue sobreviver em salinidades inferiores: 9‰ (RYGG, 1970); 11‰ (KINGSTON, 1974a) e 12,5‰ (RUSSEL & PETERSEN, 1973).

*Cardium glaucum* localiza-se em zonas de maior amplitude salina. Na natureza a salinidade mais baixa referenciada para esta espécie é de 5‰ (KOLI, 1961 in MUUS, 1967) e a mais elevada cerca de 60‰ (MUUS, 1967).

Experimentalmente a tolerância de *Cardium glaucum* à salinidade varia na razão inversa do aumento da temperatura. Os 5‰ parecem ser um limite pois as experiências de sobrevivência a esta salinidade entre os 4°C aos 14°C de temperatura não tiveram sucesso (PERSSON, 1984). Estas observações estão de acordo com KINNE (1970) que é de opinião que os valores de 5-8‰ são uma importante fronteira ecofisiológica para o sucesso de muitas espécies aquáticas.

*Cardium glaucum* ao distribuir-se preferencialmente por zonas com vegetação e água mais ou menos estagnada, isto é, locais onde a temperatura da água sofre grandes variações diárias e sazonais, demonstra ter grande tolerância tanto às altas como às baixas temperaturas (0-25°C) o que lhe permite ter sucesso tanto no Mar Báltico como no Mar Mediterrâneo (BROCK & KOFOED, 1987).

Nos processos reprodutivos também se assinalam algumas diferenças nas temperaturas críticas, nomeadamente no que respeita à emissão de gâmetas: *C. glaucum* parece necessitar de uma temperatura mais elevada (20°C) do que *C. edule* (13°C) (BARNES, 1980).

*C. glaucum* apresenta, no geral, uma tolerância à temperatura ligeiramente superior à de *C. edule* o que será uma consequência da sua origem meridional (ANSELL *et al.*, 1981).

A velocidade com que os berbigões se enterram no sedimento também é afectada pela temperatura. As experiências de GIMAZANE (1972) com *C. edule* mostram que 60% da amostra se encontra enterrada no sedimento ao fim de 1 hora à temperatura de 10°C, verificando-se que um aumento da temperatura para 20°C implica um incremento no número de exemplares enterrados no sedimento (89%). Esta resposta será uma adaptação desta espécie à emersão das zonas intertidais onde se localiza. O aumento de temperatura da água quando se inicia a maré-vazia provoca

uma intensificação dos processos de enterramento o que lhe permite tanto a fuga aos predadores como a protecção à dessecação.

*C. glaucum* não apresenta grande capacidade para se enterrar fundo no sedimento (BOYDEN & RUSSEL, 1972).

Os jovens de ambas as espécies têm respostas mais rápidas, em termos de enterramento, às variações de temperatura do que os adultos (GIMAZANE, 1972; BARNES, 1980)

#### 2.3.4 - Oxigénio

*Cardium edule* está bem adaptado a sobreviver à emersão porque apresenta a capacidade de respirar ar atmosférico. *Cardium glaucum* quando imerso tem uma taxa respiratória ligeiramente inferior à estabelecida para *Cardium edule* e não tem capacidade de utilizar o oxigénio atmosférico quando emerso (BOYDEN, 1972).

As duas espécies toleram condições de anóxia enveredando por processos anaeróbicos de respiração. *C. glaucum* parece ser ligeiramente mais tolerante à anóxia do que *C. edule* (BOYDEN, 1972).

As taxas respiratórias variam muito de indivíduo para indivíduo e não existe uma relação directa com a dimensão; são, no entanto, bastante semelhantes para as duas espécies (BOYDEN, 1972; BROCK & KOFOED, 1987). Nota-se uma tendência de *C. edule* para consumir oxigénio a uma taxa superior, mesmo em condições de jejum, facto que denota um consumo energético mais elevado nesta espécie (BOYDEN, 1972; BROCK, 1979; BROCK & KOFOED, 1987).

BROCK & KOFOED (1987) obtiveram para *C. edule* uma taxa respiratória de 3517 $\mu$ g oxigénio / g PS x hora e para *C. glaucum* 2946 $\mu$ g oxigénio / g PS x hora no intervalo de 4-24°C.

*C. glaucum* possui uma maior tolerância a vários factores (salinidade, temperatura, oxigénio) para além de suportar melhor os constrangimentos dos ambientes instáveis (BROCK, 1980).

## 2.4 - NUTRIÇÃO

Tanto *C. edule* como *C. glaucum* são considerados como organismos suspensívoros que consomem essencialmente fitoplankton (HOPNER-PETERSEN, 1958; MUUS, 1967). *C. edule* alimenta-se de partículas dentro do intervalo de 2-10 µm de diâmetro (MOHLENBERG & RIISGARD, 1978).

Alguns autores indicam que a microflora bentónica, quando há ressuspensão do sedimento, poderá constituir um importante contributo na alimentação destes bivalves (IVELL, 1981; LOO & ROSENBERG, 1989; SWANBER, 1991). MUUS (1967) já tinha assinalado que nos estuários e lagoas dinamarquesas, onde há escassez de fitoplankton, os estômagos de *Cardium* continham grande número de diatomáceas pinuladas típicas do microfitobentos.

BROCK (1979) constata que estas duas espécies reagem diferentemente à disponibilidade do alimento. *C. edule* evita locais onde não existe um fluxo mais ou menos contínuo de alimento. *C. glaucum* ao localizar-se em zonas de macrófitos, locais onde geralmente existe pouco fitoplankton na coluna de água, demonstra poder explorar as fracas capacidades tróficas destes ambientes. A capacidade que os exemplares desta espécie apresentam para subir ao longo dos caules dos macrófitos e aí ficarem suspensos por intermédio do bissus, permite-lhes ter acesso à camada superficial de água onde há mais luminosidade e corrente e maior quantidade de alimento (BROCK, 1979; BARNES, 1980).

BROCK & KOFOED (1987) concluíram das suas experiências que estes berbigões apresentam diferentes eficiências de irrigação sendo este parâmetro definido como o volume de água filtrado por cada unidade de oxigénio consumido ( $\text{ml H}_2\text{O} \times \mu\text{g O}_2^{-1}$ ). Estas taxas dentro da mesma espécie variam com a temperatura. *C. edule* responde melhor às temperaturas baixas enquanto que *C. glaucum*, apesar de mostrar adaptabilidade tanto às baixas como às altas temperaturas, demonstra preferência por estas últimas.

## 2.5 - REPRODUÇÃO E RECRUTAMENTO

Estes Cardiidae são gonocóricos e apresentam, anualmente, uma curta fase de reprodução activa seguida de um longo período de repouso sexual (LUBET, 1976). Estes dois períodos correspondem, respectivamente, à Primavera e ao Outono-Inverno (cf. CAP.7).

As semelhanças nos ciclos reprodutivos destas duas espécies, nomeadamente a sobreposição da época de postura levanta a hipótese da existência de híbridos. Esta hipótese parece ser reforçada pela observação de indivíduos com características morfológicas intermédias. No entanto a utilização de critérios bioquímicos (electroforese) na identificação dos exemplares demonstrou que não existem híbridos nas populações naturais mistas (BROCK, 1978, 1979, 1980a, 1980b; MACHADO & COSTA 1992, *in press*)

BOYDEN (1972) e KINGSTON (1973) consideraram ter obtido híbridos, em laboratório, só que tanto os jovens como os progenitores foram identificados exclusivamente pelas características morfológicas havendo assim a possibilidade de não ter ocorrido, de facto, hibridização. De encontro a esta suposição, BROCK (1982), ao proceder a análises electroforéticas de animais provenientes de uma



supostamente bem sucedida experiência de hibridização, verificou que tanto os adultos como os jovens estavam mal identificados.

RYGG (1970) detectou diferenças nítidas nos espermatozóides destas espécies. A cabeça espiralada do espermatozóide de *C. glaucum* apresenta 4 ondulações e tem cerca de 1/5 do comprimento da cauda. *C. edule* apresenta somente 2 ondulações na cabeça espiralada que tem 1/7 do comprimento da cauda do espermatozóide. Adicionalmente verificou-se existir uma diferença no diâmetro dos óvulos das duas espécies - *C. edule* com 50 $\mu$ m e *C. glaucum* com 65 $\pm$ 6 $\mu$ m (VON OERTZEN, 1972) ou 86 $\mu$ m (WOLOWICZ, 1987b, 1987c). Poderão aquelas diferenças morfológicas dos gâmetas inviabilizar a existência de híbridos nas populações naturais?

Nestas espécies, como na maioria dos bivalves, a fecundação é externa. A larva, fitoplanctonófaga, tem uma fase pelágica de duas a quatro semanas.

Segundo WOLOWICZ (1987b, 1987c) a vida larvar de *C. glaucum* tem a duração de quatro semanas, dando-se a metamorfose - passagem da velígera para a fase bentônica - por volta dos 189,8 $\pm$ 12,9  $\mu$ m de comprimento. Seis semanas após a fertilização os bivalves têm um comprimento médio de 320  $\mu$ m e a superfície da concha já apresenta a ornamentação típica dos Cardiidae.

As larvas podem fixar-se em vários tipos de sedimento. As larvas de *C. edule* pós-metamorfose localizam-se preferencialmente em zonas de areia com pouca corrente e abrigadas do vento (BAGGERMAN, 1953). Ainda segundo as observações deste autor os juvenis de *Cardium edule* são transportadas activamente pela corrente até atingirem os 1600  $\mu$ m de comprimento, altura em que se dá a fixação definitiva, não havendo nenhuma selectividade quanto ao substrato.

DESPREZ *et al.* (1985) indicam que a sobrevivência dos jovens depende da capacidade de retenção de água do substrato e conseqüentemente da existência de partículas finas.

A presença de algas à deriva reduz de certo modo a taxa de fixação dos jovens *Cardium glaucum* no sedimento (OLAFSSON, 1983). Nesta espécie é vulgar os indivíduos suspenderem-se, por intermédio do bissus, nas algas, nomeadamente *Chaetomorpha* sp., e nos macrófitos ao contrário de *C. edule* que não apresenta essa característica (MUUS, 1967; IVELL, 1979a, 1979b).

A filtração biológica é considerada como o factor mais eficiente no impedimento da fixação das larvas, dependendo o sucesso da densidade dos invertebrados filtradores que existem no local (BROCK, 1980).

## 2.6 - PREDADORES

Os berbigões podem ser consumidos por aves aquáticas (ostraceiros e gaivotas), por crustáceos (camarões e caranguejos) e por peixes (góbios, enguias e pleuronectiformes). O gastrópode *Buccinum undatum* e o equinoderme *Asteria rubens* são, também, referidos como predadores de *Cardium* (HYLLEBERG *et al.* 1978 *in* BROCK, 1980).

Os jovens berbigões provenientes do recrutamento anual são potenciais presas tanto de *Crangon crangon* como de *Carcinus maenas*. O camarão pode chegar a consumir 68% dos bivalves com dimensão inferior a 2mm (MOLLER & ROSENBERG, 1983), enquanto que um caranguejo pode ingerir 60.000 berbigões / m<sup>2</sup> mês (JENSEN & JENSEN, 1985). *Platichthys flesus* (solha) também se alimenta de berbigão seleccionando os de maiores dimensões pertencentes à classe zero. A taxa de consumo é de 50 a 200 bivalves / dia x indivíduo (MOLLER & ROSENBERG, 1983).

O sucesso do recrutamento anual de *Cardium* depende, em grande parte, da velocidade com que os indivíduos atingem a dimensão limite que lhes permita não serem consumidos por estes predadores.

As aves - *Larus* spp. (gaiivota), *Haematopus ostralegus* (ostraceiro) - predam os berbigões maiores, de 16 a 28mm de comprimento (SUEUR *et al.* 1989; SANCHEZ-SALAZAR, 1987a). O consumo destes bivalves por parte dos ostraceiros pode atingir 28% da população (SUTHERLAND, 1982a, 1982b). Também os caranguejos de maiores dimensões (50-55mm de carapaça) incidem a sua acção predatória, obviamente, sobre os berbigões das classes de maior comprimento (até 20mm de comprimento de concha) podendo o consumo atingir 29 berbigões / dia x caranguejo (SANCHEZ-SALAZAR, 1987b).

Os vários autores que se debruçaram sobre a influência da predação nas populações de *Cardium* salientam que os predadores, por serem selectivos na sua acção, são, de facto, grandes responsáveis pelo controle e estruturação dessas populações, à semelhança do que se passa com outras espécies de bivalves.

Os consumidores mais eficazes destas espécies são os próprios berbigões pois não apresentam processos de filtração que lhes permitam eliminar do conjunto das partículas orgânicas em suspensão, as suas próprias larvas (KINGSTON, 1974b; BROCK, 1980) e os ovos (YANKSON, 1986; observações deste trabalho).

O sucesso ecológico de *Cardium*, que não apresenta nenhum comportamento de fuga ou refúgio perante os predadores, depende por um lado do número de sobreviventes do recrutamento anual e por outro da existência de uma reprodução eficaz. A estratégia de sobrevivência passa pelo crescimento acelerado durante o primeiro ano de vida e por atingir rapidamente a maturidade sexual (SEED & BROWN, 1978).

### 3 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ESTUÁRIOS DE ODECEIXE E DE ALJEZUR.

#### 3.1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ENQUADRAMENTO GEOFÍSICO

Estes dois sistemas estuarinos localizam-se a sul do Rio Mira no Concelho de Aljezur, distrito de Faro, e inserem-se na Área de Paisagem Protegida do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina instituída pelo Decreto-Lei nº 241/88 de 7 de Julho (FIG. 3.1).

A Ribeira de Odeceixe serve de fronteira às províncias do Alentejo e do Algarve e os principais centros de dispersão de águas para as duas ribeiras são os maciços de Monchique e Espinhaço de Cão.

A Ribeira de Odeceixe e a Ribeira de Aljezur segundo a classificação do Plano Nacional dos Recursos Hídricos (D.G.R.A.H, 1981), integram-se na Região Hidrográfica nº 5 que apresenta uma área de 3848 Km<sup>2</sup> limitada a Norte pela bacia de drenagem do Rio Mira e a Este pela do Rio Guadiana. Estas duas ribeiras fazem parte do conjunto genericamente denominado "Ribeiras do Algarve" que engloba os pequenos cursos de água com orientação Oeste ou Sul e que desaguam directamente no Atlântico (LOUREIRO & NUNES, 1986).

A Ribeira de Odeceixe ou de Seiche - 37º 26' Norte , 8º 49' Oeste e 30,2 km de comprimento - tem uma bacia hidrográfica com uma área média de 257,9 km<sup>2</sup>, 78 Km de perímetro e 233 m de altura média (D.G.R.A.H., 1981; LOUREIRO & NUNES, 1986).



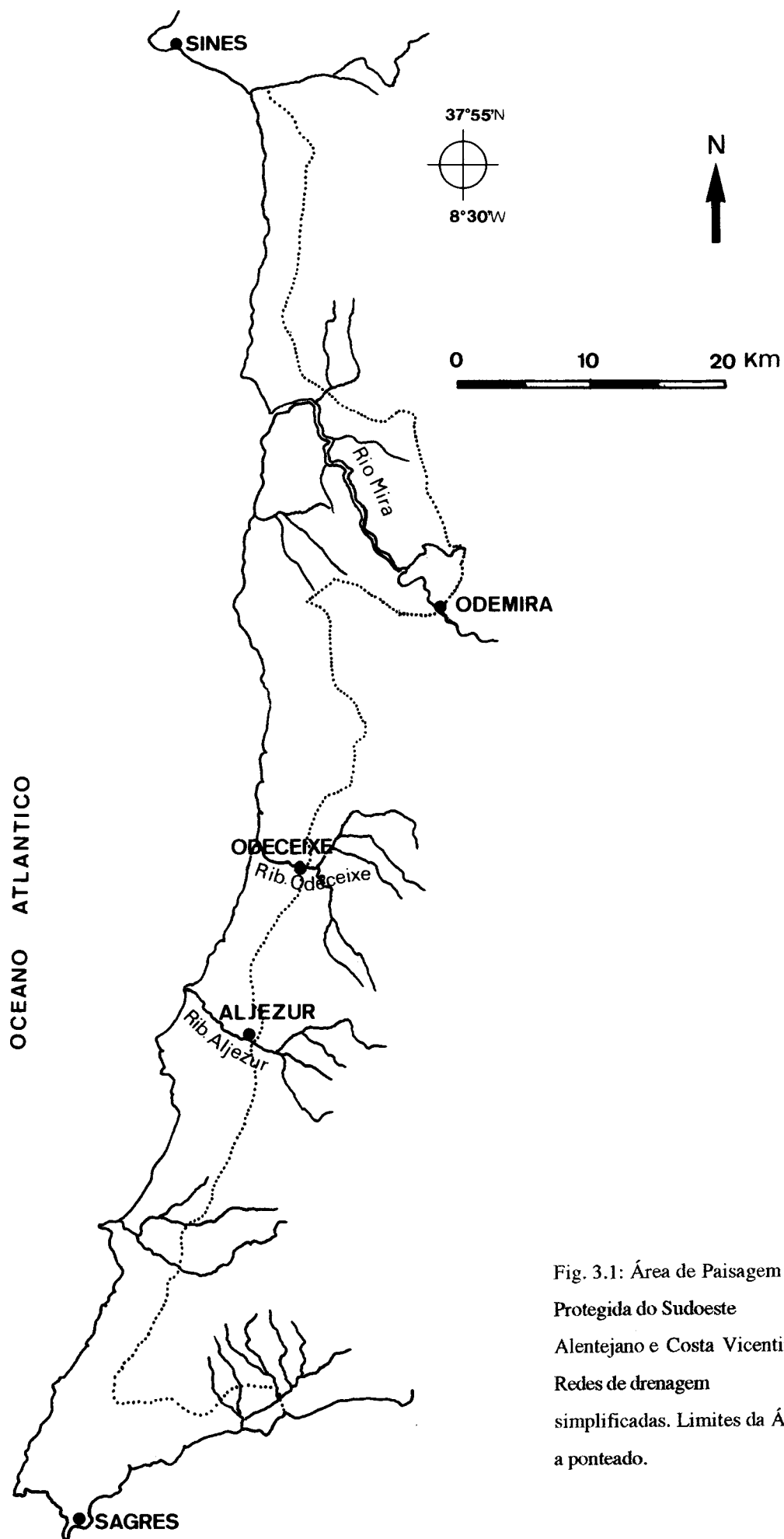


Fig. 3.1: Área de Paisagem Protegida do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina. Redes de drenagem simplificadas. Limites da Área a ponteados.

A Ribeira de Aljezur, da Cerca ou de Chilrão - 37° 21' Norte , 8° 51' Oeste e 36,2 km de comprimento - tem uma bacia hidrográfica com uma área média de 182,9 km<sup>2</sup>, 83 Km de perímetro e 172,4 m de altura média (D.G.R.A.H., 1981; LOUREIRO & NUNES, 1986).

A zona Sul de Portugal é uma das grandes unidades paleogeográficas que se diferenciam na Península Ibérica. Estes dois sistemas aquáticos enquadram-se na zona litográfica denominada Sector Sudoeste constituído por formações de idade paleozoica (afloramentos do Carbónico Superior - fácies marinha) e de idade pós-paleozoica (afloramentos do Mesozoico) (FONSECA, 1988).

A secção final da Ribeira de Odeceixe corre num pequeno vale de orientação SE-NW, com cerca de 5-6 km de comprimento que desemboca na Praia de Odeceixe. O leito estreito é ladeado até quase à foz, por duas pequenas elevações xistosas. Os terrenos do vale desta ribeira são intensamente utilizados por uma agricultura tradicional, tendo-se assistido durante 1988 à reactivação de alguns arrozais. A vila de Odeceixe e o lugarejo da Praia de Odeceixe localizam-se na margem sul da ribeira. Na margem norte existe uma formação de sapal que tem vindo a regredir nos últimos anos. A morfometria deste estuário permite a incursão da maré 6 a 7 km para montante, na época estival.

A parte final da Ribeira de Aljezur localiza-se num pequeno vale de orientação SE-NW, com cerca de 5 km de comprimento e 1km de largura máxima que desemboca na Praia da Amoreira. O leito encaixa-se em terrenos xistosos até quase à foz, que fica ladeada por um pequeno maciço calcário do lado Sul e por arenito e dunas fósseis do lado Norte. Na margem Norte da ribeira e próximo do mar localizam-se dunas primárias e secundárias (MORAIS, 1984; DUARTE, 1988). A topografia da zona central do vale, o reduzido declive do terreno e o nível altimétrico muito baixo, permitem que a influência de maré se faça sentir até cerca de 4Km para montante.

Nesta zona existe um sapal que se tem vindo a desenvolver nos arrozais abandonados desde há bastante tempo. Os terrenos que circundam a porção terminal da ribeira são utilizados essencialmente para a pastorícia de gado bovino. Na margem sul existem dois aldeamentos turísticos "Vale da Telha" e "Espargal".

Apesar de algumas diferenças pontuais os dois sistemas apresentam características semelhantes.

A hidrologia e a sedimentologia são reguladas essencialmente pela interacção entre a descarga fluvial, que pode atingir valores próximos do zero, e a entrada de água do mar. A ligação com o mar pode ser interrompida, devido à formação de cordões dunares instáveis juntamente com a existência de fracos caudais, e restabelecida com a ruptura do cordão pelos fortes caudais fluviais que ocorrem após períodos muito chuvosos. Esta dinâmica ora confere a estes sistemas características próprias dos meios lagunares, ora características mais próximas dos estuários.

Segundo BEGG (1978, *in* DAY, 1981), os sistemas que apresentam estas características de alternância de períodos de perfeita ligação com o mar, em que existem intensas trocas entre o sistema marinho e o dulceaquícola, com períodos em que o isolamento com o mar é total o que leva a uma maximização da influência fluvial, não podem ser considerados como verdadeiros estuários e sim como sistemas lagunares que alternam fases estuarinas e fases lagunares.

A circulação, na fase estuarina, é dominada pelas correntes de maré excepto nos períodos que se seguem imediatamente às fortes chuvadas (COSTA *et al.*, 1987; 1988).

O carácter torrencial destes cursos (TEIXEIRA & GONÇALVES, 1980) é, em parte, consequência da fraca permeabilidade dos terrenos das bacias o que provoca

uma intensa escorrência superficial (FONSECA, 1988) com as consequentes enxurradas e cheias coincidentes com as precipitações mais elevadas.

A Ribeira de Aljezur esteve isolada do mar desde Abril de 1982 a Novembro de 1983 ocupando a lagoa uma área de 115ha (MORAIS, 1984), o que se repetiu em 1986 (DUARTE, 1988).

Quanto à Ribeira de Seiche ficou completamente isolada nos Verões de 1980 e de 1981 (ANCELA DA FONSECA, com. pess.). No Verão de 1986 o assoreamento intenso aliado à fraca precipitação na zona fez com que o canal terminal da Ribeira tivesse menos de cinco metros de largura.

### 3.2 - CLIMATOLOGIA

A região onde se localizam estes dois cursos de água apresenta um clima mesotérmico húmido, com pequena amplitude térmica anual que se traduz por Invernos suaves e Verões moderados. A proximidade do mar e a exposição aos ventos marítimos são os grandes responsáveis pelas baixas amplitudes térmicas anuais (LOUREIRO & NUNES, 1986; SILVA, *in litt*).

A precipitação é fraca mas marcadamente sazonal, com alternância entre um semestre húmido que coincide com as temperaturas mais baixas (Novembro-Abril) e um semestre seco (Maio-Outubro) onde a precipitação é inferior à evapotranspiração potencial (LOUREIRO & NUNES, 1986).

Nesta zona são frequentes os ventos fortes dos quadrantes Norte e Noroeste que se intensificam com o final do Verão. Os nevoeiros de advecção litoral são comuns no período estival o que origina uma insolação menor do que seria de esperar se só se considerasse a latitude da zona (SILVA, *in litt*).



### 3.3 - HIDROLOGIA

Como já foi indicado a hidrologia destas ribeiras segue de perto o regime pluviométrico (LOUREIRO & NUNES, 1986). As variações sazonais e interanuais da precipitação, intensificadas pela irregularidade das chuvas e pela impermeabilidade dos terrenos circundantes, provocam uma grande variabilidade nos fluxos destes pequenos rios conferindo-lhes um regime torrencial.

Os caudais máximos e mínimos médios registam-se entre Janeiro-Março e Junho-Setembro, respectivamente, podendo-se estabelecer um paralelismo entre os períodos de maior e menor caudal com os semestres húmido e seco (LOUREIRO & NUNES, 1986; SILVA, *in litt* ).

LOUREIRO & NUNES (1986) assinalam que entre os semestres hidrológicos e os de precipitação existe um atraso de, aproximadamente, um mês.

No período em que o presente trabalho decorreu assistiu-se a uma sobreposição entre o período de chuvas e o aumento de caudal nas duas ribeiras não se verificando o desfasamento esperado. A este facto não deve ser alheia a desflorestação que nos últimos anos se tem intensificado devido ao aumento da área urbanizada e dos fogos que têm sido mais frequentes e com maior duração, factos que provocaram necessariamente a diminuição da capacidade de retenção da água pelo solo.

### 3.4 - SEDIMENTOLOGIA

Os ambientes estuarinos e lagunares da costa Sudoeste constituem receptáculo de materiais minerais e orgânicos de origem marinha e continental. A sedimentação é controlada pela combinação de vários factores, nomeadamente a descarga fluvial, a acção das vagas, das marés, dos ventos e da precipitação.

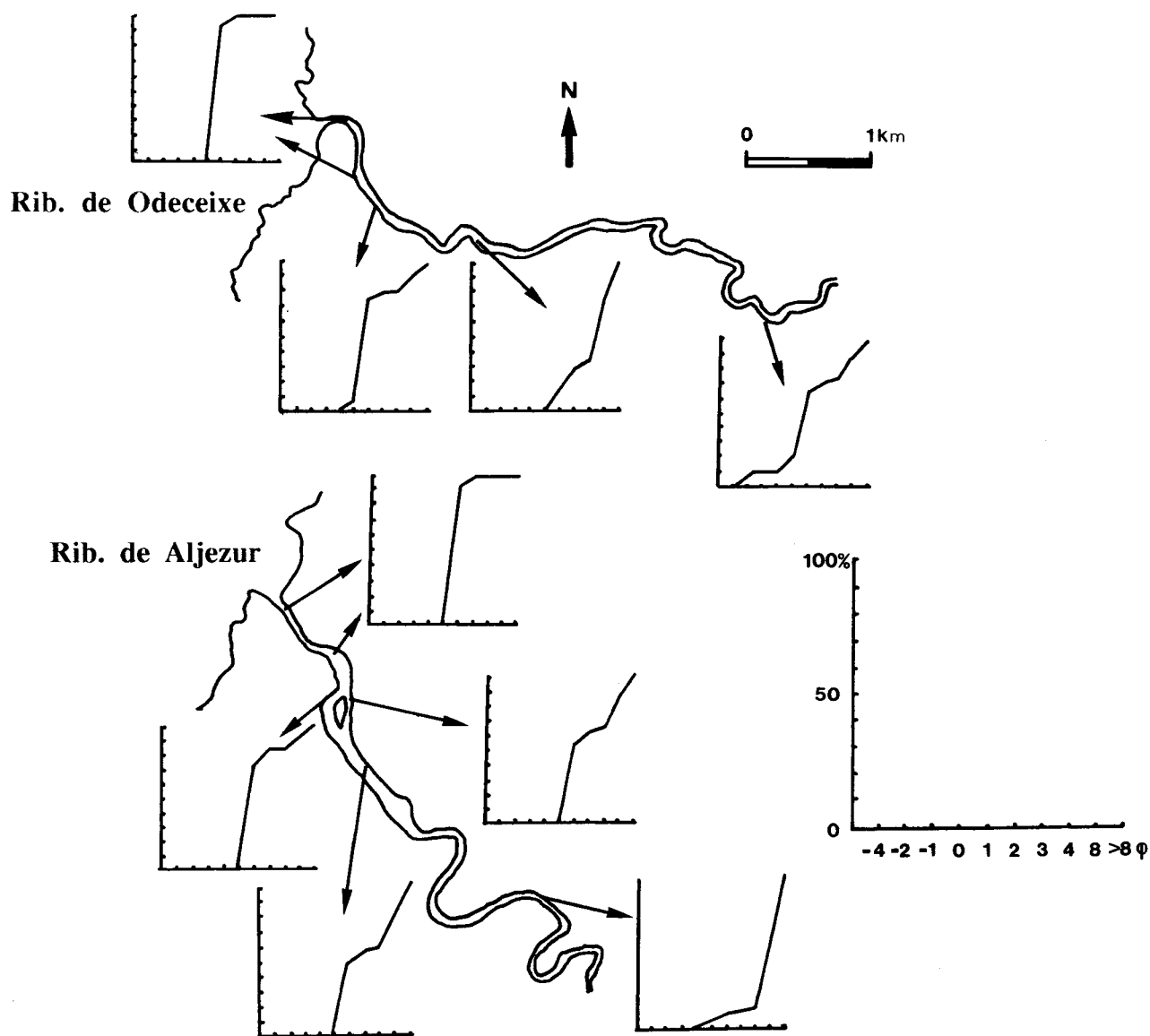


FIG. 3.2 - Ribeiras de Odeceixe e Aljezur: distribuição da granulometria média no período de 1984 a 1986. A escala é em Km. ( adaptado de MAGALHÃES *et al.* , 1987)

Os sedimentos dos fundos destas ribeiras distribuem-se entre as areias (origem marinha) e as vasas (origem continental). A transição gradual entre estes dois extremos faz-se através de sedimentos de características granulométricas intermédias (areias vasosas e vasas arenosas). A distribuição dos sedimentos está dependente da maior ou menor importância das fontes de alimentação - continental ou marinha e do caudal dos cursos (FONSECA, 1988)

Estudos efectuados nesta zona no período entre 1981 e 1985 (COSTA *et al.* , 1987; 1988; DUARTE, 1988; MAGALHÃES *et al.* , 1987) estabelecem a distribuição granulométrica dos sedimentos ao longo das secções terminais destas ribeiras (FIG. 3.2). Evidenciou-se que a origem do material depositado, em ambas as ribeiras, é marinha e fluvial. Assinalou-se também que naquele período estava em curso um processo de assoreamento por areias de origem marinha.

O aumento da invasão destes sistemas por areias provenientes da faixa costeira adjacente seria uma consequência da sobreposição da influência antrópica relativamente à acção dos agentes naturais:

"A destabilização dunar, agravada pela destruição da cobertura vegetal por pisoteio e pastorícia, associada aos ventos fortes de NW, tem contribuído para um aumento do acarreo de sedimentos arenosos para o interior destes sistemas. Por outro lado, as intervenções nas bacias hidrográficas têm intensificado este fenómeno: a retenção de água nos troços a montante conjugada com as irregularidades pluviométricas dos últimos anos, têm contribuído para uma diminuição do débito dos cursos de água, impossibilitando-os assim de remover o excesso de areias existentes no seu leito" (FONSECA, 1988).

### 3.5 - BREVE CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA

Os ictiopovoamentos destas ribeiras apresentam-se dominados pelo grupo dos colonizadores marinhos (*Mugilidae* ; *Dicentrarchus labrax* ; *Diplodus sargus* ; *Platichthys flesus* ; *Solea vulgaris* : *Solea senegalensis* ) tendo sido quatro as espécies consideradas como sedentárias - *Syngnathus abaster* ; *Atherina boyeri* ; *Atherina presbyter* e *Pomatoschistus* sp. Os *Mugilidae* são o grupo melhor representado (70% das capturas) seguidos pelo robalo. O papel de "nursery" destes estuários é confirmado não só pela dominância de espécies marinhas como também pelo elevado número de juvenis aí encontrados (COSTA *et al.* , 1990; BERNARDO com. pess ).

### 3.6 - BREVE CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA BENTÓNICA

Segundo os estudos existentes que abordam a fauna bentónica da zona (DUARTE, 1988; FRANCO, *et al.* , 1988; DUARTE *et al.* , 1989; COSTA *et al.* , 1990; CANCELA DA FONSECA, com. pess.; FRANCO, com. pess.) os povoamentos macrobentónicos apresentam-se num gradiente e não em compartimentos estruturais.

Essa continuidade é explicada pelo grau de influência do caudal fluvial sobre a maré e vice-versa. Ao longo do troço considerado, existem zonas de influência marcadamente marinha com forte hidrodinamismo, que se localizam junto da embocadura do estuário, e zonas de deposição sedimentar em que a influência continental é bastante nítida com a presença de espécies de afinidade dulceaquícola. Entre aqueles dois extremos, a continuidade é assegurada pela presença de sedimentos e povoamentos de características intermédias, estando as maiores densidades e

diversidades associadas aos sedimentos estáveis e/ou com elevados teores em silte, argila, matéria orgânica e fitopigmentos.

As espécies com maiores índices de presença e de efectivos referidas para as secções terminais destas ribeiras apresentam características lagunar-estuarinas e são, na generalidade, comuns aos dois sistemas-*Streblospio dekhzyeni* , *Hediste diversicolor* , *Alkamaria rominji* , *Cardium edule/glaucum* , *Scrobicularia plana* , *Cyathura carinata* , *Carcinus maenas* , *Anguilla anguilla*.

A proporção de taxa de afinidades dulceaquícolas ou oligohalinas é maior para a Ribeira de Odeceixe (50%) do que para a Ribeira de Aljezur (2%) o que reflecte a maior influência continental naquele sistema (DUARTE, 1988; DUARTE *et al.* , *in litt* ; COSTA *et al.* , 1990).

Considerando o nível trófico de cada espécie foi possível estabelecer um gradiente estrutural e funcional comum aos dois sistemas (DUARTE, 1988; DUARTE *et al.*,1990). Assim, de jusante para montante, verifica-se que os carnívoros se estabelecem em maior número perto da foz, seguindo-se uma zona com maior número de suspensívoros. A maior percentagem de detritívoros situa-se mais a montante, em sedimentos com elevados teores de matéria orgânica.

Os trabalhos efectuados sobre a fauna bentónica destas duas ribeiras mostram que no grupo de bivalves referenciados (7,5% do total de espécies para Odeceixe e 11,5% para Aljezur) os berbigões (*Cardium* spp.) apresentam o maior número de indivíduos - 80,1% para Odeceixe e 47,3% para Aljezur, seguidos pela lambujinha (*Scrobicularia plana* ) - 16,6% em Odeceixe e 23,7% em Aljezur (CANCELA DA FONSECA, com pess.), que se distribuem ao longo de mais ou menos todo o estuário (FIG. 4.1).

## 4 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ZONAS DE AMOSTRAGEM DE *CARDIUM* spp.

### 4.1 - PERÍODO DE AMOSTRAGEM

Face à sazonalidade dos dados existentes para os parâmetros da massa de água e do sedimento optou-se por seguir a evolução mensal de alguns desses factores ambientais que pudessem relacionar-se de um modo directo com os bivalves.

As campanhas mensais iniciaram-se em Fevereiro de 1988 e terminaram em Março de 1989, realizando-se normalmente em situação de maré de águas vivas que correspondiam aos períodos de amostragem biológica. Excepcionalmente em Fevereiro de 1989 seguiu-se uma situação de maré-morta em cada uma das ribeiras.

Em cada campanha efectuou-se um ciclo de maré de 12 horas num ponto fixo (FIG. 4.1 ). Este ponto foi estabelecido tendo em conta a proximidade dos bancos de *Cardium*, a acessibilidade na praia-mar e os resultados de trabalhos anteriores que indicam para essa zona uma maior estabilidade na evolução sazonal dos parâmetros físico-químicos da água.

No ponto fixo foram colhidas, de hora a hora, amostras de água e determinados os valores dos seguintes parâmetros conducentes à caracterização da massa de água salinidade (SAL); temperatura (Tag); pH; oxigénio dissolvido (OD); seston total (SST); seston orgânico (SSO); clorofila a (CLa); feopigmentos (FEP) e turbidez (NTU, unidades nefelométricas de turbidez).

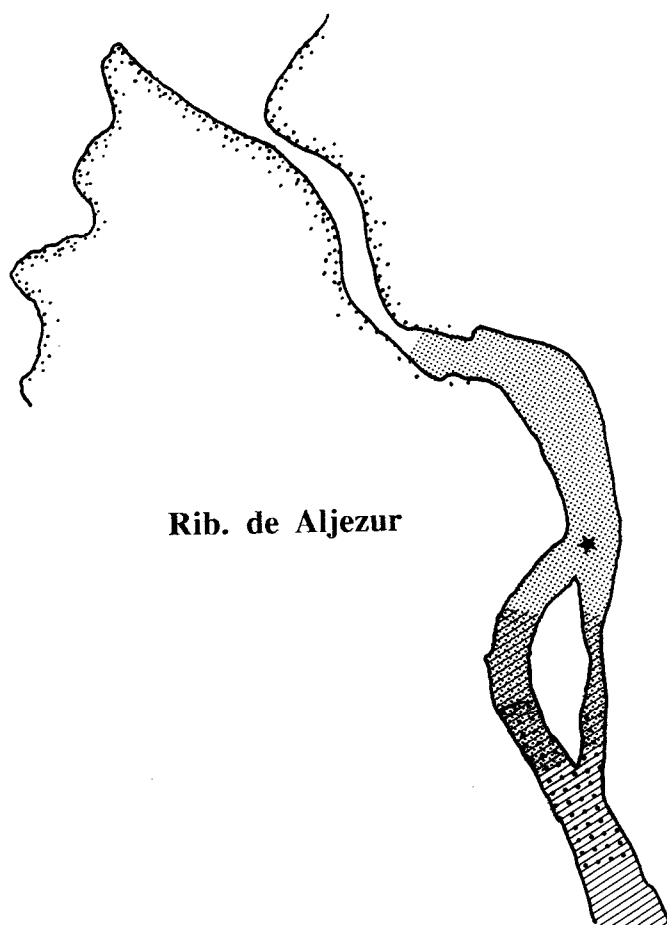
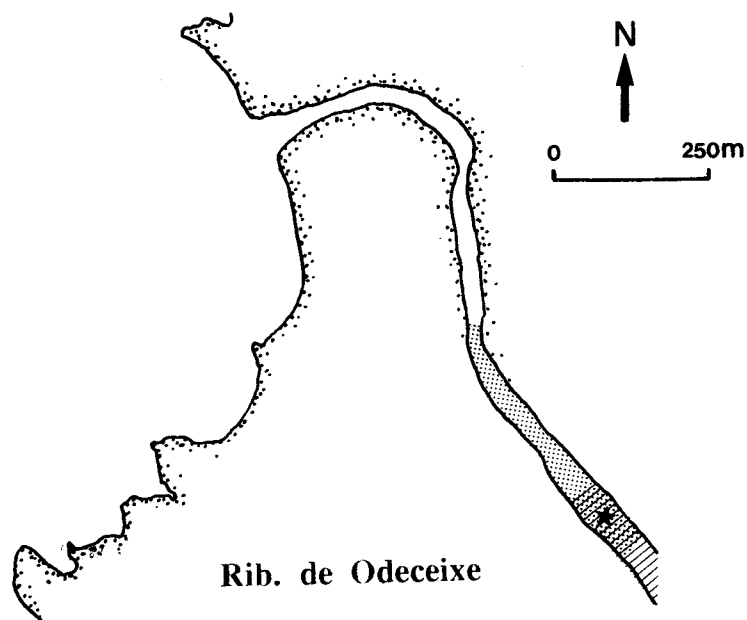


FIG. 4.1: Estuários das Ribeiras de Odeceixe e Aljezur. Distribuição de *Cardium edule* (●●●), *Cardium glaucum* (●●●) e *Scrobicularia plana* (///); (★) ponto fixo dos ciclos de maré.

Nas marés de Janeiro, Fevereiro e Março de 1989 colheram-se amostras de água para doseamento de nutrientes - amónia (NH<sub>4</sub>); nitrito (NO<sub>2</sub>); nitrato (NO<sub>3</sub>); sílica (SiO<sub>2</sub>) e fósforo (PO<sub>4</sub>). Estas amostras foram colhidas directamente para os frascos apropriados e a um nível de cerca de 30 cm abaixo da superfície.

As amostras para caracterização do sedimento foram colhidas durante a baixa mar nas mesmas zonas onde os bivalves eram colectados.

Para caracterizar a evolução granulométrica recente colheu-se uma amostra de sedimento no início do período de amostragem (Março de 1988), tentando-se, assim, confirmar se a zona apresentava o mesmo tipo de sedimento observado em anos anteriores (cf. 3.4), e uma outra colheita de sedimento foi repetida no período após a cheia (Dezembro de 1988). O processamento destas amostras foi efectuado no Laboratório de Sedimentologia da Divisão de Costas e Estuários do Instituto Hidrográfico

## 4.2 - METODOLOGIA

### 4.2.1 - Coluna de Água

Os parâmetros para a caracterização da coluna de água determinados *in situ* foram os seguintes:

- salinidade (SAL), obtida pelo método de conductimetria com 1‰ de precisão, por intermédio de um salinómetro YSI modelo 33 S-C-T meter;

- pH, obtido pelo método electroquímico com 0,1 de precisão, por intermédio de um aparelho Hanna digital;



- oxigénio dissolvido (OD), com 0,1 ppm de precisão medido por intermédio de um oxímetro Leeds & Northup 8500;

- temperatura (Tag em °C), leituras efectuadas pelo termistor do oxímetro, com 0,1 de precisão;

- turbidez (NTU) obtido pela leitura por difracção óptica, após agitação da amostra, utilizando um turbidímetro Hach Chemical 16800.

As amostras de água foram colhidas directamente para frascos de polietileno, filtradas no local e os filtros congelados (-20°C) para posteriormente, no laboratório, se determinarem os seguintes parâmetros:

- seston (matéria particulada suspensa). Os filtros utilizados foram Whatmann GF/C, pré pesados. O seston total (SST) foi calculado com base na diferença de peso entre o valor inicial do filtro e o valor obtido para o filtro mais o filtrado, após secagem em estufa (24h a 65°C). Para o seston orgânico (SSO), procedeu-se primeiro à determinação do teor em cinzas por destruição da componente orgânica por ignição (24h a 450-500°C), sendo o valor de SSO obtido por diferença entre o peso total e o peso das cinzas.

- fitopigmentos - os filtros utilizados foram Schleicher & Schuel com 1,2um de poro, aproximadamente. Após a extracção dos pigmentos, 24 horas a frio (3 a 6°C) e na obscuridade, com acetona a 90% (LORENZEN, 1967), procedeu-se à centrifugação (10 min a 400 r.p.m.). As absorvâncias do sobrenadante foram lidas por espectrofotometria. As equações utilizadas foram as de LORENZEN (1967) para a clorofila *a* e feopigmentos. Para os cálculos foi utilizado o conjunto de programas (PROGPIG) instalado no Laboratório Marítimo da Guia (LMG).

Como já referido, nos ciclos de maré efectuados em 1989 além da medição de valores dos parâmetros físico-químicos também se dosearam nutrientes. A

concentração de nutrientes na água não filtrada foi calculada com base nas leituras espectrofotométricas das amostras preparadas segundo os métodos indicados:

- Ião amónio, designado por amónia, (N-NH<sub>4</sub>) (GRASSHOFF, 1976);
- Nitrito (N-NO<sub>2</sub>), Nitrato (N-NO<sub>3</sub>), Fosfato (P-PO<sub>4</sub>) e Silicato (Si-SiO<sub>2</sub>) (STRICKLAND & PARSONS, 1972).

#### 4.2.2 - Sedimento

Mensalmente colheram-se amostras da camada superficial do sedimento, nas mesmas zonas onde se procedeu à colheita dos bivalves.

No estuário de Aljezur, tendo em consideração a localização dos bivalves dividiu-se o local de amostragem dos sedimentos em duas zonas (AS e AB) que apresentavam, respectivamente maiores afinidades com *Cardium edule* e *Cardium glaucum*.

As amostras (mínimo quatro, máximo oito por zona) foram recolhidas na baixa mar, pela introdução lenta e cuidadosa, de pequenas caixas de polietileno na camada superficial do sedimento obtendo-se, assim, um bloco não revolvido, relativo ao 1º cm da camada superficial. No local as amostras foram colocadas em gelo carbónico e posteriormente congeladas. No laboratório determinou-se a percentagem de água, o teor em fitopigmentos e a quantidade de matéria orgânica em sub-amostras, previamente homogeneizadas, do bloco de sedimento colhido.

O conteúdo de água do sedimento foi obtido por diferença de massa entre o sedimento húmido e o sedimento seco (24 h a 65° C) e o peso húmido. Como o conteúdo de água pode ser considerado uma medida aproximada da porosidade do

sedimento foi possível determinar o peso específico do sedimento (PE) seguindo a equação proposta por BERNARDO (1990):

$$PE = -0,023 \times CA + 2,043$$

em que CA é o conteúdo de água.

As concentrações, no sedimento, de fitopigmentos foram determinadas espectrofotometricamente após extração em acetona a 90% (PLANTE-CUNY, 1974). As concentrações de clorofila *a* e feopigmentos por área de sedimento foram calculadas pelas equações de LORENZEN (1967) com adaptações de PLANTE-CUNY (1974). Para o cálculo da concentração dos carotenos utilizou-se a equação de STRICKLAND & PARSONS (1972) e para as clorofilas *b*, e *c* as de JEFFREY & HUMPHREY (1975). Nos cálculos utilizou-se o conjunto de programas (PROGPIG) instalado no L.M.G.

O conteúdo orgânico, prospecção de matéria orgânica, (MO) foi estimado tal como para o seston através da perda por ignição e calculado pela expressão:

$$MO = (PS-PC)/PS$$

em que PS é o peso seco (24h a 65°), PC é o peso das cinzas obtido após queima da amostra na mufla.

Consideraram-se dois pesos de cinzas Pc<sub>1</sub> (24h a 450-500° C) e Pc<sub>2</sub> (24h a 650° C). Segundo MAGALHÃES *et al.* (1987) e CANCELA DA FONSECA (1989) o primeiro fornece uma melhor estimativa da matéria orgânica (MO1) que o sedimento acumula. O segundo é normalmente utilizado nos trabalhos sobre granulometria dos sedimentos (MEDHIOUB, 1979) correspondendo à temperatura ideal para assegurar a libertação de toda a matéria orgânica (MO2) do sedimento, no entanto, existe o risco de destruição dos carbonatos, para além dos minerais argilosos o que contribui para uma sobreavaliação dos resultados (FONSECA, 1985).

### 4.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 - Coluna de Água

##### 4.3.1.1 - Salinidade e temperatura

A temperatura da água (FIG. 4.2) aumenta com o decorrer dos meses da Primavera-Verão seguindo de perto a evolução da temperatura atmosférica. No fim do Verão, princípios do Outono assiste-se à diminuição dos valores deste parâmetro. O valor mínimo (11,4°C), igual para ambos os sistemas, foi observado em Dezembro.

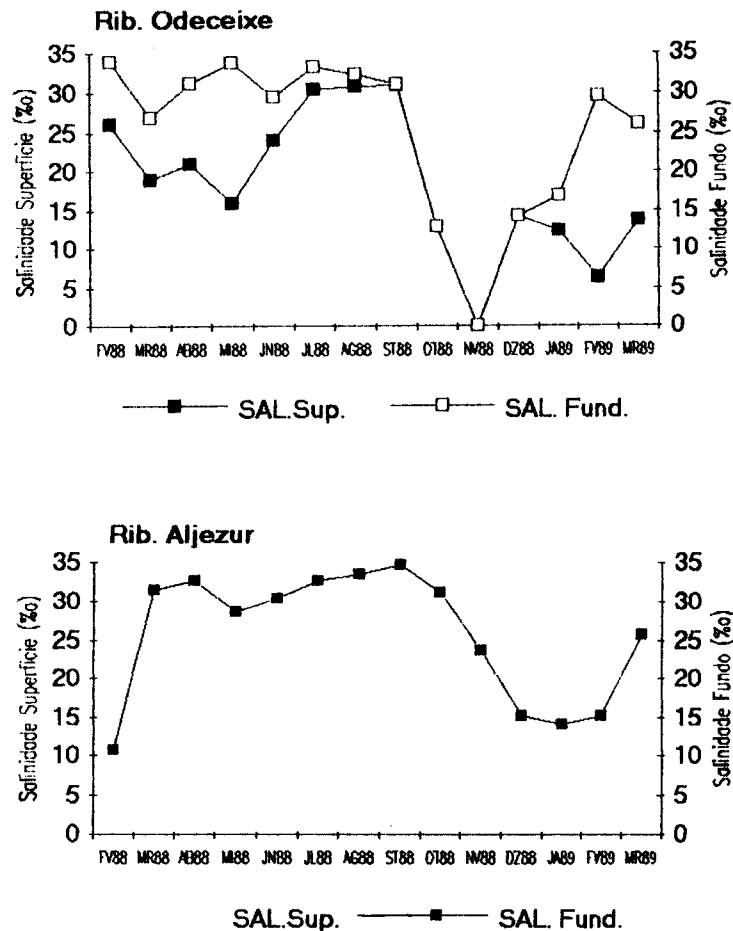


FIG. 4.2: Estuários de Aljezur e Odeceixe: evolução dos valores médios mensais de salinidade (‰) (superfície e fundo) no período de amostragem de 1988-89

A evolução das salinidades médias na superfície e no fundo nos dois estuários em situação de maré-viva (FIG. 4.2) indica que em Aljezur não existe estratificação salina ao contrário do que sucede em Odeceixe. De notar ainda que, em média, a salinidade é inferior em Odeceixe. Neste, a salinidade no fundo foi sempre superior à da superfície com excepção dos meses de forte caudal fluvial - Setembro a Dezembro (devido às intensas chuvadas), efeito que ainda se fez sentir durante grande parte da maré viva de Janeiro de 1989 (FIG. 4.3).

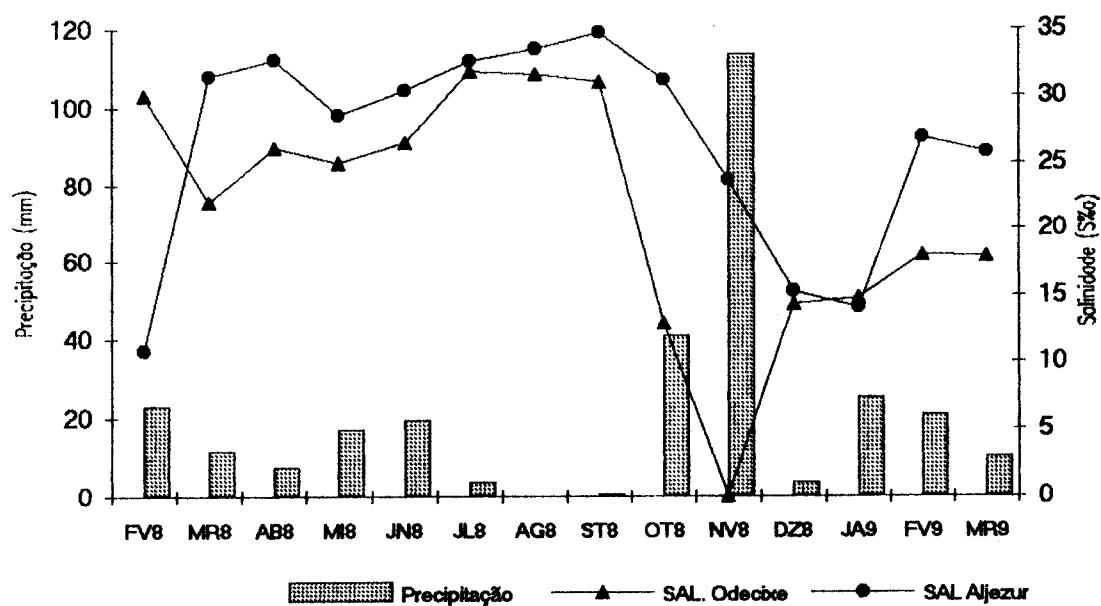


FIG. 4.3: Estuários de Odeceixe e Aljezur - variação mensal das médias dos valores de precipitação e de salinidade no período de 1988-89. Os valores de precipitação correspondem às médias conjuntas das estações meteorológicas de Aljezur e de Vila do Bispo (INMG).

Em Aljezur a salinidade aumenta gradualmente do Inverno até finais do Verão. De Setembro a Dezembro assiste-se a uma diminuição importante no valor deste parâmetro, correspondendo ao período húmido referido para o clima desta zona. A partir de Dezembro-Janeiro evidencia-se novo aumento da salinidade. As salinidades mais baixas são as de Fevereiro de 1988 e 1989 - 10,8 ‰ e 15,5‰ respectivamente (FIG. 4.2).

No estuário de Odeceixe os valores mais baixos de salinidade foram os de Outubro de 1988 (12,9‰), Novembro de 1988 (0‰) e Dezembro de 1988 (14,3‰), meses em que a pluviosidade atingiu os níveis anuais máximos e em que o estuário deixou de ser estratificado. A estratificação restabeleceu-se em Dezembro de 1988-Janeiro de 1989, período em que os valores médios da salinidade começaram a aumentar (FIGS. 4.2 e 4.3). Estes factos, aliados ao modo, mais ou menos rápido, da estabilização da salinidade, confirmam a estreita dependência que estes cursos de água apresentam relativamente à precipitação (FIG. 4.3).

No estuário de Odeceixe as respostas ao regime pluviométrico são, por um lado, mais imediatas e, por outro, mais duradouras do que em Aljezur. O carácter mais imediato poderá ser atribuído não só à maior dimensão da bacia de Odeceixe mas também à morfometria da secção terminal das ribeiras. O vale de cheia da Ribeira de Aljezur é muito mais largo e tem maior área de sapal do que o de Odeceixe, o que provoca, necessariamente, uma maior retenção de água doce. No entanto, devido à morfometria da Ribeira de Aljezur, quando o nível máximo de retenção é atingido, a descarga da água retida deverá ser muito intensa e rápida.

O período de maior precipitação foi entre Outubro e Novembro. Na campanha de Outubro assistiu-se ao início do alagamento do vale de Aljezur. Dois dias após esta, no dia 28, a precipitação na estação meteorológica de Aljezur atingiu 128,5mm, continuando as chuvas durante a primeira semana de Novembro. Esta precipitação deu

origem às cheias do início de Novembro na Vila de Aljezur. A 23 desse mês, a zona de colheitas, já sujeita a marés, apresentava-se completamente lavada, tendo, nalguns locais, sido arrastados os 10 cm superficiais de sedimento e a ribeira desaguava pelo meio da praia da Amoreira (normalmente a foz situa-se do lado Sul), ocupando uma grande área.

Em Odeceixe os efeitos foram mais duradouros visto que, passado mais de um mês após a descida abrupta da salinidade (Outubro-Novembro), o caudal fluvial era ainda tão forte que a salinidade na foz era de 0‰, não tendo sido possível efectuar as colheitas devido à corrente.

A evolução dos parâmetros ambientais considerados, ao longo de duas situações de maré-viva (Janeiro, um mês e meio depois das enxurradas, e Março) reforça o facto de Odeceixe sofrer uma maior influência continental (FIGS. 4.4 e 4.5).

O padrão de estratificação no estuário de Odeceixe, observado durante todo o período de amostragem, ainda não tinha sido restabelecido em Janeiro. A corrente de maré não era suficiente para anular completamente a influência do caudal fluvial que homogeneizava toda a coluna de água, excepto no período do pico da praia-mar.

Ao contrário de Odeceixe, na Ribeira de Aljezur a única indicação sobre as enxurradas era dada pela menor salinidade média da água, podendo-se observar uma situação semelhante às anteriores ao período chuvoso.

Uma estratificação salina e térmica foi detectada na secção terminal da Ribeira de Aljezur na única situação de maré-morta cuja evolução se seguiu (FIG.4.5). De facto, no habitual ponto fixo de colheitas, os valores de salinidade durante o ciclo de maré-morta de Fevereiro de 1989 (com 1,4 m na baixa-mar), mostram que não existe homogeneização entre a camada superficial de água doce, e a água do fundo, mais salina. Esta situação foi detectada igualmente para o estuário de Odeceixe (FIG. 4.4).

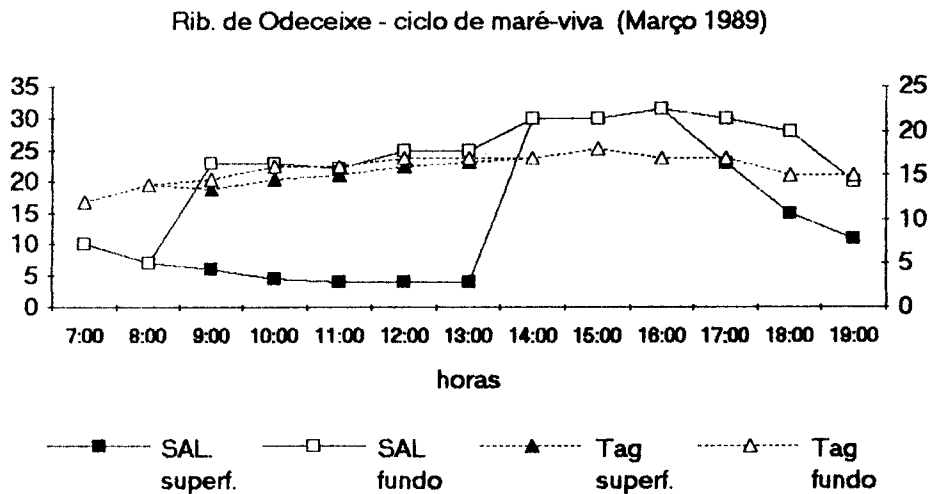
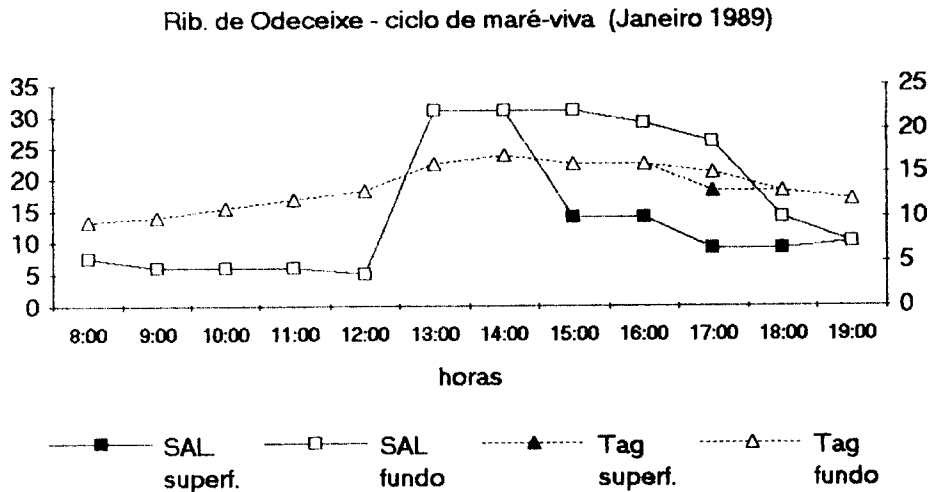
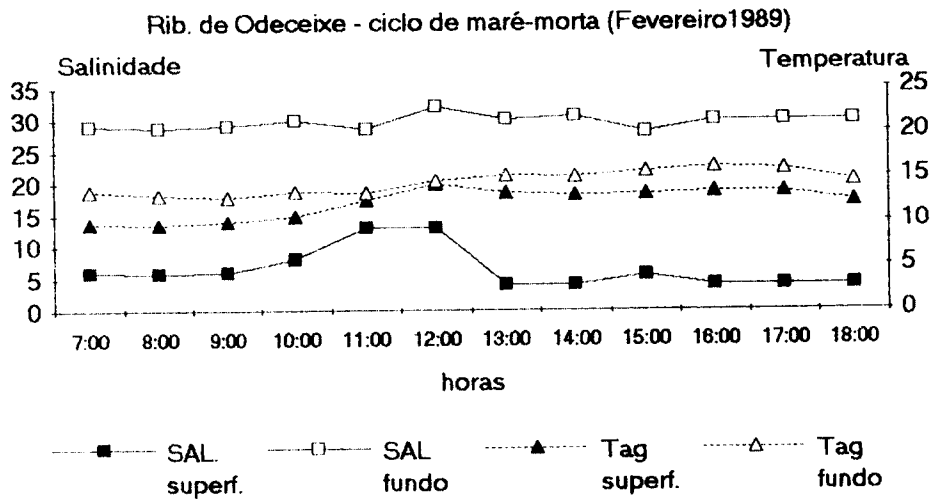
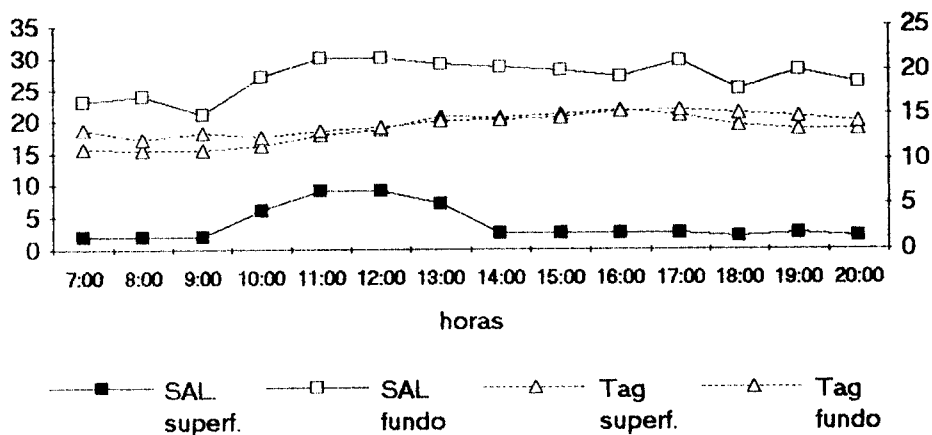


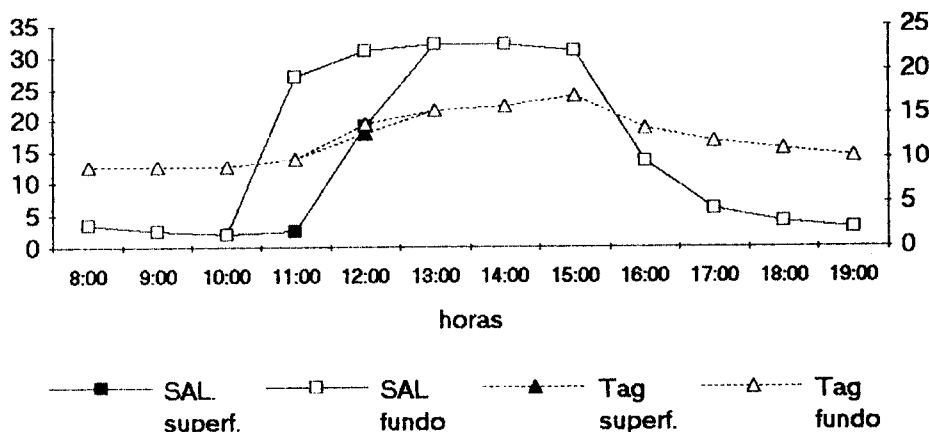
FIG. 4.4: Estuário de Odeceixe (1989): evolução da salinidade e da temperatura e superfície e fundo ao longo dos ciclos de maré de Janeiro (maré viva pós período de cheias - 0,9m) Fevereiro (maré morta- 1,4m) e Março (maré viva- 0,3m)



Rib. de Aljezur - ciclo de maré-morta (Fevereiro 1989)



Rib. de Aljezur - ciclo de maré-viva (Janeiro 1989)



Rib. Aljezur - ciclo de maré-viva (Março 1989)

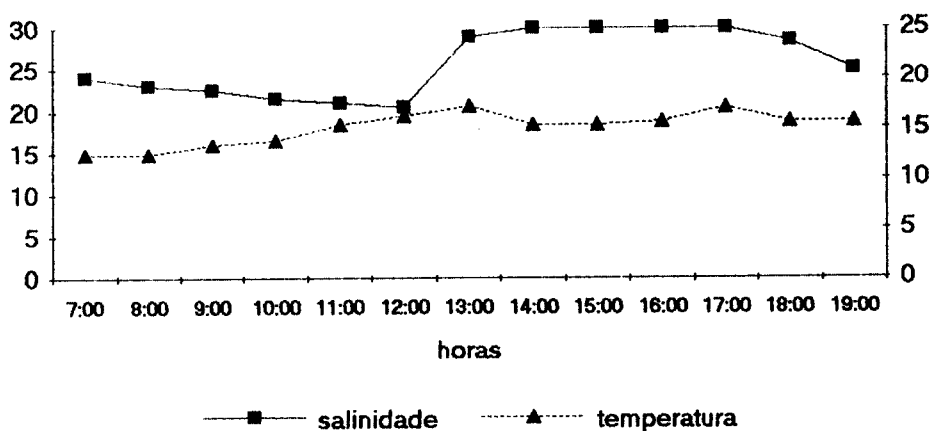


FIG. 4.5: Estuário de Aljezur (1989) - variação da salinidade e da temperatura (superfície e fundo) ao longo dos ciclos de maré de Janeiro (maré viva pós período de cheias - 0,9m) Fevereiro (maré morta- 1,4m) e Março (maré viva- 0,3m).

Aquela estratificação em Aljezur poderá verificar-se em todas as marés de pequena amplitude e relacionar-se com o menor fluxo de água marinha que entra no estuário nessas condições, ou poderá não passar de uma repercussão das chuvas de Outubro-Novembro que, ao aumentarem o afluxo de água doce, anulam a influência da água oceânica.

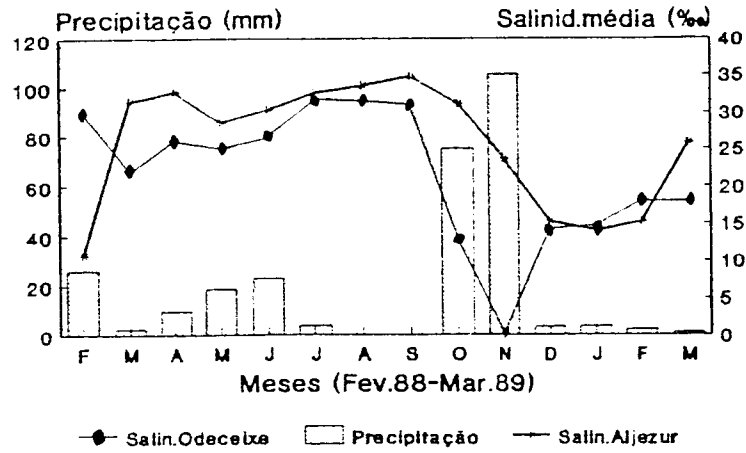
#### 4.3.1.2 - Turbidez e seston

Os valores máximos para o seston e turbidez correspondem aos meses das grandes chuvas (Outubro-Novembro) para ambos os estuários. A acompanhar a descida de salinidade observou-se um aumento tanto na turbidez como na quantidade de partículas em suspensão o que traduz a marcada influência da escorrência continental e conseqüente carreamento de materiais inorgânicos para a zona costeira (FIG. 4.6).

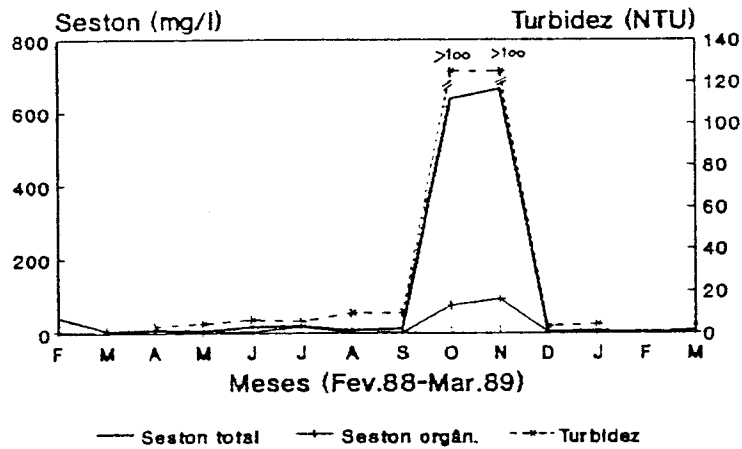
No período aqui considerado e para a Ribeira de Odeceixe, esse carreamento efectuou-se ao longo de mais de um mês. Em Outubro o seston atingiu o valor médio de 638,7 mg/l (562,1mg/l de componente inorgânica) e em Novembro de 666,7 mg/l (572,5mg/l de componente inorgânica) o que constitui o máximo observado. Em Dezembro, com a diminuição da pluviosidade, a ribeira voltou ao seu nível habitual e os valores de seston (5,9 mg/l) ficaram próximos dos valores normais.

Em Aljezur, o elevado valor de turbidez de Agosto (FIG. 4.6) corresponde a um pico no seston total. Este incremento nas partículas em suspensão, que não é acompanhado pelo seston orgânico, poderá ser atribuído à ressuspensão do sedimento pelos veraneantes que se dedicavam à apanha de bivalves.

Est.Odeceixe e Aljezur - variação de precipitação e de salinidade



Estuário de Odeceixe - variação de seston total, orgânico e de turbidez



Estuário de Aljezur - variação de seston total, orgânico e de turbidez

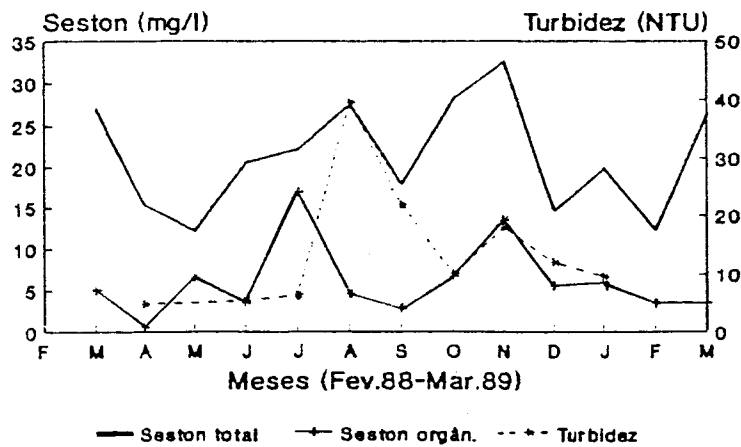


FIG. 4.6: Estuários de Aljezur e Odeceixe (1988) - a) variação da salinidade e da precipitação; b) e c) evolução do seston total; do seston orgânico e da turbidez da água.

De um modo geral a quantidade de materiais inorgânicos em suspensão é superior na Ribeira de Aljezur. A este facto poderá não ser alheia a ressuspensão de sedimento provocada pela incursão da água salina no sapal, materiais que em parte seriam arrastados na baixa-mar.

#### 4.3.1.3 - Fitopigmentos e oxigénio dissolvido

Quanto aos fitopigmentos da água, os valores mais elevados foram detectados na Ribeira de Odeceixe, podendo-se, no entanto, observar uma evolução semelhante nos dois sistemas tanto para a clorofila *a* como para os feopigmentos (FIG. 4.7).

No que se refere a Odeceixe salienta-se o súbito incremento da clorofila *a* entre Abril e Junho, período em que a salinidade e a temperatura também aumentaram. A concentração daquele fitopigmento decresce rapidamente a partir de Julho atingindo o seu mínimo em Setembro ( $0,6 \text{ mg/m}^3$ ). O pico detectado em Fevereiro terá, necessariamente, que ser atribuído aos nutrientes vindos de montante com as águas de escorrência a que se aliou o início do aumento da temperatura média da água.

A evolução anual das médias mensais da clorofila *a* acompanha a evolução do seston orgânico na Ribeira de Aljezur. O mesmo não foi observado na Ribeira de Odeceixe.

Em ambos os sistemas a um pico de clorofila *a* segue-se, no mês imediato, um pico de feopigmentos. Existe, no entanto, um desfasamento de aproximadamente um mês entre os dois estuários. Na Ribeira de Odeceixe a concentração máxima foi detectada em Junho-Julho enquanto que em Aljezur esse pico sucedeu em Julho-Agosto (FIG. 4.7).

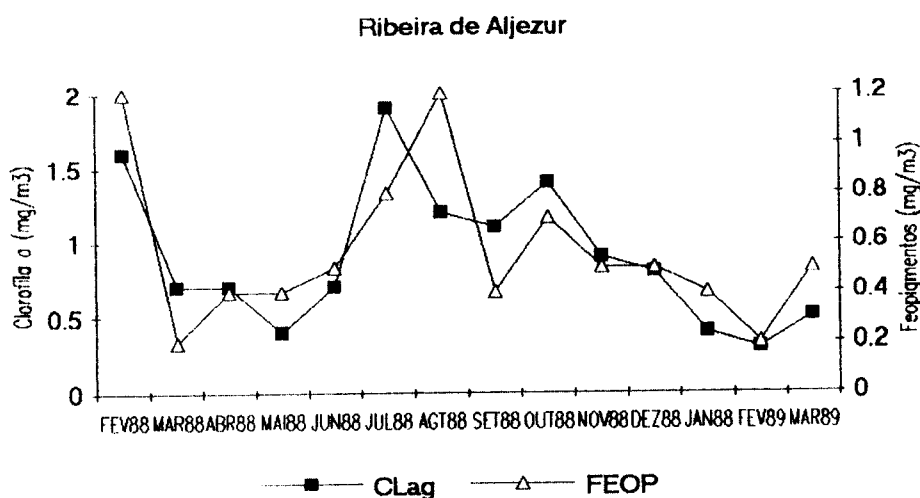
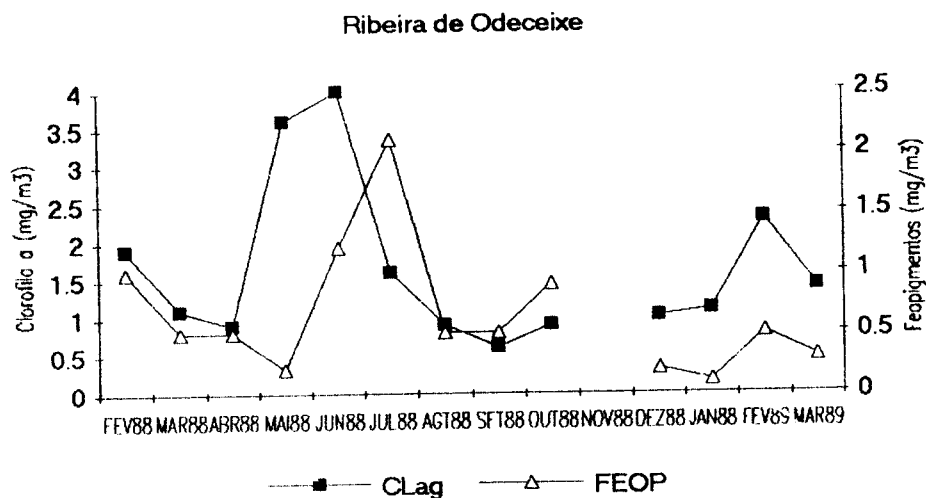


Fig. 4.7: Evolução mensal das concentrações médias ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) de fitopigmentos (clorofila *a* - CLag e feopigmentos - FEOP) na água do estuário da Ribeira de Odeceixe e do estuário da Ribeira de Aljezur

Relativamente a Aljezur, as concentrações de Junho-Julho estão certamente relacionadas com o desenvolvimento natural das comunidades fitoplanctónicas, correspondendo ao pico primaveril-estival. Os teores de Outubro, coincidentes com o declínio da salinidade, deverão poder relacionar-se com o maior afluxo de água doce enriquecida com nutrientes.

Os valores de clorofila *a* no estuário da Ribeira de Odeceixe (mínimo =  $0,6 \text{ mg}/\text{m}^3$  e máximo =  $4,0 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) são, geralmente, superiores aos de Aljezur (mínimo =

0,3 mg/m<sup>3</sup> e máximo = 1,9 mg/m<sup>3</sup>) o que reforça o facto deste estuário apresentar uma maior influência continental do que o de Aljezur.

Os valores de clorofila *a* conhecidos para a zona costeira nesta área oscilam entre 0,1 e 4 mg/m<sup>3</sup> (TERESA MOITA com. pess.); os teores observados na secção terminal das duas ribeiras ao longo de 1988-1989 são, assim, da mesma ordem de grandeza.

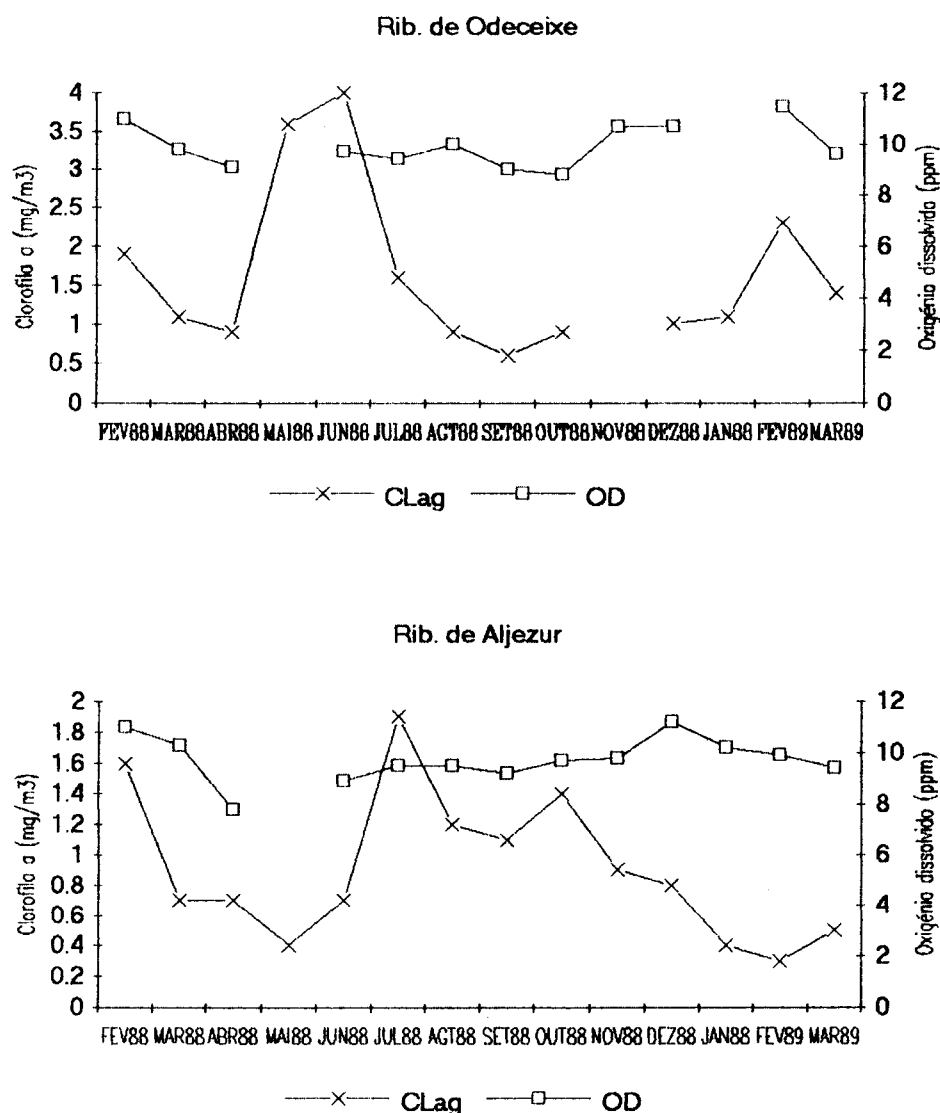


Fig. 4.8: Evolução mensal das concentrações médias de oxigénio dissolvido - OD (ppm) e de clorofila *a* - CLag (mg/m<sup>3</sup>) na água do estuário da Ribeira de Odeceixe e do estuário da Ribeira de Aljezur

Não se observaram valores baixos para o oxigénio dissolvido (FIG. 4.8) e o pH variou entre 7 e 8.

O oxigénio dissolvido não acompanha a evolução da clorofila *a* (FIG. 4.8) o que confirma o facto de neste tipo de sistemas este parâmetro não depender unicamente dos produtores mas também da turbulência da água, sobretudo da do mar, das trocas com a atmosfera e do consumo do material detritico.

#### 4.3.1.4 - Nutrientes

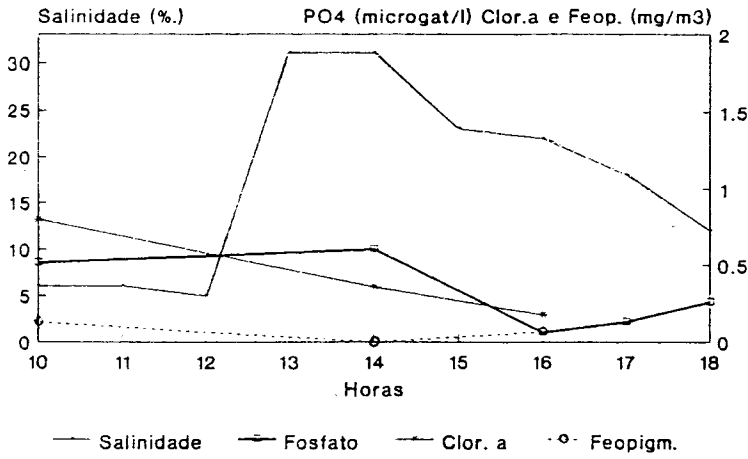
O doseamento de nutrientes dissolvidos na massa de água foi efectuado nos ciclos de maré do início de 1989: 1) Janeiro - maré com 0,9m na baixa-mar, considerada como o fim do período pós-cheias; 2) Fevereiro - maré com 1,4m na baixa-mar, a única situação de maré morta que se seguiu; 3) Março - maré com 0,3m na baixa-mar, exemplificativa da estabilização do sistema.

Nas figuras 4.9, 4.10 e 4.11 representa-se, para cada um dos sistemas, e para as duas situações de maré, a evolução dos nutrientes azotados, da sílica e do fósforo, assim como a evolução da clorofila *a*, dos feopigmentos e do seston total.

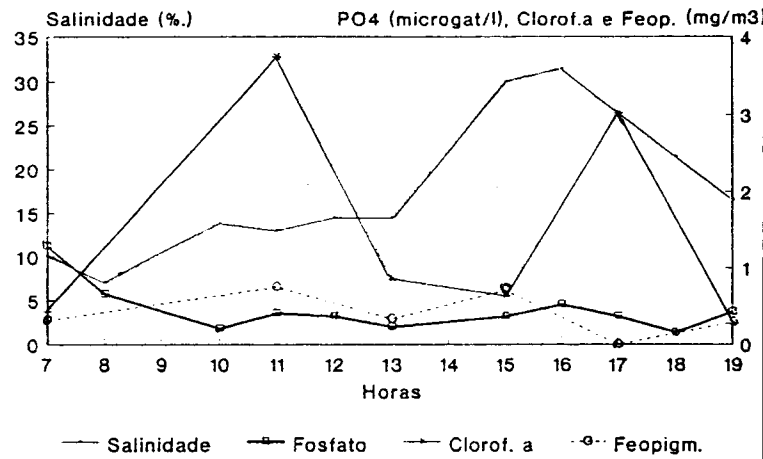
Como seria de esperar, os valores mais elevados de nitratos e de sílica associam-se às salinidades mais baixas, nomeadamente as que se verificam no fim da vasante (FIGS. 4.9, 4.10 e 4.11).

No caso do fósforo a relação com a salinidade não é tão óbvia salientando-se uma afinidade entre este nutriente e a concentração dos fitopigmentos (normalmente a um pico de fósforo segue-se um de clorofila *a*).

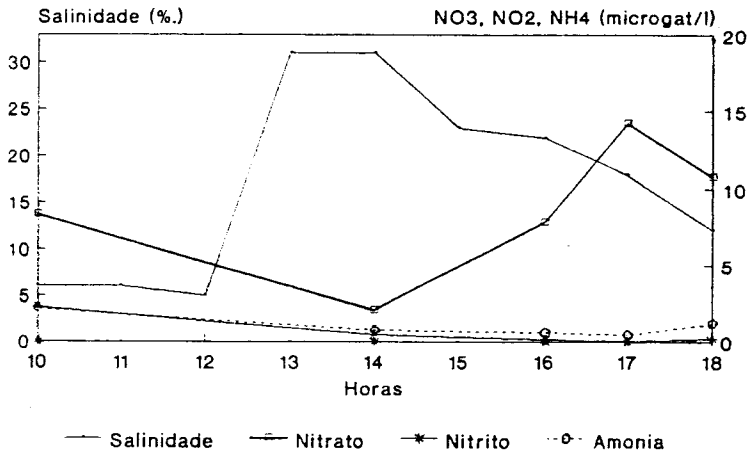
Varição de Fosfato, Clorof.a e Feopigm. durante o ciclo de maré viva, Jan.1989



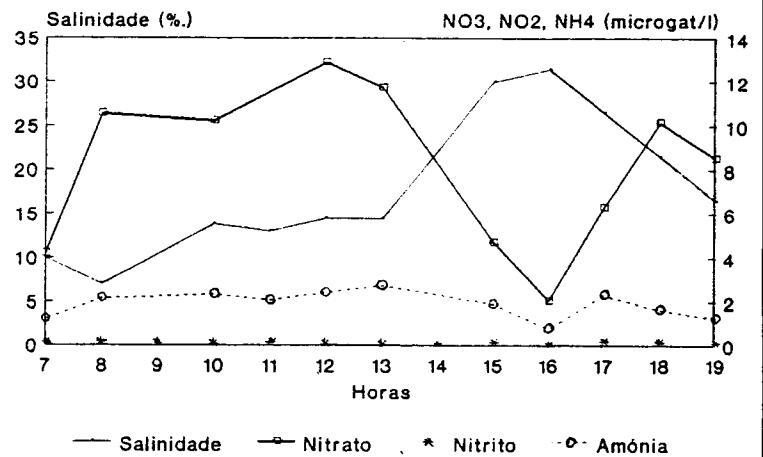
Varição de Fosfato, Clorof.a e Feopigm. durante o ciclo de maré viva, Março 1989



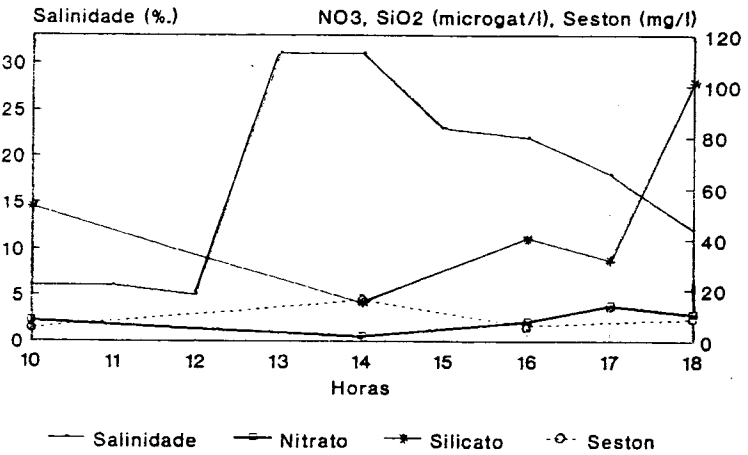
Varição de Nitrato, Nitrito e Amônia durante o ciclo de maré viva, Jan.1989



Varição de Nitrato, Nitrito e Amônia durante o ciclo de maré viva, Março 1989



Varição de Nitrato, Silicato e Seston durante o ciclo de maré viva, Jan.1989



Varição de Nitrato, Silicato e Seston durante o ciclo de maré viva, Março 1989

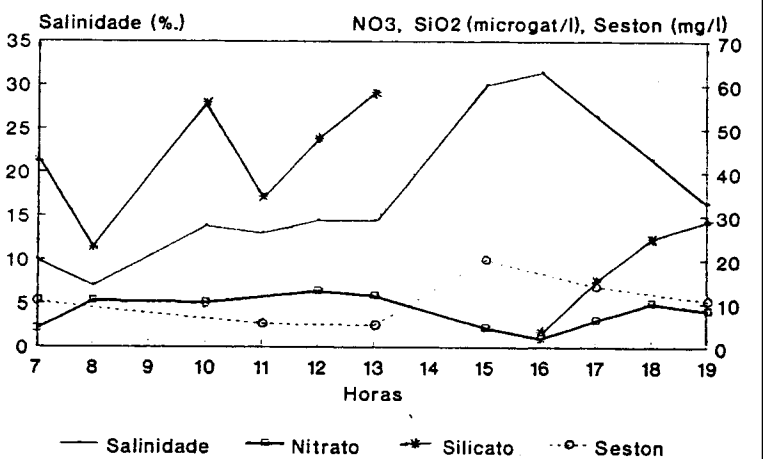
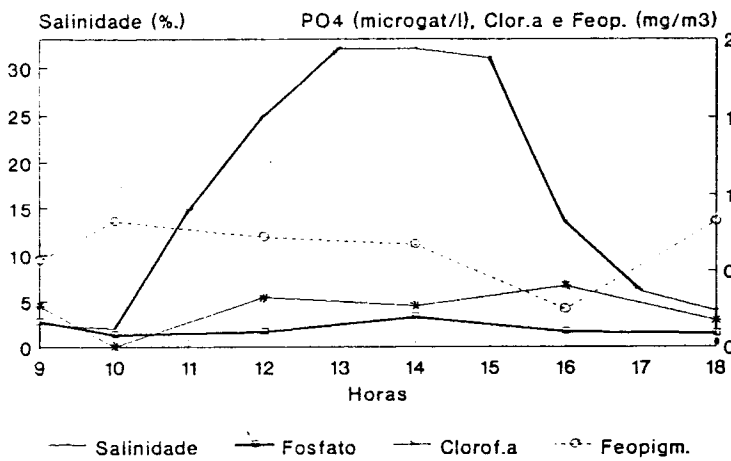


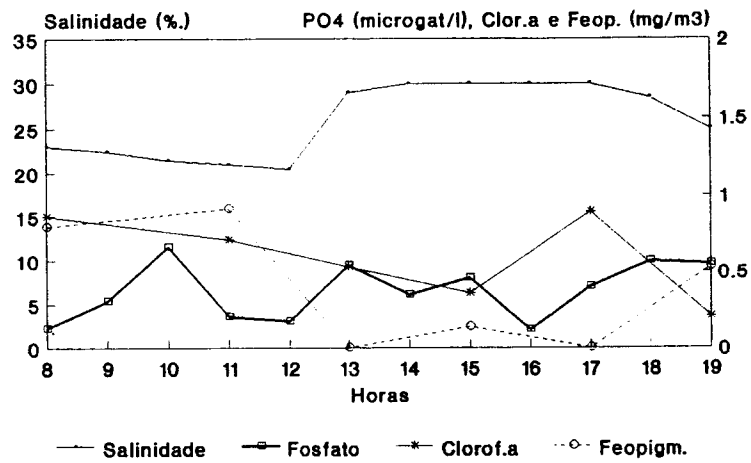
FIG. 4.9: Estuário da Ribeira de Odeceixe - Nutrientes (nitrato-NO<sub>3</sub>; nitrito-NO<sub>2</sub>; amônia-NH<sub>4</sub>; sílica-SiO<sub>2</sub> e fósforo-PO<sub>4</sub>) na massa de água ao longo dos ciclos de maré de Janeiro e Março de 1989 (coeficientes de maré de 0,9m e 0,3m respectivamente)



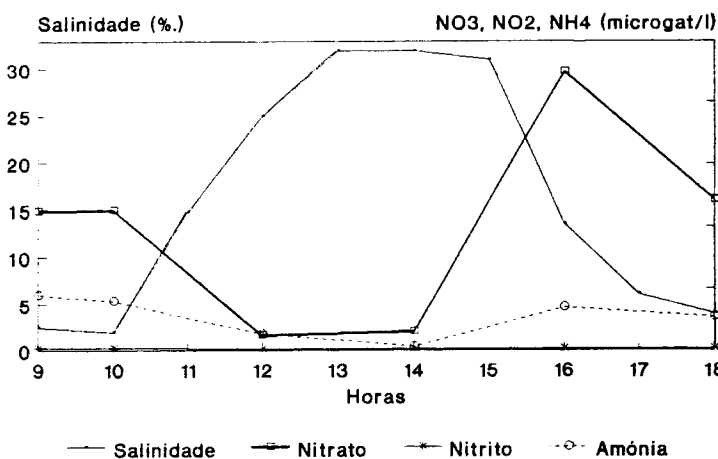
Varição de Fósforo, Clorof.a e Feopigm. durante o ciclo de maré viva, Jan.1989



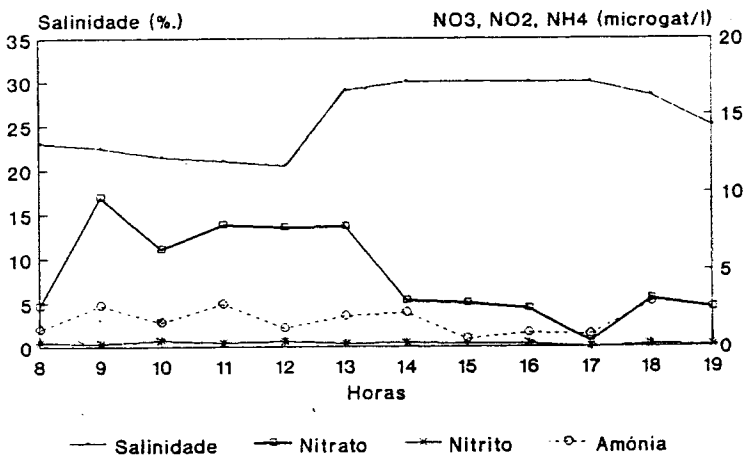
Varição de Fósforo, Clorof.a e Feopigm. durante o ciclo de maré viva, Março 1989



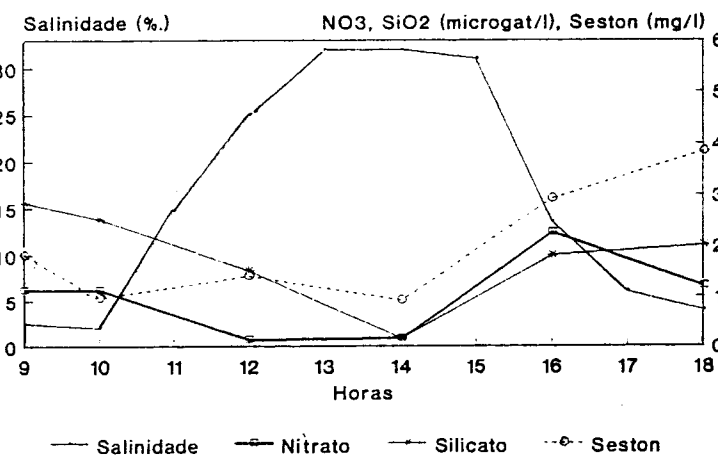
Varição de Nitrato, Nitrito e Amónia durante o ciclo de maré viva, Jan.1989



Varição de Nitrato, Nitrito e Amónia durante o ciclo de maré viva, Março 1989



Varição de Nitrato, Silicato e Seston durante o ciclo de maré viva, Jan.1989



Varição de Nitrato, Silicato e Seston durante o ciclo de maré viva, Março 1989

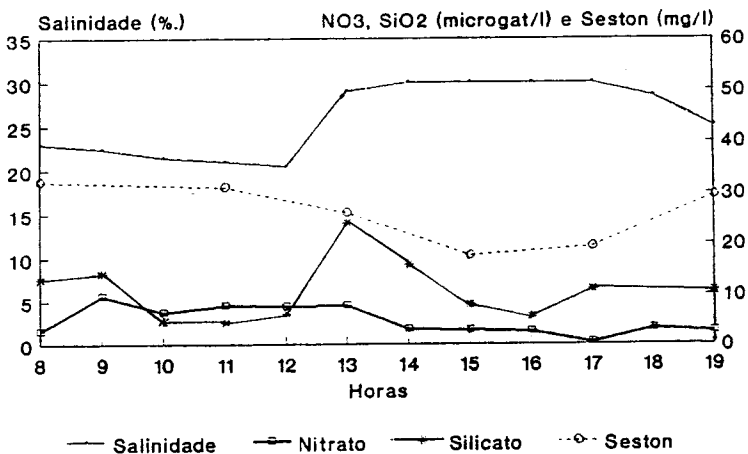
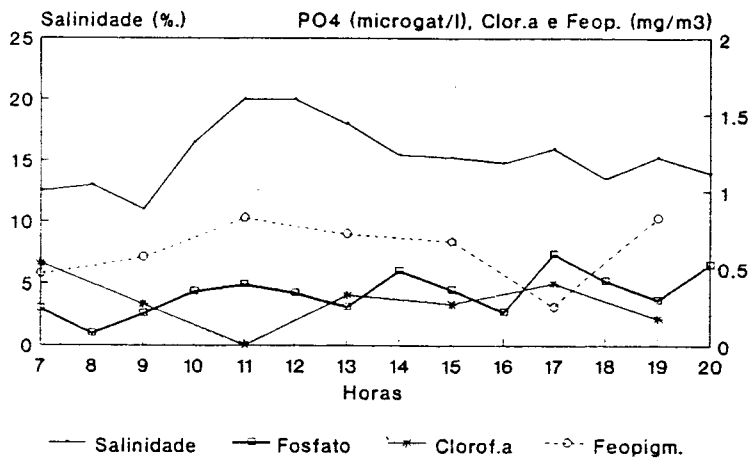


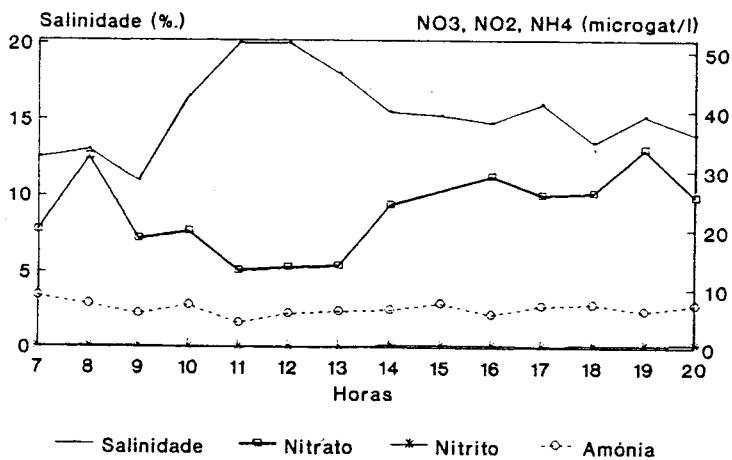
FIG. 4.10: Estuário da Ribeira de Aljezur - Nutrientes (nitrato- $\text{NO}_3$ ; nitrito- $\text{NO}_2$ ; amónia- $\text{NH}_4$ ; sílica- $\text{SiO}_2$  e fósforo- $\text{PO}_4$ ) na massa de água ao longo dos ciclos de maré de Janeiro e Março de 1989 (coeficientes de maré de 0,9m e 0,3m respectivamente)

## Ribeira de Aljezur

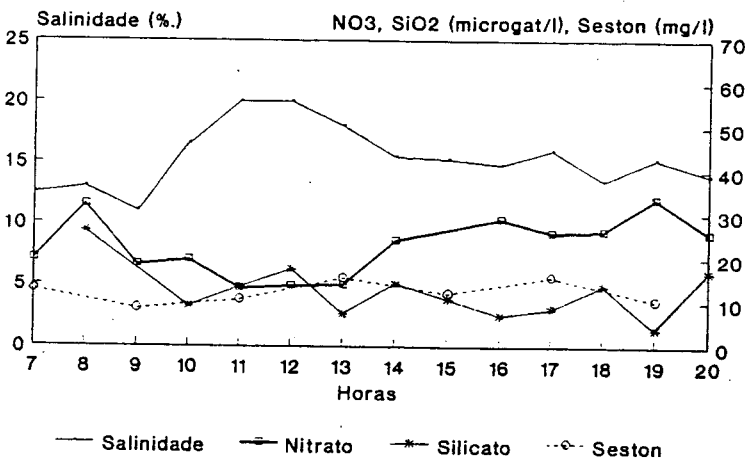
Variação de Fósforo, Clorof.a e Feopigm. durante o ciclo de maré morta, Fev.1989



Variação de Nitrato, Nitrito e Amónia durante o ciclo de maré morta, Fev.1989

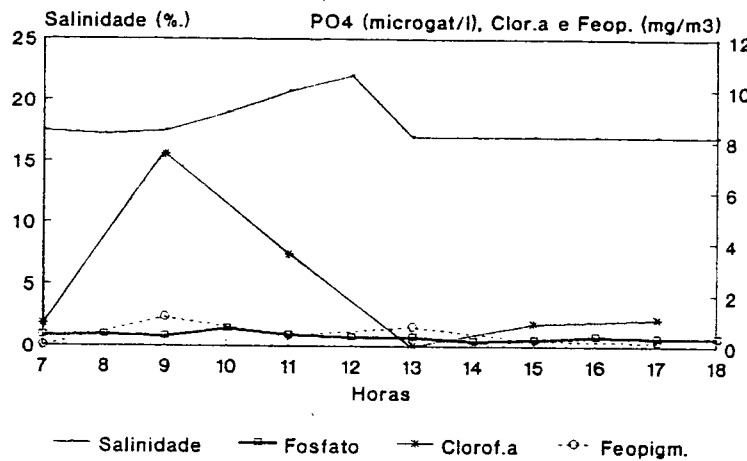


Variação de Nitrato, Silicato e Seston durante o ciclo de maré morta, Fev.1989

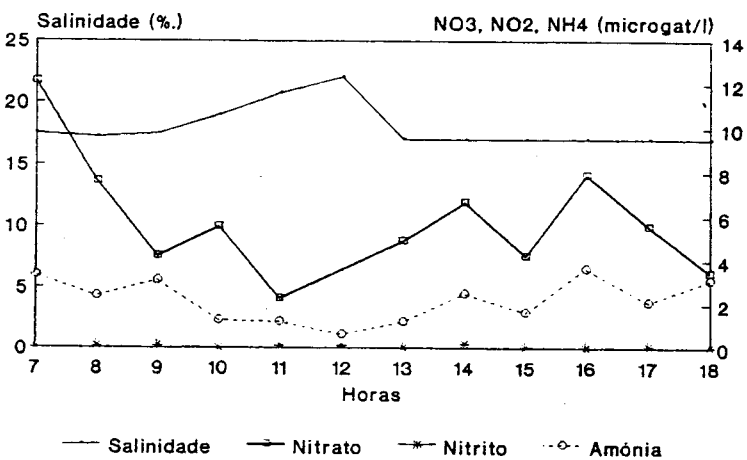


## Ribeira de Odeceixe

Variação de Fósforo, Clorof.a e Feopigm. durante o ciclo de maré morta, Fev. 1989



Variação de Nitrato, Nitrito e Amónia durante o ciclo de maré morta, Fev. 1989



Variação de Nitrato, Silicato e Seston durante o ciclo de maré morta, Fev. 1989

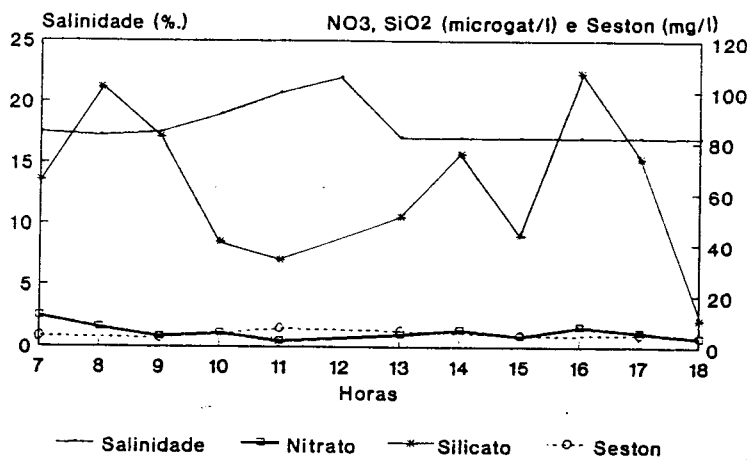


FIG. 4.11: Estuários das Ribeiras de Odeceixe e de Aljezur - Nutrientes (nitrato- $\text{NO}_3$ ; nitrito- $\text{NO}_2$ ; amónia- $\text{NH}_4$ ; sílica- $\text{SiO}_2$  e fósforo- $\text{PO}_4$ ) na massa de água ao longo dos ciclos de maré de Fevereiro de 1989 (coeficiente de maré de 1,4m)

Tanto a amônia como o nitrito apresentam-se em concentrações baixas o que é sem dúvida originado por os valores do oxigênio serem elevados e permitirem a rápida oxidação dos compostos azotados.

Em geral os valores médios dos nutrientes são superiores nas marés que se seguem ao período de maior precipitação. Os nitratos apresentam uma maior variação em Aljezur (Janeiro = 10,0  $\mu\text{gat/l}$ ; Fevereiro = 22,7  $\mu\text{gat/l}$ ; Março = 4,7  $\mu\text{gat/l}$ ) do que em Odeceixe (Janeiro = 8,6  $\mu\text{gat/l}$ ; Fevereiro = 6,4  $\mu\text{gat/l}$ ; Março = 8,1  $\mu\text{gat/l}$ ).

Em Odeceixe a concentração média de sílica (Janeiro = 48,3  $\mu\text{gat/l}$ ; Fevereiro = 57,1  $\mu\text{gat/l}$  Março = 30,8  $\mu\text{gat/l}$ ) é sempre mais elevada do que em Aljezur (Janeiro = 18,1  $\mu\text{gat/l}$ ; Fevereiro = 11,1  $\mu\text{gat/l}$ ; Março = 10,1  $\mu\text{gat/l}$ ). Estes valores confirmam mais uma vez a maior influência da escorrência continental no estuário de Odeceixe.

De notar que os valores médios detectados para o fósforo são menores nas marés após o período de enxurrada (Odeceixe-Janeiro = 0,32  $\mu\text{gat/l}$  e Aljezur-Janeiro = 0,12  $\mu\text{gat/l}$ ) do que nas marés de Março (Odeceixe = 0,46  $\mu\text{gat/l}$  e Aljezur = 0,37  $\mu\text{gat/l}$ ) o que de certo modo leva a supôr que a maior fonte de fósforo será predominantemente de origem autóctona, se bem que associada às salinidades mais baixas, do que exterior ao sistema (FIGS. 4.9 a 4.11).

### 4.3.2 - Sedimento

#### 4.3.2.1 - Matéria Orgânica

Os dois teores em matéria orgânica (MO1 e MO2) do sedimento, calculados com base nas duas temperaturas de ignição, estão significativamente correlacionados entre si ( $r=0,36$ ,  $p<0,05$ ).

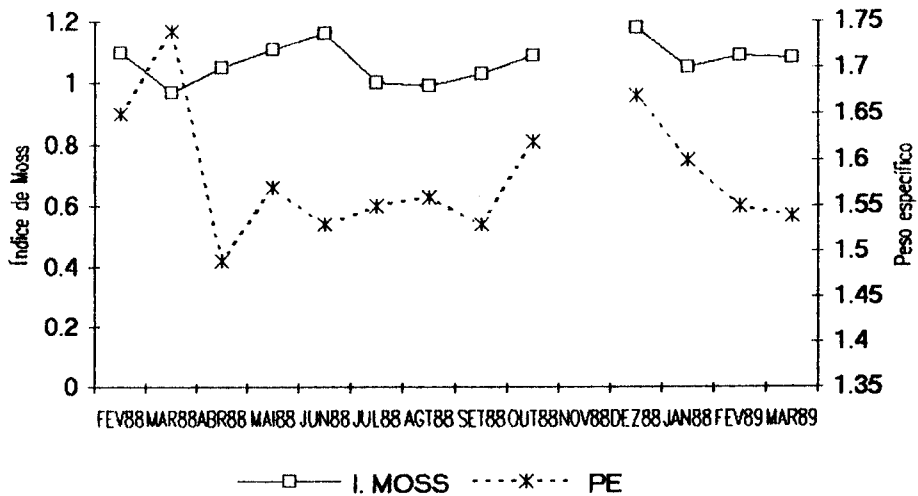
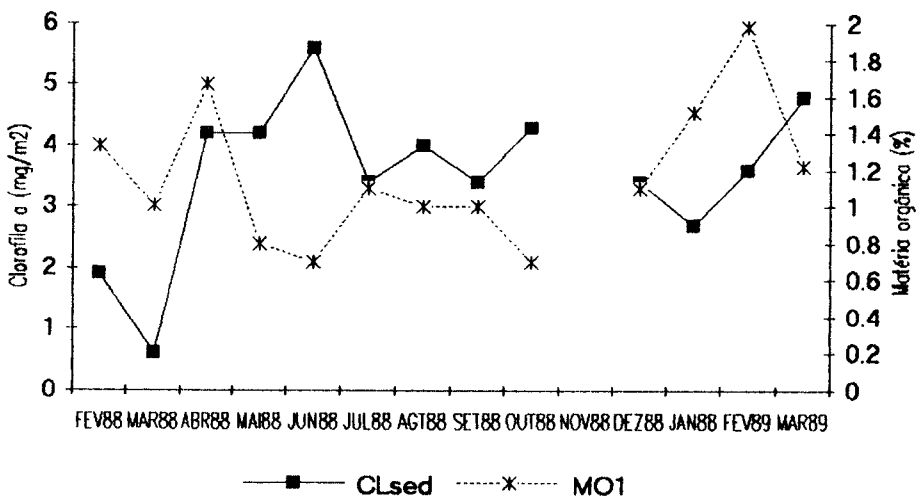
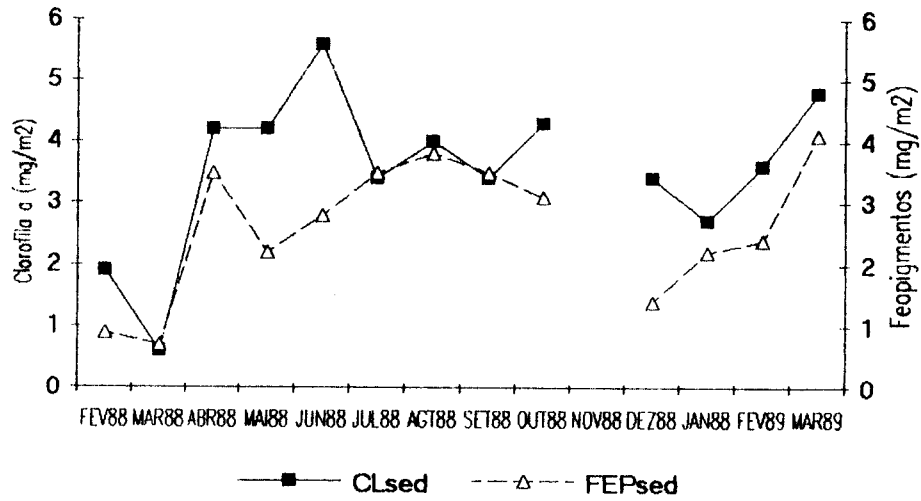


FIG. 4.12: Estuário da Ribeira de Odeceixe - Evolução dos parâmetros do sedimento ao longo do período de amostragem: a) concentração de clorofila *a* (CLsed) e feopigmentos (FEPsed); b) concentração de clorofila *a* (CLsed) e percentagem de matéria orgânica (MO1); c) índice de MOSS (I.MOSS) e peso específico (PE).

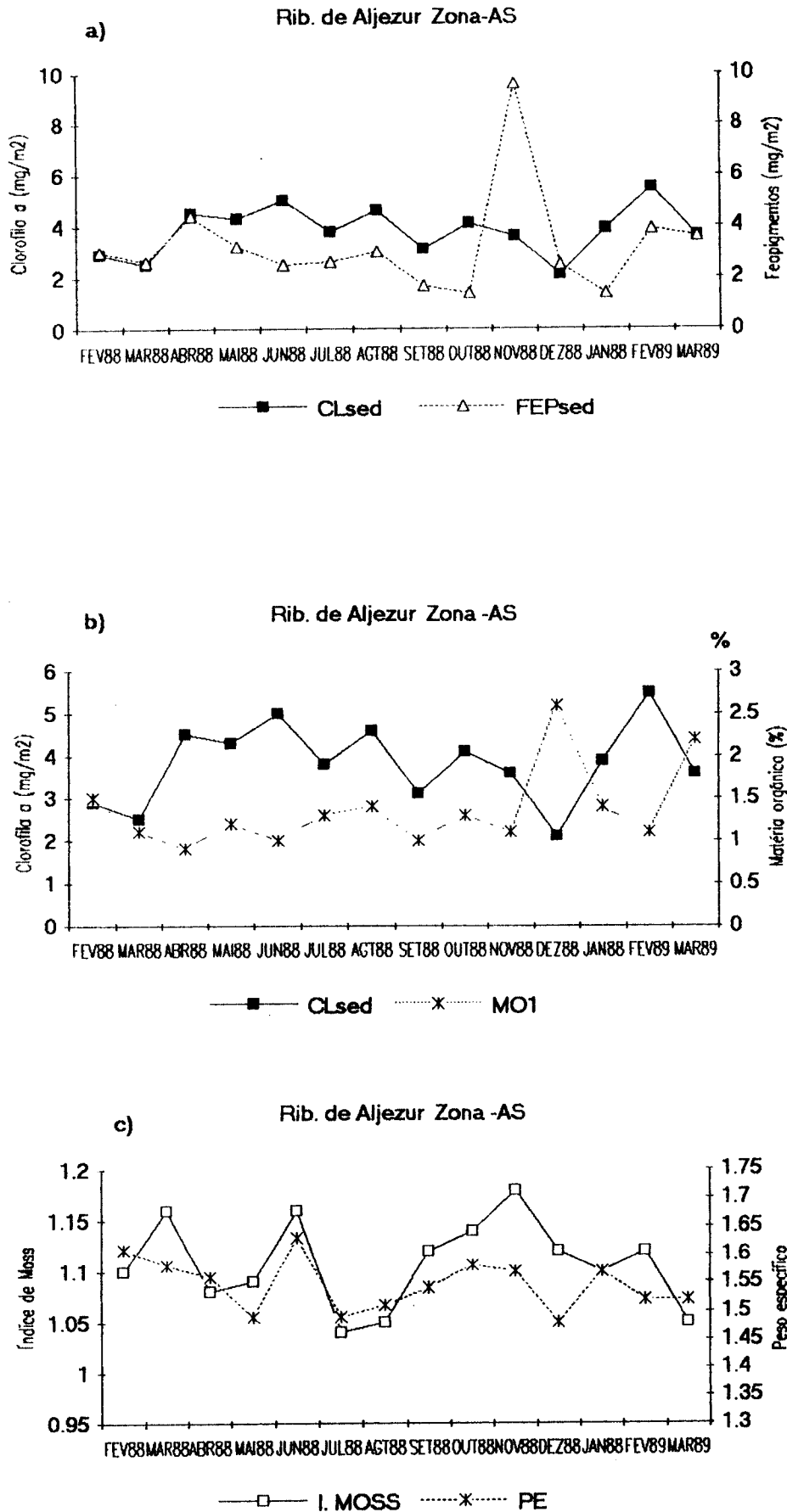


FIG. 4.13: Estuário da Ribeira de Aljezur - Evolução dos parâmetros do sedimento ao longo do período de amostragem na Zona-AS: a) concentração de clorofila *a* (CLsed) e feopigmentos (FEPsed); b) concentração de clorofila *a* (CLsed) e percentagem de matéria orgânica (MO1); c) índice de MOSS (I.MOSS) e peso específico (PE).

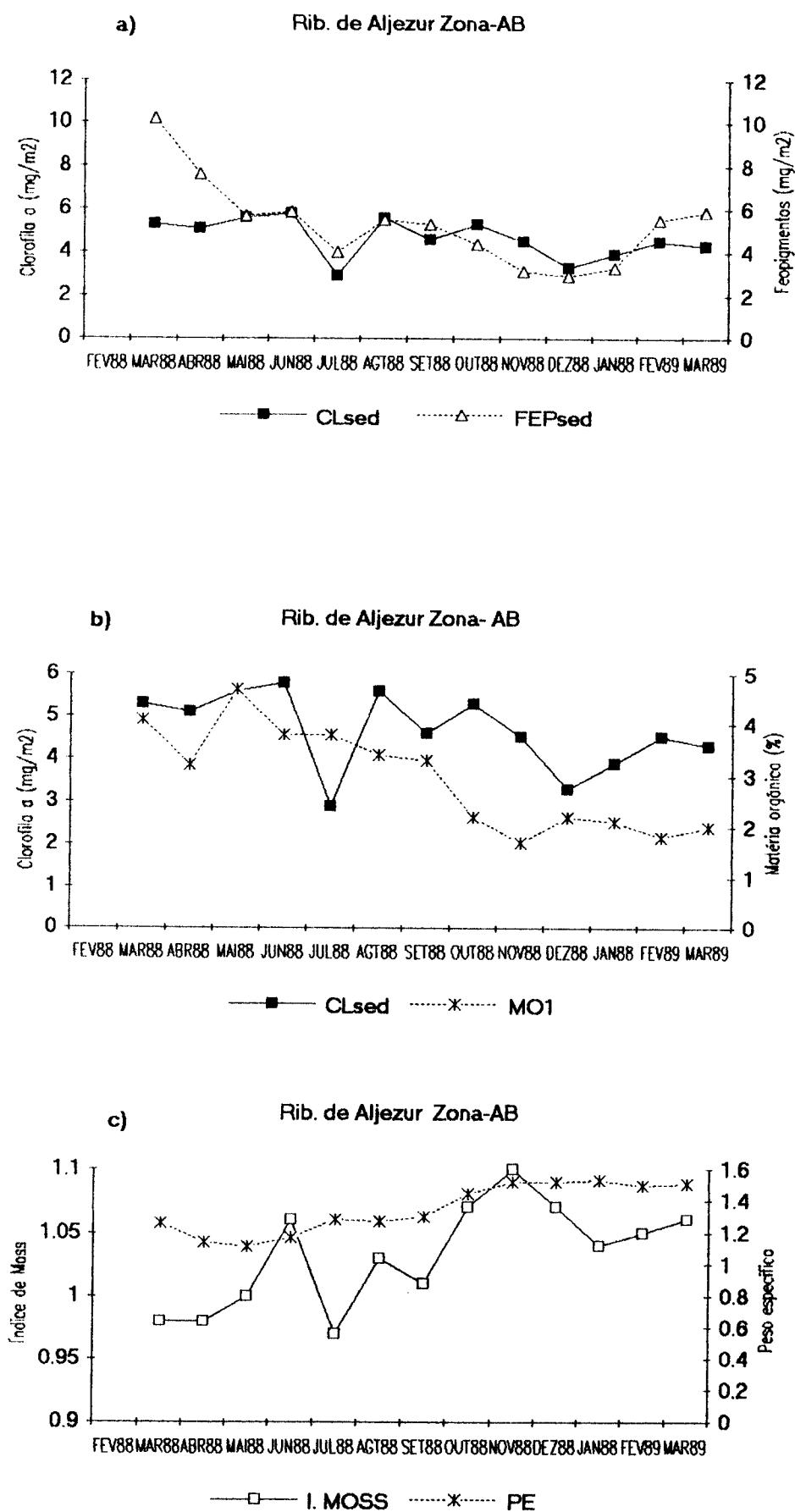


FIG. 4.14: Estuário da Ribeira de Aljezur - Evolução dos parâmetros do sedimento ao longo do período de amostragem na Zona-AB: a) concentração de clorofila *a* (CLsed) e feopigmentos (FEPsed); b) concentração de clorofila *a* (CLsed) e percentagem de matéria orgânica (MO1); c) índice de MOSS (I.MOSS) e peso específico (PE).

São os sedimentos de Aljezur que apresentam maior percentagem em matéria orgânica não deixando de ser, no entanto, valores baixos, não se tendo detectado nenhuma relação óbvia entre este parâmetro e a clorofila *a* (FIGS 4.12, 4.13 e 4.14). Em Odeceixe sobressaiem os valores de Abril de 1988 (MO1 = 1,67%) e de Fevereiro de 1989 (MO1 = 1,98%).

Na Zona-AS do estuário de Aljezur, salienta-se o valor de Dezembro de 1988 (MO1 = 2,6%). Em ambos os sistemas estes valores mais elevados poderão ser atribuídos ao arrastamento e deposição de materiais pelas águas das chuvas. A Zona-AB do estuário que, inicialmente, continha maior teor em matéria orgânica (máximo = 4,7% e mínimo = 1,7%) apresentou um nítido decréscimo neste parâmetro ao longo do período de amostragem. Esta diminuição na matéria orgânica foi originada pela lavagem provocada pelo fluxo pluvial e pelo ligeiro enriquecimento em areia observado neste local (cf. 4.3.2.2).

#### 4.3.2.2 - Granulometria

O sedimento da zona amostrada foi classificado como areia média/fina com uma componente de silte e argila podendo ser considerados como dos sedimentos mais estáveis do estuário (MAGALHÃES *et al.*, 1987; COSTA *et al.*, 1988; DUARTE, 1988).

A análise granulométrica do sedimento colhido em Junho de 1988 confirma o que atrás se referiu. Os resultados da amostra de Dezembro de 1988, que corresponde ao período imediatamente a seguir às chuvas, indicam que há um aumento da percentagem de argila com conseqüente deslocação de algumas das amostras de areias para areias vasosas (RITA FONSECA, com. pess.).

O peso específico do sedimento está directamente correlacionado com a percentagem de água ( $r = 0,62$  e  $p < 0,05$ ) e logo com a granulometria. Este parâmetro mostrou, no geral, pouca variação ao longo do período de amostragem nos dois estuários.

Salienta-se, no entanto, duas excepções para cada um dos sistemas: Fevereiro-Março e Setembro- Dezembro para o estuário de Odeceixe (FIG. 4.12c), e para a Zona-AS do estuário de Aljezur os meses de Junho e Dezembro (FIG. 4.13c). A Zona-AB deste último sistema foi a que se mostrou mais estável não se observando nenhuma variação brusca, podendo-se considerar existir uma tendência para um ligeiro aumento do peso específico ao longo do período do estudo (FIG. 4.14c).

No estuário da Ribeira de Odeceixe o peso específico aumenta de Fevereiro a Março decrescendo depois abruptamente e mantendo-se mais ou menos estável até Setembro, altura em que começa novamente a subir até Dezembro. Este processo foi acompanhado por uma dinâmica inversa na percentagem de matéria orgânica. Nos períodos em que há um grande aumento de matéria orgânica assiste-se à descida do peso específico (FIG. 4.12b), o que sugere que a variação deste parâmetro na Ribeira de Odeceixe depende directamente do teor em matéria orgânica.

O pico no peso específico do sedimento de Odeceixe, observado em Fevereiro de 1988, corresponde ao arrastamento das partículas mais finas do sedimento provocado pelas chuvas do semestre húmido anterior (precipitação de Nov.87 a Jan.88 = 127,1 mm). Fenómeno idêntico deu origem à elevação do peso específico entre Setembro-Dezembro de 1988. Com o abrandamento das correntes, deposição da matéria orgânica e de sedimentos mais finos trazidos de montante, observa-se nos meses seguintes a estabilização do peso específico em cerca de 1,55 (FIG. 4.12c).

Na evolução do peso específico da Zona-AS do estuário de Aljezur sobressai o aumento abrupto de Junho e o intenso abaixamento em Dezembro (FIG. 4.13c). O



súbito aumento do peso específico em Aljezur, ao contrário de Odeceixe, não pode ser totalmente explicado pelas variações no teor em matéria orgânica (FIG.4.13b), pois neste sistema, as oscilações neste parâmetro não foram suficientemente intensas (0,2mg/m<sup>2</sup> de diferença entre Maio e Junho) para explicar por si só as variações no peso específico, além de que ao aumento na percentagem de matéria orgânica ao longo do Verão não corresponde uma diminuição do peso específico, mas sim o contrário (FIG.4.13b e c). Esse aumento deverá, assim, relacionar-se também com a incursão de areias de jusante num processo de assoreamento análogo ao descrito por MAGALHÃES *et al.* (1987) e por COSTA *et al.* (1988).

Em contrapartida, o decréscimo observado durante o mês de Dezembro corresponde um aumento da percentagem em matéria orgânica (1,5 mg/m<sup>2</sup> de aumento de Novembro para Dezembro) que foi certamente uma consequência das enxurradas do mês anterior (FIG.4.13b e c).

A Zona-AB do estuário de Aljezur, como já foi referido, foi a que demonstrou ser a mais estável (FIG.4.14c) e é a que apresenta um peso específico médio mais baixo (1,35) enquanto que o valor para a Zona-AS (1,55) se assemelha ao de Odeceixe (1,59).

#### 4.3.2.3 - Fitopigmentos

O sistema de Aljezur foi o que apresentou, no geral, maior teor em matéria orgânica no sedimento e maior concentração de clorofila *a*. Mais uma vez se observa que o sedimento da Zona-AS se comporta de um modo mais próximo do sedimento de Odeceixe do que do da Zona-AB que lhe está próxima. É nesta última que os valores médios de clorofila *a* e de feopigmentos são mais elevados (4,7 e 5,3 mg/m<sup>2</sup> respectivamente), enquanto que os da Zona-AB (clorofila *a* = 3,8 mg/m<sup>2</sup> e

feopigmentos =  $3,2 \text{ mg/m}^2$ ) se aproximam dos de Odeceixe (clorofila  $a = 3,5 \text{ mg/m}^2$  e feopigmentos =  $2,6 \text{ mg/m}^2$ ). É também na Zona-AB que na maioria dos meses as concentrações dos dois fitopigmentos são muito próximas (FIG. 4.14a).

A evolução da clorofila  $a$  nos sedimentos de ambos os sistemas mostra que, tal como na coluna de água, há um incremento de Março a Junho. Nos sedimentos de Odeceixe e nos sedimentos da Zona-AS de Aljezur observou-se nova fase de produção de clorofila  $a$  no período pós chuvas (FIGS. 4.12a, 4.13a e 4.14a).

O primeiro período detectado pode ser atribuído ao desenvolvimento das populações microfitobênticas face ao aumento da temperatura e salinidade, conjugadas com a disponibilidade de nutrientes. As concentrações de clorofila  $a$  do período pós-chuvas devem-se essencialmente aos nutrientes que vieram de montante juntamente com os libertados pelos processos de decomposição inerentes a uma fase pós-enxurrada, juntando-se a esta disponibilidade de nutrientes o aumento de temperatura que se verificou a partir de Dezembro de 1988.

As estações consideradas, inserindo-se em zonas sedimentares intermédias deveriam apresentar elevadas concentrações de clorofila  $a$  (COSTA *et al.*, 1988; CRISTO *et al.*, 1989); no entanto, ao comparar estes valores com os daqueles autores detecta-se um decréscimo quer no teor de matéria orgânica quer no teor dos fitopigmentos. Estas observações parecem sugerir uma diminuição da produtividade na zona a que poderá não ser alheio o assoreamento detectado por MAGALHÃES *et al.* (1987). No entanto, os valores obtidos para o índice de MOSS demonstram tratarem-se ainda de zonas de produtividade elevada.

O índice de MOSS exprime a proporção entre a clorofila  $a$  e a sua forma degradada, a feofitina. Nas zonas de areia este índice tem valores próximos da unidade sendo mais baixo nas vasas, o que traduz uma maior componente de clorofila  $a$  degradada. O valor máximo relativo a clorofila  $a$  não degradada é de 1,47, para 50%

de degradação teremos um valor próximo de 0,95 e para 100% de degradação o índice será entre 0,65 e 0,75 (MOSS, 1967).

Os valores observados nestes sedimentos para o índice de Moss nunca são inferiores a 0,97 sendo a maioria superiores à unidade o que demonstra, assim, estarmos em presença de sedimentos com elevada produção de clorofila *a* e sem importante acumulação de material detritico (FIGS. 4.12 a 4.14).

#### 4.4 - CONCLUSÕES

Apesar de algumas diferenças os dois sistemas apresentam características semelhantes, nomeadamente o seu carácter torrencial.

No estuário de Odeceixe a estratificação salina só desaparece nos períodos de chuva intensa em que o caudal fluvial anula o efeito do fluxo de água marinha. Pode-se, assim, incluir este sistema no grupo dos estuários parcialmente estratificados (DAY, 1981). A permanência da estratificação no estuário desta ribeira conjuntamente com as concentrações de sílica e de nitratos, e a evolução do seston total, evidenciam a grande dependência deste estuário da escorrência continental.

O sistema de Aljezur é, normalmente, dominado pelas correntes de maré o que leva a uma homogeneização da massa de água e a uma salinidade média superior à de Odeceixe. As características deste estuário permitem classificá-lo como homogéneo (DYER, 1979).

Independentemente do sedimento de toda a área amostrada ser composto por areia média-fina com uma produção activa de clorofila *a*, salienta-se que, no geral, Odeceixe se aproxima da Zona-AS de Aljezur enquanto que o outro local deste estuário

(Zona-AB) tem características próprias que denotam uma maior aproximação dos sedimentos vasosos.

Os fortes caudais fluviais que se fazem sentir nestes sistemas no período chuvoso, se por um lado asseguram a manutenção da abertura ao mar e a remoção das areias do assoreamento, por outro lado alteram completamente as características do meio, tendo repercussões importantes nas suas fauna e flora. Há ainda que referir a previsível importância, para a zona litoral marinha, dos nutrientes que são exportados nestas situações.

## 5 - IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO

Verificou-se que os critérios, ligados à visibilidade ou não visibilidade do ligamento, considerados como expeditos para a discriminação entre *Cardium edule* e *Cardium glaucum* (CAP. 2), não se aplicavam à totalidade dos exemplares analisados.

As dificuldades sentidas na discriminação das duas espécies motivaram o recurso à utilização de uma identificação bioquímica tendo em vista o estabelecimento de um conjunto de características morfológicas válidas para a identificação fiável das amostras.

No princípio deste século começou-se a reconhecer as vantagens da utilização de caracteres bioquímicos na definição de alguns aspectos taxonómicos, começando-se por utilizar técnicas imunológicas que estipulavam semelhanças e diferenças entre grupos de amostras. A electroforese, conhecida desde os finais do século XIX, só começou a ser utilizada com frequência quando se desenvolveu a electroforese em suporte de gel e se descobriu o processo de codificação genética pelo DNA. Actualmente utiliza-se esta técnica na separação de proteínas e estudo da variabilidade isoenzimática e proteica. A estrutura dos genes que codificam esses compostos é assim estabelecida, indirectamente, podendo-se utilizar esta técnica no reconhecimento de numerosas espécies e em alguns casos de categorias infraespecíficas (FERGUNSON, 1980; TRANCOSO, 1987; ROSA, 1989).

Numa tentativa de resolução da problemática taxonómica entre *Cardium edule* e *Cardium glaucum*, BROCK (1978) evidenciou diferenças nalguns padrões enzimáticos destas duas espécies (CAP. 2).

Tendo em consideração esses resultados tentou-se estabelecer uma correspondência entre descritores bioquímicos discriminantes e alguns descritores morfológicos da concha destas duas espécies de *Cardium* do litoral português. Os critérios morfológicos eficazes para a discriminação entre *Cardium edule* e *Cardium glaucum* em populações portuguesas foram determinados em estudos anteriores em, co-autoria, (MACHADO & COSTA, 1992; *in press*) que são aqui retomados.

## 5.1 - MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1.1 - Princípios Gerais da Electroforese

A electroforese é um método electroquímico em que partículas em solução e com carga eléctrica são separadas pela acção de um campo eléctrico. A carga eléctrica das partículas é determinada pela sua composição química e pelo pH do meio. Essas partículas migram em direcção ao cátodo ou ao ânodo consoante a sua carga seja positiva ou negativa. A velocidade de migração é proporcional ao valor absoluto da carga e também à dimensão e estrutura da molécula.

No caso das proteínas, as que apresentam diferentes velocidades de migração têm pelo menos um aminoácido diferente, o que, face à teoria de codificação genética, implica a existência de diferenças na própria estrutura dos nucleótidos, pelo menos num par de bases (TRANCOSO, 1987).

Para se proceder a uma electroforese é necessário uma fonte de tensão eléctrica e um aparelho de electroforese com dois reservatórios, cada um com seu eléctrodo, onde decorre o processo separativo.

As amostras são colocadas no meio de suporte (gel de amido, poliacrilamida, agarose) que por sua vez é inserido no aparelho de modo a ficar em contacto com a

solução tampão que enche os reservatórios. A corrente eléctrica da fonte é transportada pelos iões do tampão, tanto dos eléctrodos como do gel. Os iões da amostra vão migrar para um ou outro eléctrodo a uma velocidade que será função da carga, dimensão e estrutura da molécula, e da viscosidade do meio.

Interrompendo a passagem da corrente antes da amostra começar a abandonar o meio de suporte, obtém-se a separação dos componentes da amostra ao longo desse meio, de acordo com a sua migração electroforética diferencial. Essas zonas só serão visíveis após coloração por métodos de revelação próprios para cada caso, surgindo como bandas coloridas no gel. A visualização das isoenzimas baseia-se nas suas propriedades catalíticas específicas, as quais são aproveitadas para originar um produto corado.

#### **5.1.1.1 - Colheita e conservação das amostras**

Foram submetidos a electroforese horizontal em gel de amido extractos enzimáticos provenientes do hepatopâncreas de cerca de 600 berbigões colhidos em 36 estações de amostragem distribuídas por 16 sistemas estuarinos e lagunares situados ao longo da costa continental portuguesa (FIG. 2.2).

As colheitas foram realizadas entre Março de 1988 e Maio de 1991. Considerou-se ainda uma amostra da Ribeira de Aljezur de Junho de 1984 e outra da Lagoa de Santo André de Março de 1987. Os bivalves foram submetidos a um período de depuração de 20 - 48 horas para esvaziarem o intestino (BROCK, 1978).

O material biológico foi conservado em azoto líquido tendo sido necessário armazenar algumas das amostras de bivalves numa arca de congelação (-80°C) durante alguns dias sendo depois transferidas para azoto líquido.

Os extractos analisados foram obtidos a partir de hepatopâncreas extraídos de animais inteiros conservados em azoto líquido, de hepatopâncreas previamente retirados e conservados em azoto, e de bivalves processados imediatamente após a depuração. Não foram detectadas diferenças de actividade enzimática atribuíveis aos diferentes modos de processamento das amostras.

A conservação em azoto líquido revelou-se muito eficaz permitindo a manutenção de excelentes actividades enzimáticas em extractos preparados após 30 meses de conservação do material.

#### 5.1.1.2 - Técnicas electroforéticas

As técnicas electroforéticas usadas seguiram BROCK (1978) no essencial. A homogeneização dos hepatopâncreas foi efectuada segundo CLAYTON & TRETIAK (1972). Devido à pequena dimensão dos hepatopâncreas optou-se por um processo manual de homogeneização por maceração da amostra com vareta de vidro num tubo envolvido em gelo.

O homogenato foi centrifugado (12 000 rpm) durante 20 minutos a 0°C. O sobrenadante foi embebido em pequenos rectângulos (5 x 6 mm) de papel de filtro (Whatmann nº1) que foram conservados dentro de tubos criogénicos em azoto líquido.

A concentração de gel de amido (12%) e o sistema de tampões (citrato-morfolina, pH 6,1 - CLAYTON & TRETIAK, 1972) foram idênticos aos utilizados por BROCK (1978) para a determinação dos padrões electroforéticos da malato desidrogenase (MDH).

A electroforese foi efectuada numa mesa de electroforese (Pharmacia, FBE - 3000) refrigerada a cerca de 2°C. A dimensão das placas de gel, com 6 mm de



espessura, foi adaptada às dimensões da mesa de electroforese. Foi aplicada uma diferença de potencial constante de 230 volts durante 1160 voltshora. A amperagem variou entre 50 e 70 mA.

Cada gel, cortado horizontalmente em 3 placas, foi revelado para MDH, para os sistemas enzimáticos da leucina aminopeptidase (LAP) e para esterases não específicas. A coloração para esterases não específicas seguiu a adoptada por TRANCOSO (1987). As colorações para MDH e para LAP foram adaptadas de TRANCOSO (1987) e de TRACEY *et al.* (1975), respectivamente.

## 5.1.2 - Estudos Morfológicos

### 5.1.2.1 - Características morfológicas

As conchas de 534 berbigões (379 *C. edule* e 155 *C. glaucum* ), correspondentes aos indivíduos claramente identificados pelos padrões electroforéticos e cujas conchas se conservavam em bom estado, foram objecto de um estudo morfológico.

A escolha dos caracteres teve em conta as nossas próprias observações e o que tem sido referido como importante na diferenciação das duas espécies (MARS, 1951; HOPNER PETERSEN, 1958; BOYDEN, 1971a; BOYDEN & RUSSELL, 1972; VAN URK, 1973; TEEBLE, 1976; BROCK, 1978; CANÁRIO & ANDRADE, 1984).

Foram considerados 7 caracteres quantitativos (FIG. 5.1) medidos com craveira digital (0,1 mm de precisão) ou com lupa binocular com ocular micrométrica (0,01 mm de precisão) e 9 caracteres qualitativos e semi-quantitativos (QUADRO 5.1).

Os caracteres biométricos da concha (FIG. 5.1) considerados foram os seguintes:

- comprimento (C) = distância entre os bordos posterior e anterior;
- altura (A) = distância entre o umbo e o bordo ventral;
- espessura (E) = distância máxima entre as duas valvas medida paralelamente à charneira.
- comprimento do ligamento (LL);
- largura da costela na zona central do bordo ventral (LC);
- altura da costela na zona central do bordo ventral (AC);
- largura do sulco entre duas costelas na zona central do bordo ventral (LS)

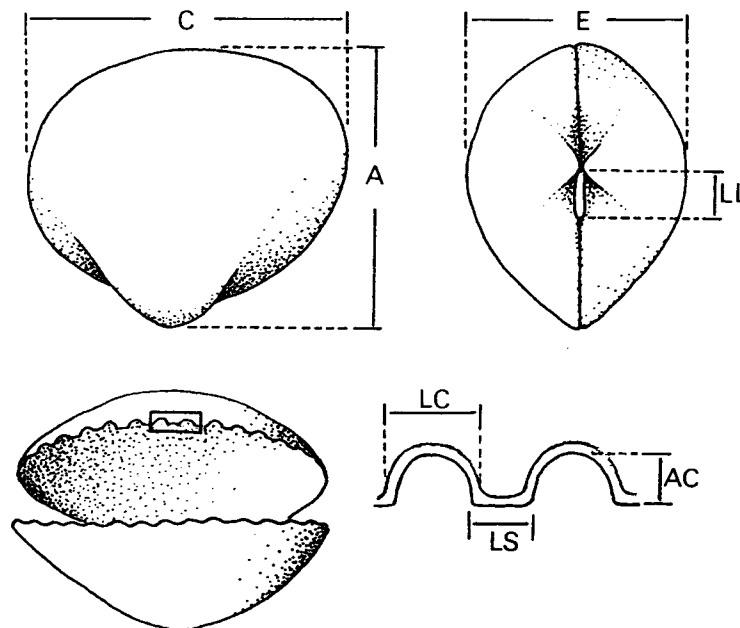


FIG. 5.1: Concha de *Cardium* spp. - caracteres biométricos a) vista lateral da concha: C = comprimento, A = altura; b) vista dorsal da concha: E = espessura, LL = comprimento do ligamento; c) vista ventral da concha; LC = largura da costela; LS = largura do sulco; AC = altura da costela.

QUADRO 5.1: Conjunto dos caracteres qualitativos e semiquantitativos da concha considerados. Designou-se como 1 as características tidas como específicas de *Cardium edule*.

---

CARACTER (códigos nominais)      ESTADOS CARACTER (códigos numéricos)

---

**Caracteres Qualitativos**

Perióstraco (PER)	pouca quantidade (1)	grande quantidade (2)
Escamas calcárias (ES) (mais evidentes na zona frontal)	finas, tipo laminar, inserção perpendicular (1)	não existentes ou espessas espessas inserção oblíqua (2)
Cor da concha (CR) (observada na zona posterior)	outra cor que não verde glaucum ou verde marinha <sup>a</sup> (1)	verde glaucum ou verde marinha <sup>a</sup> (2)
Par de manchas (MAN) (zona interna posterior)	presente (1)	não presente (2)

---

**Caracteres semiquantitativos**

Visibilidade do ligamento (LG)	visível (1)	tangencial (2)	não visível (3)
Junção das valvas na zona posterior (PJ)	crenulada (1)	ligeiramente crenulada (2)	direita (3)
Junção das valvas na zona ventral (VJ) (na região média da concha)	crenulada (1)	simultaneamente crenulada e direita ligeir. crenulada (2)	direita(3)
Forma da concha (FR) ângulo entre o lado dorsal e o lado posterior	presente (1)	forma intermédia (2)	ausente (3)
Perfil das valvas (PF) (na região média da concha)	suave (1) (caneluras não proeminentes)	intermédia (2)	vincado (3) (caneluras proeminentes)

---

<sup>a</sup> verde escuro marinha: cor muito característica de *Cardium glaucum* proveniente de marinhas de sal

### 5.1.2.2 - Análise multivariada

A análise multivariada desempenha dois importantes papéis nos trabalhos de índole biológica/ecológica : 1- ajuda a evidenciar uma estruturação dos dados; 2 - produz uma síntese, relativamente objectiva, dos dados o que permite não só uma melhor compreensão mas também uma representação mais fácil dos resultados (GAUCH, 1984).

Dada a dimensão e características da matriz de dados recorreu-se a técnicas de análise multivariada de ordenação (POOLE, 1974; DAGET, 1976; LEGENDRE & LEGENDRE, 1979; GAUCH, 1984).

O princípio da ordenação é o de reduzir a representação num espaço fenético multidimensional para uma outra representação num pequeno número de dimensões (SNEATH, 1978 *in* TRANCOSO, 1987). A Análise em Componentes Principais (PCA) tem vindo a ser aplicada a dados ecológicos desde os anos cinquenta e permite uma representação integrada entre as observações e as suas características.

Nesta análise os objectos (OTU's=observações ou unidades amostrais) ou os descritores (variáveis ou parâmetros) são redistribuídos relativamente aos eixos de um espaço com tantas dimensões quanto o número de descritores. As grandes relações de conjunto são explicitadas pela associação dos objectos ou dos descritores, os grupos são constituídos tendo em conta a posição relativa que os descritores ou os objectos têm entre si.

A representação gráfica desse espaço comportando tantos eixos quantos os descritores considerados, é, no entanto, inviável para um número de dimensões superior a três. É usual seleccionar-se as projecções do diagrama multidimensional sobre os planos que retêm a maior percentagem de variância total, obtendo-se, assim,

uma representação óptima da variabilidade dos dados num espaço de dimensão reduzida.

Para testar a capacidade do conjunto de caracteres escolhidos em agrupar os indivíduos de acordo com o estabelecido pelos padrões electroforéticos realizou-se uma pré-análise em componentes principais sobre o conjunto de todos os caracteres. Esta PCA teve por base uma matriz de correlação entre os descritores (valores centrados e reduzidos). Devido a limitações do programa só foi possível considerar 300 unidades amostrais (150 relativas a cada espécie definidas aleatoriamente do total). Dado que este tratamento prévio evidenciou dois grupos distintos, procedeu-se a nova PCA sobre os caracteres qualitativos e semi-quantitativos.

Foi, ainda, utilizada outra técnica de análise multivariada, a análise discriminante (AD), que é utilizada quando se quer detectar o que determina a separação de grupos conhecidos de objectos, descritos com base numa série de variáveis numéricas, quer seja com o objectivo de se atribuir novos objectos a um dos grupos (identificação) ou com o objectivo de estabelecer, por exemplo, o nicho dos membros de grupos diferentes (discriminação). Procura-se com esta análise encontrar a combinação linear dos descritores que permitem a melhor separação entre os grupos, ou seja calcular a contribuição relativa de cada descritor para a discriminação final. Com base nos valores dos descritores obtêm-se funções discriminantes que determinam a inclusão de um novo objecto num dos grupos. O modelo mais simples (dois grupos) pode ser considerado como um caso particular de análise canónica (LEGENDRE & LEGENDRE, 1979).

POHLO (1963) foi o primeiro autor que utilizou este tipo de análise para avaliar a importância da relação proposta por HOPNER PETERSEN (1958) entre a espessura da concha e o comprimento do ligamento na distinção entre *Cardium edule* e *Cardium glaucum*.

Os caracteres qualitativos foram sujeitos a análise discriminante (AD) tendo sido os valores das características morfológicas (x) transformados em x' do seguinte modo:

$$x' = \ln x + 1$$

Como o resultado desta última análise não foi satisfatório, a amostra foi dividida em dois grupos, de acordo com o critério adoptado por BROCK (1978), sendo um constituído pelos exemplares de comprimento superior a 10 mm e outro pelos de comprimento igual ou inferior a 10 mm. A cada um destes conjuntos de dados foi aplicada nova AD.

Os programas utilizados foram NTSYS 1.5 (ROHLF, 1988) para PCA e STATGRAPHICS 4.0 (STSC, 1989) para AD.

## 5.2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.2.1 - Electroforese

Os padrões electroforéticos obtidos para MDH (FIG. 5.2a) correspondem aos encontrados por BROCK (1978) para *Cardium edule* e *Cardium glaucum*.

Estes padrões, constituídos por 3 bandas anódicas, são uniformes dentro de cada espécie mas apresentam inequívocas diferenças interespecíficas. Em *C. glaucum* a migração enzimática é mais rápida do que em *C. edule*. Nalguns exemplares de ambas as espécies, cuja MDH apresentava uma intensa actividade, surgiu uma 4ª banda anódica de migração mais rápida do que as restantes. Foi ainda observada uma banda catódica, evidenciando coloração menos intensa do que as anódicas, estando com frequência ausente, particularmente em *C. glaucum*. Não foram identificados padrões híbridos.

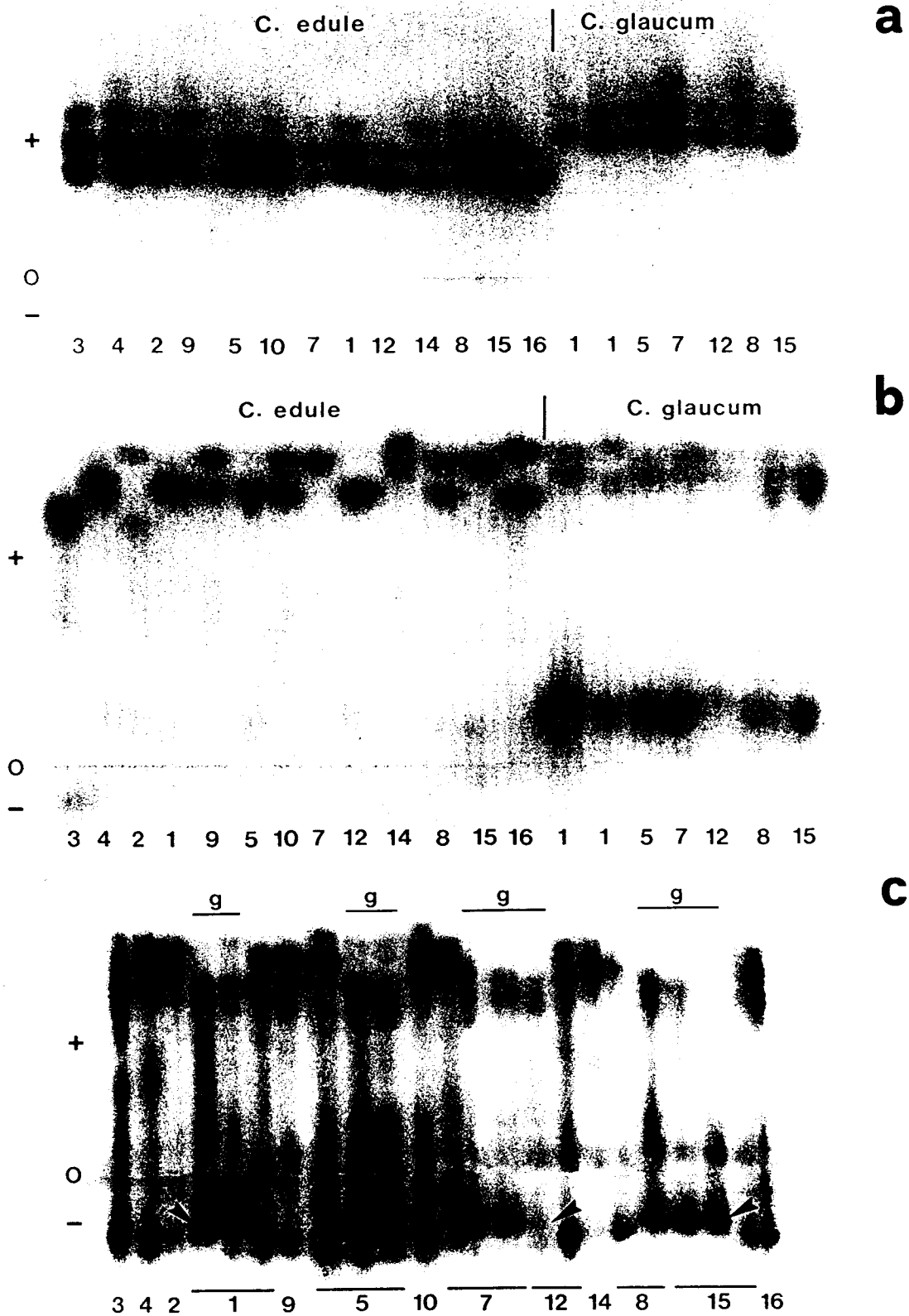


Fig. 5.2: *C. edule* e *C. glaucum* - Padrões individuais das enzimas hepatopâncreais analisadas pela electroforese: a) MDH; b) LAP; c) Esterases não específicas. Os números em posição inferior indicam a origem dos exemplares e estão de acordo com os números da FIG. 2.2. Indica-se também a origem da migração (0), a zona anódica (+) e a região catódica (-).

Os padrões de LAP e de esterases não específicas apresentam igualmente diferenças interespecíficas, particularmente evidentes quando as isoenzimas apresentam boa actividade.

O padrão electroforético de LAP (FIG. 5.2b) surge constituído por bandas bem definidas, diferindo, assim, do padrão em cauda obtido por BROCK (1978) em condições electroforéticas diferentes das adoptadas neste trabalho. Os electroforegramas deste sistema enzimático revelam claramente a existência de dois *loci* (LAP<sub>1</sub> o locus correspondente à maior migração e LAP<sub>2</sub>, o correspondente à menor migração) relativos à zona de migração anódica.

A isoenzima correspondente ao *locus* LAP<sub>2</sub>, aparentemente monomórfica, apresenta, normalmente, em *C. glaucum* uma actividade tão ou mais intensa do que as codificadas pelo LAP<sub>1</sub>. Em *C. edule* LAP<sub>2</sub> ou não é expresso ou a sua expressão corresponde a uma banda de coloração geralmente menos intensa do que o outro *locus*.

Nos dois Cardidae estudados o padrão electroforético das esterases não específicas, apesar de apresentar tendência para uma configuração em cauda, mostra bandas nítidas. A definição destas bandas melhorou substancialmente quando se reduziu o período de duração da passagem de corrente através da placa de gel. De qualquer modo, exceptuando os casos em que este sistema enzimático apresenta fraca actividade, é nítida a presença exclusiva e constante de uma determinada banda de migração catódica em *Cardium glaucum* (FIG. 5.2c).



### 5.2.2 - Caracteres morfológicos

A PCA preliminar (FIG. 5.3) mostra uma clara separação entre os indivíduos das duas espécies no plano formado pelas duas primeiras componentes principais, as quais, no seu conjunto, explicam 69,3% da variação entre os indivíduos (FIG 5.3a).

Os principais responsáveis por aquela separação são os seguintes caracteres qualitativos e semi-quantitativos:

- perfil das valvas (PF);
- junção das valvas no bordo ventral (JV);
- tipo de escamas (ES);
- cor (CR);
- visibilidade do ligamento (LG);
- junção das valvas no bordo posterior (PJ).

Os primeiros quatro destes descritores são os que mais contribuem para a segunda componente principal, a qual explica 29,3% da variação total. As principais contribuições para a formação da primeira componente principal provêm dos descritores biométricos - comprimento do ligamento, comprimento, altura e espessura da concha, estando, portanto, essencialmente associada ao crescimento (FIG. 5.3b).

A PCA relativa apenas aos descritores qualitativos e semi-quantitativos (FIG. 5.4) confirmou os resultados da pré-análise. Obtem-se uma nítida separação entre *Cardium edule* e *C. glaucum* quer no plano definido pelas 1ª e 2ª componentes principais (65,6% da variação total) - FIG. 5.4a - quer no definido pelas 1ª e 3ª componentes principais (63,8% da variação total) - FIG. 5.4c.

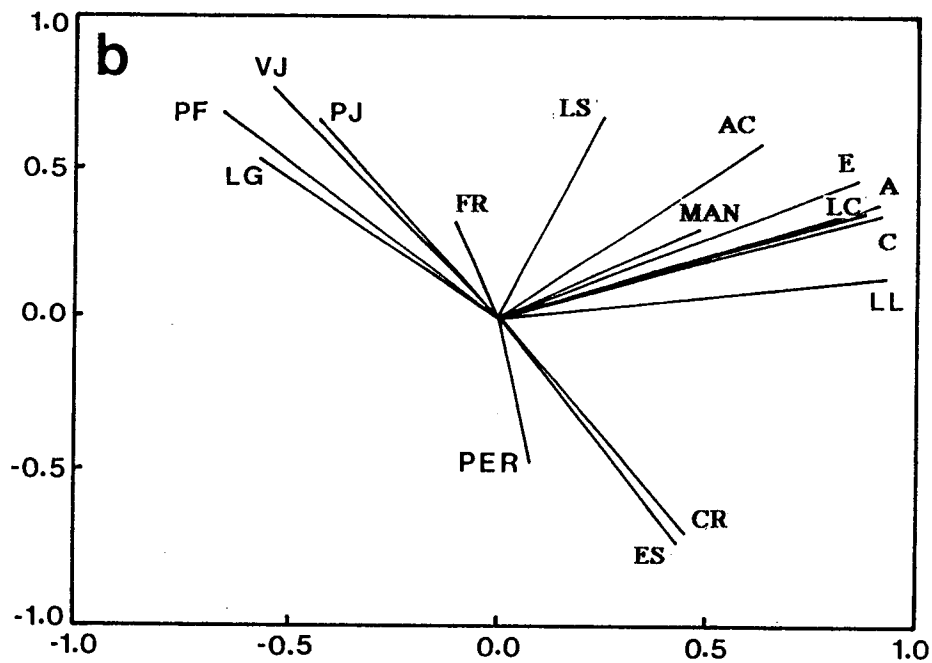
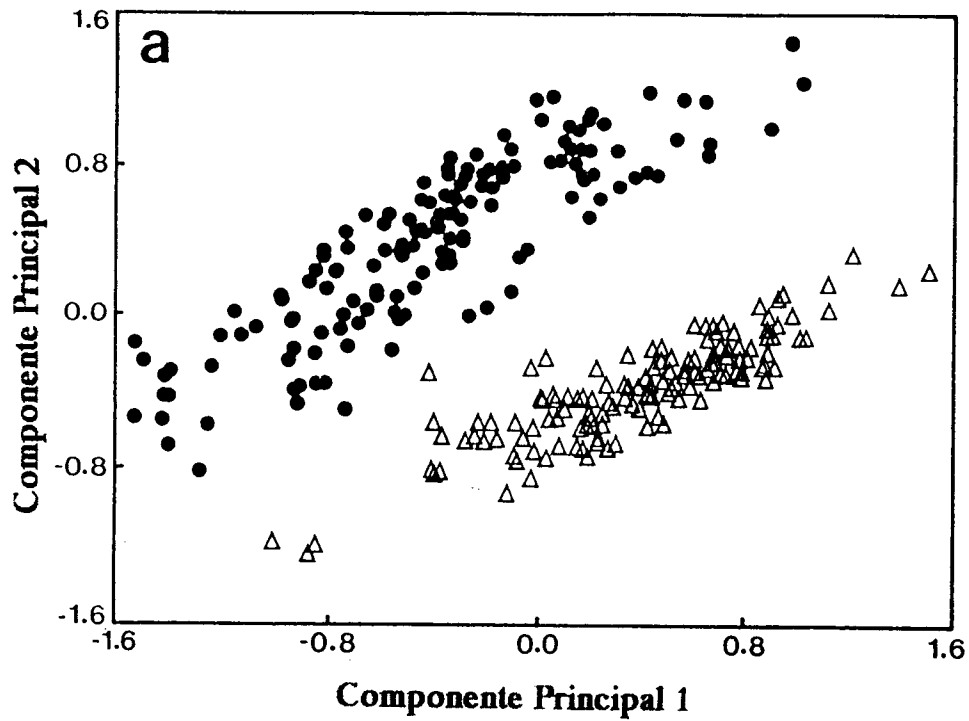


FIG. 5.3: *C. edule* (  $\Delta$  ) e *C. glaucum* (  $\bullet$  ) - PCA sobre o conjunto de todas as caracteres consideradas. Projecção dos OTUs (a) e das variáveis (b) no plano definido pelas primeira e segunda componentes principais.

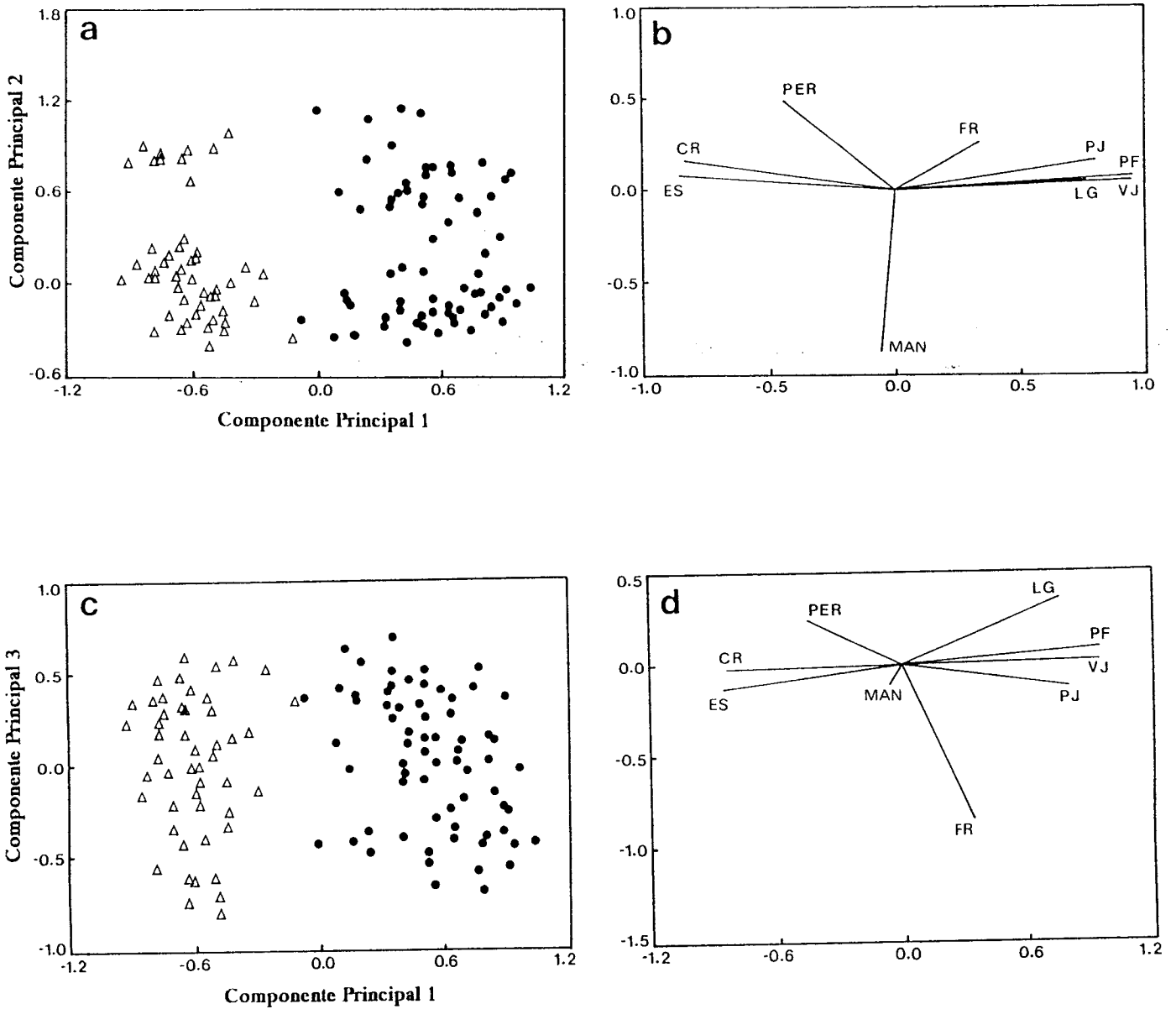


Fig. 5.4: *C. edule* (  $\Delta$  ) e *C. glaucum* (  $\bullet$  ) - PCA sobre o conjunto dos caracteres qualitativos e semiquantitativos. Projecção dos OTUs (a) e das variáveis (b) no plano definido pelas primeira e segunda componentes principais. Projecção dos OTUs (c) e das variáveis (d) no plano definido pelas primeira e terceira componentes principais. (adaptado de MACHADO & COSTA *in press* )

Os descritores responsáveis por esta separação são os mesmos que determinaram a separação dos dois grupos na análise preliminar. Nesta última análise são esses descritores os que mais contribuem para a formação da primeira componente principal que, por si só, explica 53,0% da variação. A 2ª componente principal está fundamentalmente associada à mancha castanha na parte posterior do interior das valvas (FIG. 5.4b), enquanto que a 3ª componente principal é essencialmente definida pela forma da concha (FIG. 5.4d). No plano definido pela 2ª e 3ª componentes não há separação entre espécies.

As análises discriminantes efectuadas quer sobre a totalidade da amostra ( $D_T$ ) quer sobre o grupo dos exemplares com maiores dimensões ( $D_G$ ) originaram funções altamente significativas (QUADRO 5.2).

Quadro 5.2: Resultados da análise discriminante: características das funções discriminantes -  $D_T$  = total da amostra;  $D_L$  = exemplares >10 mm e  $D_p$  exemplares  $\leq$ 10mm para um nível de significância de  $P < 0,001$ .

Função discrim.	Valor Própr.	Corr. canón.	Lambda Wilks	Chi quadrado	Graus Liberd..
$D_T$	1,2595	0,747	0,443	386,79	7
$D_G$	1,2688	0,748	0,441	405,11	7
$D_p$	3,0271	0,867	0,248	27,16	3

As funções discriminantes determinadas foram:

$$D_T = -3,41 + 3,04L' + 2,60A' - 5,72E' + 3,97LL' - 5,26AC' + 1,30EC' - 6,83LS'$$

$$D_G = -2,11 + 2,70L' + 1,24A' - 6,75E' + 5,39LL' - 5,58AC' + 1,43EC' - 5,837S'$$

No entanto essas funções, que utilizam os descritores quantitativos, não permitem uma separação absoluta das duas espécies (FIG. 5.5a,b) produzindo uma percentagem relativamente elevada de mal-classificados (12% para  $D_T$  e 10% para  $D_G$ ).

Os caracteres que mais contribuem para a função canónica são, em ambos os casos, a espessura da concha e o comprimento do ligamento (QUADRO 5.3).

Quadro 5.3: Resultados da Análise Discriminante - Coeficientes estandardizados dos caracteres morfométricos; nas funções discriminantes relativos à amostra total ( $AD_T$ ); ao conjunto dos exemplares > 10mm ( $AD_G$ ) e ao dos exemplares  $\leq$  10mm ( $AD_p$ ). Os coeficientes com maior valor absoluto são os que contribuem mais para a função canónica

Caracteres	$AD_T$	$AD_G$	$AD_p$
Comp. da concha (C)	0,99	0,66	-----
Altura da concha (A)	0,87	0,31	-----
Espessura da concha (E)	-2,15	-1,86	-----
Comp. do ligamento (LL)	1,43	1,74	-----
Largura da costela (LC)	-0,74	-0,64	1,62
Altura da costela (AC)	0,25	0,23	-1,95
Largura do sulco (LS)	-0,64	-0,48	0,99

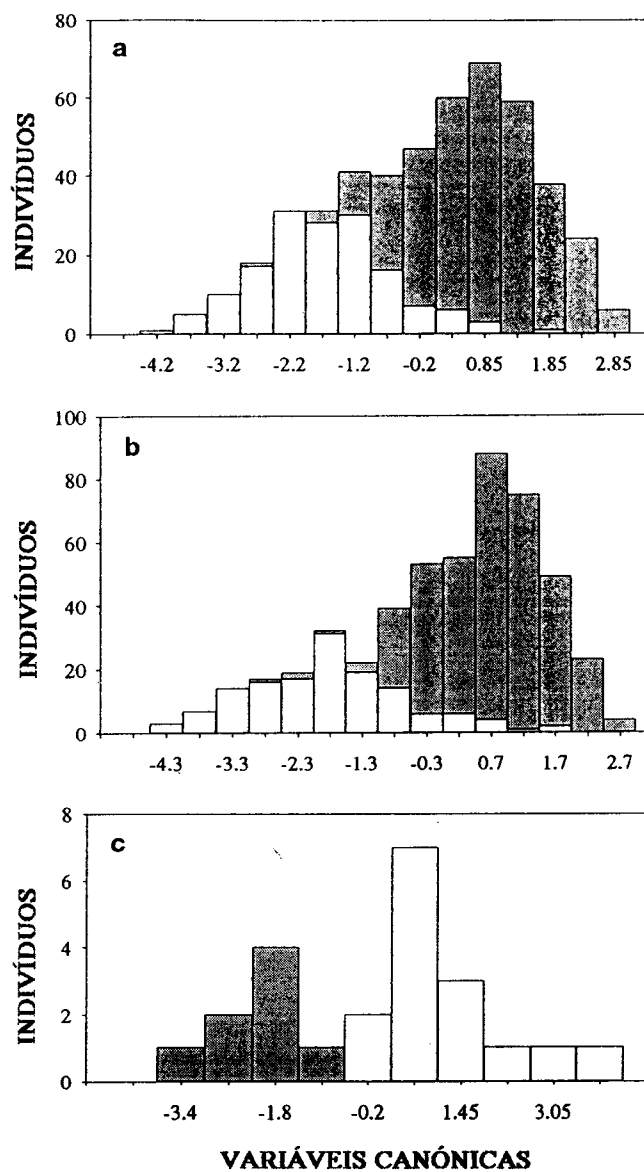


FIG. 5.5: *C. edule* (barras escuras) e *C. glaucum* (barras claras) - Distribuição das variáveis canônicas respeitantes à amostra total (a); ao grupo de exemplares > 10mm (b); e aos exemplares ≤ 10 mm (c).

A análise discriminante efectuada com todos os caracteres quantitativos para os indivíduos <10mm permitiu uma separação nítida entre as duas espécies. Tentou-se, então, reduzir ao mínimo o número de caracteres morfométricos que permitem total discriminação entre *Cardium edule* e *C.glaucum*. Obteve-se a seguinte função :

$$D_p = - 0.08 + 19,15AC' - 20,55EC' + 17,92LS',$$

não existindo qualquer sobreposição nas variáveis canónicas individuais das duas espécies (FIG. 5.6)

### 5.3 - CONCLUSÕES

Os critérios bioquímicos, nomeadamente os enzimáticos, têm vindo a ser utilizados quer na determinação de novas *taxa*, quer na confirmação de categorias taxonómicas já estabelecidas. A análise de extractos enzimáticos tem-se revelado, também, como um poderoso instrumento na separação e identificação de espécies crípticas de moluscos (JELNES *et al.*, 1971; BROCK, 1978; 1979; 1987; BROCK & CHRISTIANSEN, 1989; MUNKSGAARD, 1990; MCDONALD *et al.*, 1991).

Os estudos electroforéticos efectuados nas amostras provenientes do litoral de Portugal confirmam a existência de *Cardium edule* e de *Cardium glaucum* como duas espécies válidas.

Os resultados obtidos contribuem igualmente para a separação e identificação deste par de espécies próximas. De facto reforçou-se o carácter universal do padrão electroforético de MDH, estabelecido anteriormente por

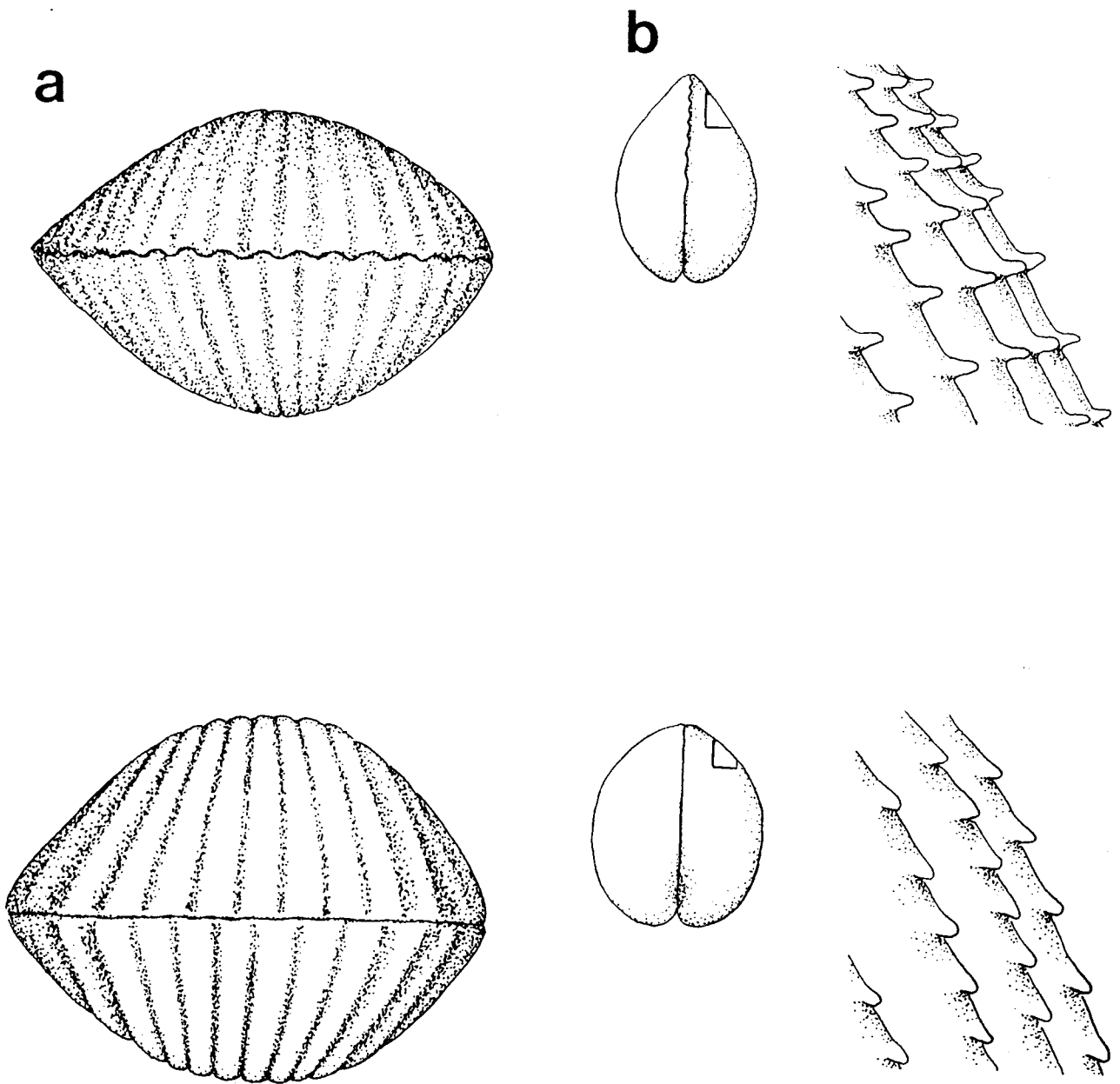


Fig. 5.6: *C. edule* (superior) e *C. glaucum* (inferior) - (a) lado ventral da concha onde se pode observar o perfil e a junção das valvas nas duas espécies; (b) representação esquemática da forma típica e do modo de inserção na concha das escamas calcárias em cada uma das espécies.



BROCK (1978), e foram claramente evidenciadas diferenças interespecíficas nos sistemas enzimáticos hepatopancreais de LAP e esterases não específicas.

Nestas duas espécies, o padrão electroforético obtido para LAP revela claramente a existência de dois *loci* (LAP<sub>1</sub> e LAP<sub>2</sub>) de migração anódica, sendo LAP<sub>1</sub> polimórfico nas duas espécies.

A presença inequívoca de dois *loci* a codificar a LAP foi verificada em diversas espécies de bivalves, nomeadamente *Unio elongatus* e *U. tumidus* (BADINO & CELEBRANO, 1978), *Tridacna maxima* (AYALA *et al.*, 1973), *Macoma balthica* e *Mya arenaria* (LEVINTON, 1973), *Mytilus edulis* (MURDOCK *et al.*, 1975), *Ruditapes decussatus* e *Cardium edule* (WILKINS, 1975). Nalguns casos apenas foi identificado um *locus* (LEVINTON, 1975; WILKINS, 1975; TRACEY *et al.*, 1975). Os dados bibliográficos revelam que pelo menos um dos *loci* de LAP apresenta polimorfismo existindo, no entanto, algumas excepções - *Ostrea edulis* (WILKINS, 1975) e *Unio tumidus* (BADINO & CELEBRANO, 1978; REIS, 1984).

Ao contrário do que os resultados obtidos neste trabalho sugerem, WILKINS (1975) detectou polimorfismo nos dois *loci* de *Cardium edule*. O monomorfismo de LAP<sub>2</sub> nas populações portuguesas de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* deverá, pois, ser confirmado, nomeadamente pela utilização de um sistema de tampões mais adequado à separação dos diferentes aloenzimas que eventualmente lhe correspondem.

As diferenças entre as frequências dos alelos de LAP têm sido consideradas como representativas das variações espaciais entre populações, nomeadamente de *Mytilus* spp. (KHOEN, 1983). O grau de polimorfismo evidenciado no *locus* LAP<sub>1</sub> destes Cardidae revela-a, portanto, adequada a estudos de genética populacional, em particular de *C. edule* em que as bandas aparecem mais bem definidas.

As diferenças observadas no padrão das esterases não específicas destes bivalves são inequívocas. No entanto, as condições electroforéticas, nomeadamente o tempo da passagem de corrente, parece não ter sido a mais correcta, prejudicando a definição das bandas, pelo que é necessário proceder a uma adaptação da metodologia para clarificação e discussão do significado dessas diferenças.

Face às características detectadas para os padrões das esterases não específicas e da LAP não se aconselha a utilização destas enzimas para a identificação destas espécies, já que um exemplar híbrido seria certamente difícil de detectar, tendendo a sua configuração a ser semelhante à de *Cardium glaucum* e como tal ser identificado.

Devido à uniformidade dentro da mesma espécie e à diferença constante entre as duas espécies o padrão de MDH é, sem dúvida, o mais útil para fins de identificação; no entanto o uso das outras duas enzimas constitui ajuda preciosa quando a actividade de MDH é fraca.

A eficácia da utilização de metodologias bioquímicas para diferenciação entre espécies é, de facto, real; no entanto recorrem, normalmente, a técnicas que envolvem equipamento dispendioso e processamento laboratorial especializado, o que faz com que não sejam nem acessíveis nem de resposta rápida. A sua utilização torna-se assim inviável para grande número de investigadores, principalmente quando é necessário uma rápida identificação muitas vezes no próprio local de colheita. Os critérios morfológicos, nomeadamente os que se referem à concha dos bivalves, são reconhecidamente os critérios de mais fácil, rápida e generalizada utilização, existindo pois toda a conveniência de se encontrar características morfológicas que distingam efectivamente espécies muito próximas.

Geralmente um dos grupos que apresenta maior dificuldade de identificação são os jovens, existindo toda a conveniência em que os critérios diagnosticantes sejam

características quantitativas e não qualitativas devido à dificuldade com que se observam estas últimas nos exemplares de pequenas dimensões.

Os resultados da análise discriminante obtidos neste trabalho para os exemplares de comprimento igual ou inferior a 10mm, são extremamente encorajadores apesar de se reportarem só a 23 indivíduos e todos provenientes do mesmo local.

Pensa-se confirmar brevemente a capacidade discriminativa dos caracteres quantitativos, nomeadamente dos três - largura e espessura da costela e largura do sulco entre as costelas - que se detectaram como os mais importantes.

Nos Cardidae com maiores dimensões os critérios morfométricos não permitem, por si só, a separação entre as duas espécies. É, no entanto, interessante verificar que os descritores que mais contribuem para a função discriminante são a espessura da concha e o comprimento do ligamento, caracteres referidas por numerosos autores, nomeadamente HOPNER PETERSEN (1958), como as distintivas entre *Cardium edule* e *Cardium glaucum* ( ver Capítulo 2).

A separação efectiva entre as duas espécies é efectuada pelo conjunto das caracteres qualitativos e semi-quantitativos. Neste conjunto há três que apresentam pouco ou nenhum valor taxonómico - a mancha castanha na parte interna da concha; a quantidade de perióstraco e a forma da concha.

O par de manchas castanhas posteriores estava presente em quase todos os exemplares de ambas as espécies. A maioria dos autores refere a presença dessas manchas como típica de *C. edule* , no entanto já MARS (1951) e BOYDEN (1971a) a tinham observado frequentemente em *C. glaucum*.

A quantidade de perióstraco, ao contrário das referências existentes (HOPNER PETERSEN, 1958; BOYDEN, 1971a; VAN URK, 1973; CANÁRIO & ANDRADE, 1984), revelou-se extremamente variável tanto numa como noutra espécie

Tem sido reconhecido o fraco valor taxonómico da forma da concha não só pela variabilidade que apresenta em cada espécie (HOPNER PETERSEN, 1958; VAN URK, 1973) como pelo facto de estar muito relacionada com o tipo de substrato (MARS, 1951; RYGG, 1970; BARNES, 1980).

O perfil das valvas na zona mediana da concha, a junção das valvas no bordo ventral, o tipo de escamas calcárias e a cor da concha são as características que no seu conjunto discriminam estes Cardidae da costa de Portugal (FIG. 5.6).

Dois dos caracteres dados como mais diagnosticantes - a junção das valvas no bordo posterior e a visibilidade do ligamento (BOYDEN, 1971a; BOYDEN & RUSSEL, 1972; BROCK, 1978; CANÁRIO & ANDRADE, 1984; HOPNER PETERSEN, 1958; TEEBLE, 1976; VAN URK, 1973;) - têm uma contribuição menor para a separação entre estas espécies visto observar-se uma considerável percentagem de excepções aos respectivos estados característicos (*C. edule* 15,3% e 42,2% e *C. glaucum* 52,9% e 12,9% respectivamente).

Quanto ao tipo de escamas (FIG. 5.6) e a cor da concha, embora se tenham revelado de grande valor taxonómico, a sua utilização deve ser evitada pois são caracteres algo subjectivos e/ou de difícil observação, dependendo o discernimento entre os diferentes estados essencialmente da prática do observador. Poucas referências lhes têm sido feitas; MARS (1951) e HOPNER PETERSEN & RUSSEL (1973) mencionam as diferenças no tipo de escamas e só MARS (1951) refere diferenças evidentes na coloração da parte posterior da concha.

A utilização conjunta do perfil das valvas e da junção das valvas no bordo posterior demonstrou uma eficácia total na identificação destas espécies. Com efeito não foi encontrado, na totalidade da amostra, um único exemplar de qualquer uma das espécies que apresentasse em simultâneo estados não característicos relativamente a estes dois caracteres.

O perfil das valvas tem sido referido, embora definido de modos diferentes, como um carácter crucial na diagnose de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* (HOPNER PETERSEN, 1958; BOYDEN, 1971a; VAN URK, 1973; CANÁRIO & ANDRADE, 1984; MARS 1951). Quanto à junção das valvas no bordo ventral não se lhe conseguiu encontrar nenhuma referência na bibliografia a que se teve acesso.

*Cardium glaucum* apresenta uma variabilidade morfológica superior a *C. edule* evidenciada pela maior dispersão dos valores para os descritores morfológicos. Esta maior variabilidade deverá estar relacionada com a multiplicidade de condições ambientais que *C. glaucum* pode suportar. Efectivamente, esta espécie foi encontrada tanto em ambientes tipicamente lagunares, como por exemplo nas Lagoas de Santo André e de Albufeira, ou seja, no seu habitat preferencial (BOYDEN & RUSSEL, 1972; RUSSEL & HOPNER PETERSEN, 1973) como em ambientes tidais, tais como nos estuários da Ribeira de Aljezur e do Rio Mira, considerados como locais típicos de *C. edule* (CAP. 2).

Os resultados deste trabalho confirmam que a metodologia que parte duma identificação bioquímica para uma pesquisa, nos mesmos indivíduos, de critérios morfológicos de discriminação entre espécies morfológicamente muito próximas é funcional e extremamente eficaz. MCDONALD *et al.* (1991) utilizaram uma metodologia muito semelhante para o esclarecimento do problema taxonómico entre as espécies de *Mytilus*.

Sintetiza-se no QUADRO 5.4 as conclusões obtidas quanto às caracteres morfológicos discriminantes de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* do Litoral de Portugal.

Quadro 5.4: Características dos caracteres morfológicos de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* da costa portuguesa.

Caracter	<i>C . edule</i>	<i>C . glaucum</i>
Perfil das valvas	Suave	Vincado
Junção das valvas na zona ventral	Crenulada	Direita
Tipo de escamas calcárias	Tipo laminar, inseridas na perpendicular	Tipicamente inexistentes ou espessas inclinadas para o umbo
Cor da concha	Variável diferente da típica de <i>C . glaucum</i>	Tipicamente verde- acas_ tanhado amarelado ou verde marinha
Junção das valvas no bordo posterior	Tipicamente crenulada	Tipicamente direita ou ligeiramente crenulada
Visibilidade ligamento	Visível ou tangencial	Tipicamente não visível
Quantidade perióstraco	Variável	Tipicamente existente em grande quantidade
Forma da concha	Variável	Variável
Par de manchas no interior de cada valva	Tipicamente presente	Presente

## 6 - ANÁLISE POPULACIONAL

### 6.1 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 6.1.1 - Locais e Períodos de amostragem

A escolha dos locais de amostragem teve como base os trabalhos existentes sobre a fauna bentónica destes sistemas (cf. CAPS. 3 e 4), e a localização restrita dos bivalves no início do período de amostragem. Quando se iniciou este trabalho só existia *Cardium glaucum* no estuário de Aljezur. Em Maio de 1988 detectaram-se os primeiros exemplares de *Cardium edule* nos dois sistemas. Esses indivíduos, de pequenas dimensões (cerca de 6mm), corresponderiam à época de reprodução de Março-Abril, localizando-se os progenitores noutros sistemas próximos e tendo as larvas velígeras sido arrastadas pelas correntes até estas zonas.

No estuário da Ribeira de Odeceixe os jovens berbigões fixaram-se na zona onde anteriormente (1984-1985) se localizava o banco de berbigão (FIG. 4.1). No estuário de Aljezur pode-se observar uma situação semelhante, só que a fixação maciça destes bivalves se efectuou a jusante do banco de *Cardium glaucum*. O Banco Novo, como se passará a designar, estendia-se desde a zona imediatamente a seguir ao local de *C. glaucum* até cerca de 500m antes da foz (FIG. 4.1).

No estuário de Aljezur consideraram-se dois locais de amostragem: uma zona onde se localizava *Cardium glaucum* (Zona-AB) e uma zona mais a jusante onde era habitual existir berbigão (1984-1986) e em que se estabeleceram os jovens provenientes do recrutamento de 1988 de *Cardium edule* (Zona-AS). Tanto uma como outra zona eram intertidais estendendo-se desde o inferior do médiolitoral até à zona superior do infralitoral - FIG. 6.1.

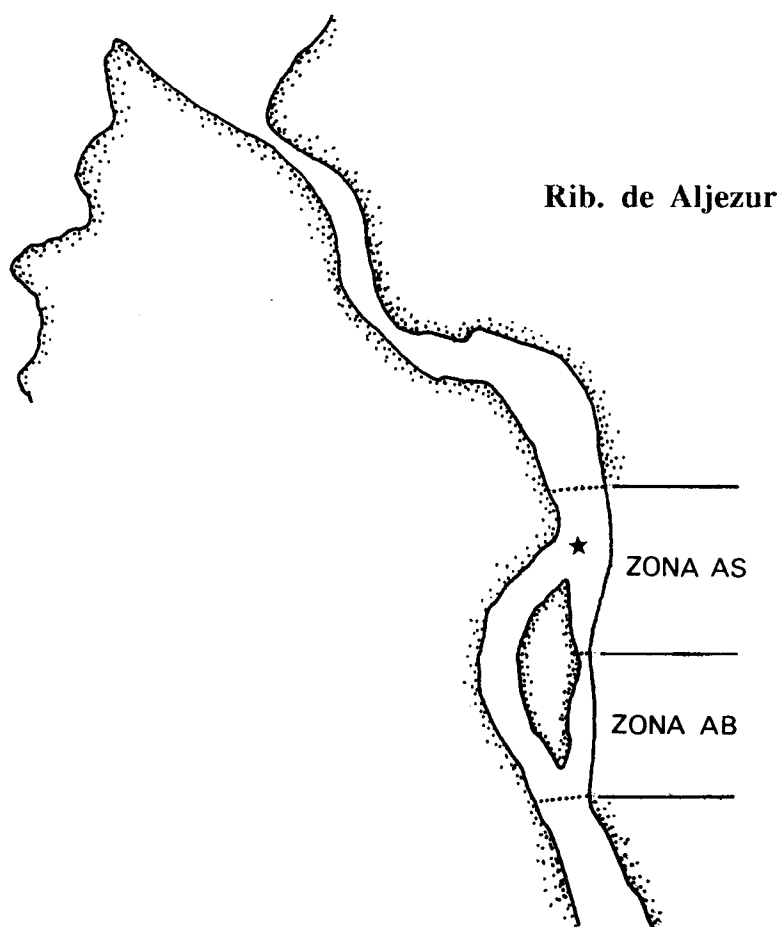
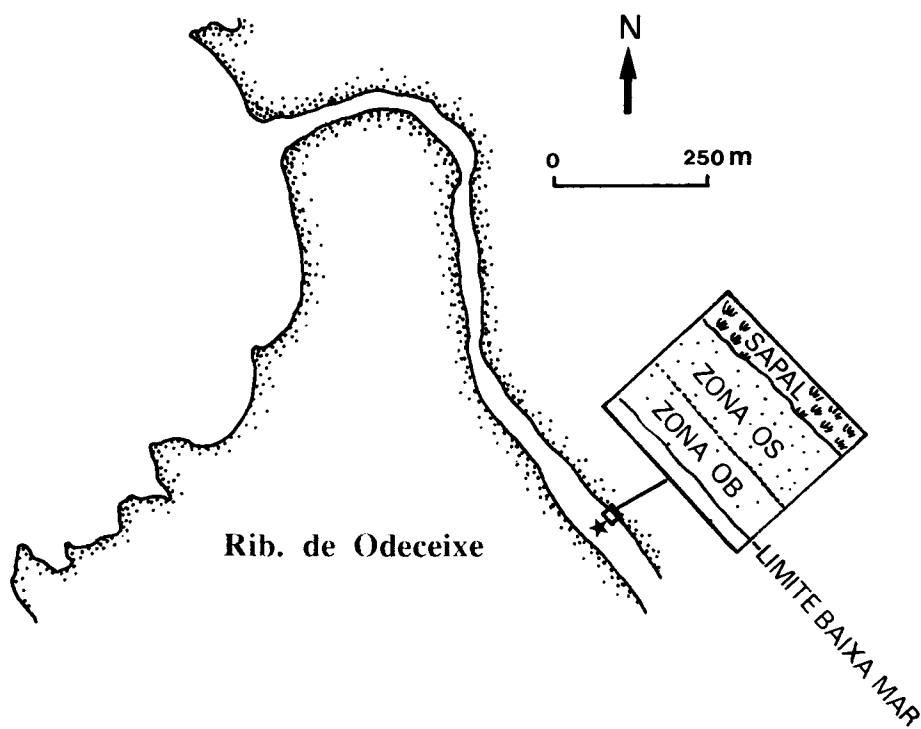


Fig. 6.1: Estuários da Ribeiras de Odeceixe e Aljezur Localização das zonas de amostragem (Rib. Odeceixe: OB, OS; e Rib. de Aljezur; AB, AS) e do ponto fixo dos ciclos de maré (★).



No estuário de Odeceixe a localização dos bivalves estendia-se, na zona intertidal, desde a margem do sapal (limite superior do mediolitoral) até à parte superior do leito da ribeira que ficava submerso na baixa mar. Estabeleceram-se duas zonas de amostragem: uma junto ao sapal (OS) e uma outra mais próxima do leito da ribeira (OB) que se estendia até à zona superior do subtidal - FIG. 6.1.

No estuário da Ribeira de Aljezur no início do Outono (Outubro) de 1988 procedeu-se a uma campanha para avaliação da densidade ao longo de toda a área ocupada por *C. edule*. A escolha desta época teve a ver com o facto de se considerar que o Banco Novo já tinha estabilizado passadas as épocas de reprodução e de colheita de exemplares pelos veraneantes.

No estuário de Odeceixe não foi possível efectuar uma amostragem com o mesmo objectivo visto ter coincidido a campanha com o princípio das enxurradas (cf CAPS 3 e 4) e quando o local ficou novamente acessível (Dezembro) esta população havia desaparecido.

Após as enxurradas de Outubro não se voltaram a colher exemplares de *C. edule* tanto num como noutro estuário, não se observando nenhum recrutamento durante 1989. Em Maio de 1990, uma nova prospecção nos dois estuários permitiu detectar a presença de pequenos exemplares de *C. edule* só no estuário de Aljezur e com uma densidade muitíssimo baixa (15 indivíduos/m<sup>2</sup>), que desapareceram nos meses subsequentes.

Consideraram-se, ainda, algumas colheitas de anos anteriores provenientes de campanhas sazonais para estudo dos povoamentos bentónicos. Essas amostras cobrem os anos de 1984 a 1986 (Primavera, Verão, Outono e Inverno) e, devido ao método de conservação então utilizado, não foram consideradas para os estudos ponderais.

### 6.1.2 - Colheita e Tratamento das Amostras

As colheitas dos espécimens foram efectuadas na zona intertidal durante a baixa-mar das marés de águas vivas (FIG. 6.1).

Na colheita das amostras de sedimento utilizou-se um tubo amostrador de sedimentos móveis (tipo "box-corer"), construído em aço inoxidável e com um diâmetro interno de 0,02m, adaptado do engenho proposto por REIS *et al.* (1982).

O tubo amostrador era enterrado no sedimento, sempre que possível a uma profundidade de 25cm visto considerar-se que é até esta profundidade que os organismos macrobentónicos se localizam na sua quase totalidade (GUELORGET & MICHEL, 1976 *in* SILVA, 1991; ELEFThERIOU & HOLME, 1984; SILVA, 1991).

A área total amostrada mensalmente foi, em cada estuário, de 0,8m<sup>2</sup> o que corresponde a 0,4 por cada zona de amostragem. A escolha desta área baseou-se em critérios definidos previamente por outros autores. A área utilizada em vários trabalhos sobre dinâmica de bivalves varia entre 0,20 e 0,30m<sup>2</sup> (EVANS, 1977; PAÍS *et al.* , 1979; CAMACHO & ROMAN, 1984; MEJUTO, 1984b; MOREIRA, 1988; SILVA, 1991).

Os sedimentos colhidos eram passados, no local, por um crivo com rede calibrada de 1mm de malha; o material que ficava no crivo era colocado em sacos de plástico e fixado com formol, neutralizado com bórax (SALDANHA, 1972) diluído a 10% com água do mar. No laboratório as amostras foram triadas manualmente e os bivalves separados por espécie.

Os exemplares foram lavados em água corrente, para eliminação do excesso de conservante, numerados e determinadas as medidas individuais dos caracteres biométricos da concha segundo os critérios de SEED (1980) - FIG. 5.1:

- comprimento (C): distância entre os bordos posterior e anterior;
- altura (A): distância entre o umbo e o bordo ventral;
- espessura (E): distância máxima entre as duas valvas medida paralelamente à charneira .

Para as medições das conchas foi utilizada uma craveira digital (0,01mm de precisão) ou, quando a dimensão dos exemplares assim o exigiu, uma lupa binocular com ocular micrométrica (0,001mm de precisão).

Mensalmente considerou-se uma sub-amostra com um máximo de 50 exemplares com o objectivo de se proceder ao estudo da biomassa. Para cada exemplar determinaram-se as seguintes medidas ponderais segundo SALDANHA (1974):

- peso fresco escorrido (PH) - peso do corpo mole individual que após a extracção era deixado cerca de 1 a 2h00 sobre papel absorvente;
- peso seco orgânico (PS) - peso do corpo mole após permanência na estufa a 65° C até atingir peso constante (48 horas);
- peso seco da concha (PC) - peso das duas valvas inteiras da concha após 24 horas na estufa a 65° C.

### **6.1.3 - Tratamento dos Dados**

#### **6.1.3.1 - Padrão de microdistribuição espacial**

A observação do padrão de dispersão dos indivíduos no espaço pode levar ao despiste de características da espécie e estabelecer causas para as variações de densidade numa população, pois o modo como os exemplares se distribuem num

determinado momento é função de todo um processo biológico anteriormente desenvolvido (reprodução, mortalidade, deslocações). Os indivíduos de uma população podem-se distribuir, basicamente, de três modos: de forma aleatória, regularmente e em agregados. O padrão de dispersão duma mesma população pode sofrer variações temporais e, muitas vezes, a mesma espécie apresenta padrões diferentes ao longo do seu ciclo de vida (POOLE, 1974; ELLIOTT, 1977).

Para determinação do padrão de microdistribuição de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* nestes dois estuários do Sudoeste de Portugal, calculou-se o Índice de Dispersão de Morisita - IM (MORISITA, 1959 in POOLE, 1974) segundo a expressão:

$$IM = n \cdot (\sum x^2) - \sum x / ((\sum x)^2 - \sum x)$$

em que n é igual ao número de sub-amostras e x é igual ao número de indivíduos em cada sub-amostra.

O Índice de Dispersão de Morisita assume que uma população é constituída por agregados com diferentes densidades, e que em cada agrupamento os indivíduos se distribuem ao acaso. O IM não depende nem da média nem do número total de indivíduos da amostra, depende sim do número de sub-amostras colhidas nos extremos do seu espectro de variação, tornando-se um bom índice comparativo quando cada amostra tem o mesmo número de sub-amostras (ELLIOTT, 1977).

O Índice de Dispersão de Morisita iguala a unidade quando os indivíduos se distribuem ao acaso; quando é inferior à unidade o padrão de distribuição é regular e quando é superior a população apresenta-se em agregados. O desvio do IM relativamente à unidade foi considerado significativo quando o valor de:

$IM \times (\sum x - 1) + n - \sum x$  era superior ao valor de  $X^2$  ( $p < 0,05$ ) para  $n - 1$  graus de liberdade (POOLE, 1974; ELLIOTT, 1977; SILVA, 1991).

Para cada espécie e local de amostragem calculou-se o IM mensal. No caso de *Cardium edule* efectuou-se, ainda, uma análise do padrão de agregação em duas situações em Maio, que corresponde ao período de detecção dos pequenos exemplares, e em Setembro, mês anterior ao desaparecimento da espécie nos estuários.

A análise de padrão efectuada baseia-se na combinação sucessiva das sub-amostras em potências de 2 e para o cálculo da soma de quadrados, com correcção da média para o número de exemplares, utiliza a expressão:

$$\sum x_i^2 - ((\sum x_i)^2 / n)$$

em que  $x_i$  é o número total de indivíduos num bloco de  $n$  unidades.

Para a determinação destes valores seguiu-se o método computacional descrito por POOLE (1974) graficando-se os resultados. Os picos existentes nesses gráficos correspondem à presença de agregados e indicam aproximadamente a sua área.

### 6.1.3.2 - Idade e crescimento

Existem essencialmente três métodos para determinação da idade de bivalves: 1) marcação de animais e sua recaptura; 2) análise da distribuição de frequências de classes de dimensão e 3) análise de linhas de crescimento (MOREIRA, 1979; SILVA, 1991). Perante as características das populações aqui consideradas, que no caso de *Cardium edule* era composta por uma única classe etária proveniente do assentamento do próprio ano e que, no caso de *Cardium glaucum* se resumia, essencialmente, a exemplares que se encontravam no segundo Inverno de vida, optou-se pela análise da distribuição de classes de frequência.

Esta análise baseia-se na identificação do número de modas nos histogramas de frequência de uma dimensão da concha, geralmente o comprimento. Existem várias

metodologias para efectuar a detecção e análise dessas modas. PETERSEN (1891 *in* NOGUEIRA, 1992) foi o primeiro a determinar a idade de um grupo de organismos pela identificação visual das modas etárias presentes numa amostra. HARDING (1949 *in* NOGUEIRA, 1992) aplicou o método do papel de probabilidades na resolução destes problemas tendo sido intensamente aplicado e adaptado por CASSIE (1950, 1954, *in* NOGUEIRA, 1992). Este método, bastante moroso e necessitando de grande número de dados, permite pela detecção visual dos pontos de inflexão a decomposição da distribuição de frequências polimodais nas suas componentes estimando-se para cada uma delas, a média, o desvio padrão e a sua proporção relativa (MACHADO, 1984). NOGUEIRA (1992) baseado nos princípios gerais do método do papel de probabilidades desenvolveu um conjunto de programas -ANAMOD, que para além de permitirem detectar as modas e reduzir a subjectividade do método, também testam estatisticamente a análise.

Neste trabalho utilizou-se a versão 1.5 de ANAMOD para IBM-pc para análise das frequências das classes de comprimento da concha. Para *Cardium edule* e para os dois estuários efectuou-se a análise mensal dos dados recolhidos durante 1988 e a análise sazonal dos dados referentes a 1984-1986. Para *Cardium glaucum* procedeu-se de igual modo para o estuário de Aljezur, único sistema em que existia em número suficiente.

A representação do crescimento de um organismo pode ser efectuada, principalmente, por dois métodos: um que, ao relacionar uma dimensão global do organismo com a sua idade, nos dá o crescimento absoluto e relativo, e um outro método que, ao relacionar entre si as dimensões parciais ou globais do organismo, nos indica o crescimento alométrico.

A descrição do crescimento linear anual foi efectuada pelo ajustamento aos dados obtidos pela análise modal da equação de Von Bertalanffy (GULLAND, 1969):

$$L_t = L_\infty - (L_\infty - L_0) e^{-kt}$$

em que  $L_t$  é o comprimento da concha no tempo  $t$ ;  $L_0$  é o comprimento da concha no tempo zero (altura do recrutamento bentónico)  $L_\infty$  é o comprimento teórico máximo;  $k$  é o coeficiente de catabolismo que descreve a taxa de decréscimo do crescimento com a idade.

As constantes  $k$  e  $L_\infty$  foram determinadas pela regressão dos valores de  $DL_t/Dt$  sobre  $L_t$ , de acordo com GULLAND (1969).

Esta equação, frequentemente aplicada nos bivalves, tenta modelizar o crescimento considerando que o aumento dimensional cumulativo que um organismo apresenta ao longo de um período de tempo pode ser representado por uma curva (SEED, 1969). O modelo de Von Bertalanffy pressupõe que o crescimento orgânico tanto resulta dos processos de assimilação (anabolismo) como dos processos de desassimilação (catabolismo). Parte ainda do princípio que o crescimento é isométrico, considerando assim, que a superfície da concha e o peso de um bivalve são respectivamente proporcionais ao quadrado e ao cubo do seu comprimento total.

Num estudo sobre a ecologia duma espécie é importante estabelecer não só a taxa de crescimento em função das condições ambientais como também estabelecer o modo como a forma do corpo evolui ao longo do período de crescimento. As várias partes do corpo de um bivalve podem apresentar diferentes taxas de crescimento, o que origina variações nas proporções relativas do animal, ao longo do processo de aumento dimensional absoluto. O estudo das diferenças entre as taxas de crescimento de duas partes do corpo é designado por alometria. Assumindo que existe proporcionalidade entre as taxas relativas de crescimento de duas dimensões do corpo quaisquer que elas sejam, pode-se considerar que essas dimensões se relacionam pela equação geral de alometria:

$$Y = aX^b \text{ ou na sua forma linear } \log Y = \log a + b \log X$$

em que  $X$  e  $Y$  são as dimensões consideradas e  $a$  e  $b$  são constantes.

A primeira constante ( $a$ ) representa o índice inicial de crescimento e a segunda ( $b$ ) dá-nos a taxa de crescimento relativa das duas variáveis consideradas, ou seja um coeficiente de alometria (SEED, 1980). Se bem que aquela equação seja geralmente utilizada nos estudos de alometria também se pode considerar a equação linear:  $Y = a + bX$  como representativa das proporções sendo esta equação considerada por vários autores como a mais correcta (REISS, 1989).

Quando as unidades são as mesmas para as duas variáveis a constante  $b$  igual à unidade indica uma relação isométrica, o que significa que o crescimento relativo das duas variáveis é idêntico. Valores de  $b$  superiores à unidade indicam que a taxa de crescimento de  $Y$  é superior à de  $X$  (alometria positiva ou majorante) sucedendo o oposto (alometria negativa ou minorante) quando  $b$  é menor que 1. No caso das unidades das variáveis não serem iguais os critérios de alometria passam a ser diferentes; por exemplo, se uma das dimensões é linear e a outra ponderal um  $b$  igual a 3 corresponde à isometria (SEED, 1980).

Um estudo de alometria não permite descrever a total variação da forma de um organismo. No entanto as relações alométricas podem ser utilizadas com fins comparativos, evidenciando a variabilidade dimensional entre populações e relacionando o crescimento alométrico com as variações espaciais ou temporais do ambiente ou com as alterações de forma ontogénicas (SEED, 1980).

Neste estudo foram prospectadas as relações entre o comprimento ( $C$ ) e a altura da concha ( $A$ ); entre o comprimento e a espessura da concha ( $E$ ) e entre a altura e a espessura da concha utilizando-se para isso a equação linear. Considerou-se ainda a relação entre o comprimento da concha e o peso seco orgânico ( $PS$ ) seguindo-se a





equação de potência. O comprimento foi sempre considerado como a variável independente, na relação espessura vs altura foi a primeira dimensão considerada como a variável independente.

O método utilizado para ajustar as equações ao diagrama de dispersão dos valores foi o dos mínimos quadrados, aplicado à regressão predictiva de Y em X, método que apresenta a vantagem de permitir a comparação das rectas através da análise de covariância (ZAR, 1974; SOKAL & ROHLF, 1981).

Foram calculadas mensalmente as rectas de regressão por espécie e por local de colheita de cada uma das relações especificadas utilizando-se o conjunto de programas STATGRAPHICS 4.0 (STSC, 1989).

Com o objectivo de se determinar um coeficiente alométrico comum e representativo para cada espécie e para cada relação efectuou-se uma análise de covariância sobre cada um dos conjuntos de rectas obtidas para se detectar a existência de diferenças significativas nos seus declives. Nos casos em que não foi possível obter, de imediato, o **b** comum seguiu-se o teste de Tukey (ZAR, 1974) para comparações múltiplas entre declives obtendo-se assim as rectas que apresentavam diferenças significativas e que não foram consideradas no novo cálculo para o declive (coeficiente de alometria) comum. Uma vez determinados os valores de **b** comuns foram determinados os **b** funcionais segundo o processo descrito por RICKER (1979).

#### 6.1.3.3 - Índice de condição

O índice de condição dá-nos uma estimativa do estado fisiológico dos animais sujeitos a determinadas condições ambientais. Nos bivalves a existência de uma parte mineral (concha) e de uma outra tissular (corpo mole) facilita a estimativa do estado de

condição. Com efeito a concha representa, de um modo geral, um crescimento cumulativo enquanto que a quantidade de tecido orgânico pode variar amplamente dependendo da actividade metabólica e sexual. Assim, é possível avaliar a importância destes processos pela comparação da quantidade de concha relativamente ao corpo mole.

De entre as várias possibilidades existentes, e devido à não uniformização pelos vários autores na utilização dos índices, optou-se por calcular três índices que por se reportarem a um único ponto no tempo são considerados como estáticos (LUCAS & BENINGER, 1985). A maioria dos autores utiliza o índice de Hile (1936 *in* LUCAS & BENINGER, 1985) ou o índice de Walne (1976 *in* LUCAS & BENINGER, 1985) que são dados pelas expressões:

$$\text{Índice de HILE } IC = 100 \times W / L^3$$

$$\text{Índice de WALNE } IC = 100 \times W / SW$$

em que W é o peso seco orgânico; L é o comprimento da concha e WS é o peso das valvas da concha.

Se se considerar BAIRD (1958 *in* SAVARI *et al.* 1991) segundo o qual a definição do índice de condição dos bivalves é dado pela percentagem do volume do corpo mole no volume total da concha, deve ser utilizado o índice usado por SAVARI *et al.* (1991) que é dado pela expressão:

$$IC = 1000 \times PS / V$$

em que PS é o peso seco do corpo mole (g) e V é o volume da concha (ml).

O volume da concha V, (ml) é calculado pela fórmula:

$$V_{ml} = 3,1416 / 6 \times (CxAxEx)$$

em que C é o comprimento da concha, A é a altura da concha e E é a espessura da concha, sendo as medidas em mm.

Para cada um destes índices calculou-se o valor médio por mês, por espécie e por local de colheitas.

#### 6.1.3.4 - Mortalidade

A mortalidade natural pode ser devida a vários factores, nomeadamente, senilidade, condições abióticas desfavoráveis, predação e competição (intra e interespecíficas) (SEED, 1976).

A velocidade com que o efectivo de uma população decresce pode ser descrita pela expressão:

$$Z = (1/t) \ln (N_0 / N_1)$$

em que Z é a taxa instantânea de mortalidade e  $N_0$  e  $N_1$  são respectivamente as densidades iniciais e finais no tempo  $t_0$  e  $t_1$  sendo  $t = (t_1 - t_0)$ .

Para obtenção da taxa de mortalidade determinou-se a recta de regressão entre os logaritmos dos números de indivíduos (N) e os respectivos valores de t. A taxa instantânea de mortalidade (Z) foi calculada através da equação:

$$Z = -2,303 \times (d\log N/dt)$$

em que se substitui  $(d\log N/dt)$  pelo valor do declive da recta anteriormente determinada (MOREIRA, 1979; SILVA, 1991).

Foi calculada uma única taxa de mortalidade tanto para *Cardium edule* como para *Cardium glaucum* reportando-se o valor à globalidade dos meses em que foram detectadas ocorrências dessas espécies.

#### 6.1.3.5 - Produção

A produção de uma população, num determinado intervalo de tempo, corresponde ao somatório dos incrementos individuais de biomassa dos exemplares existentes no início da amostragem e que sobreviveram até ao final, mais os incrementos dos indivíduos recrutados nesse período e os daqueles que foram sendo eliminados (morte, predação, ou emigração) da população (WINBERG, 1971), podendo ser descrita pela expressão

$$P = \Delta B + M$$

em que P é a energia total produzida, tanto sob a forma de tecidos somáticos como de gâmetas;  $\Delta B$  é o incremento do conteúdo energético dos sobreviventes, que é função do crescimento e do recrutamento, e M é a energia contida nos exemplares que morreram.

A estimativa da produção pode ser calculada por métodos gráficos ou numéricos que consideram o peso e a densidade dos indivíduos em sucessivos momentos de amostragem, e por métodos matemáticos derivados dos modelos de crescimento e mortalidade.

Neste estudo optou-se pela utilização do modelo 1 de CRISP (1971) que se inclui nos métodos numéricos. Este modelo pressupõe que a mortalidade e o crescimento são lineares entre pequenos intervalos de tempo e considera que o aumento da produção durante um determinado período de tempo é igual ao produto da

média do número de indivíduos (N) pelo incremento médio de peso orgânico ( $\overline{\Delta W}$ ) durante o mesmo período, calculando deste modo a produção somática considerando a gónada desenvolvida como uma componente tecidual. A produção pode ser estimada pela equação:

$$P(t_1-t_2) = \sum_{t=t_1}^{t_2} N \overline{\Delta W}$$

em que N é o número de sobreviventes no tempo t ( $t = t_1-t_2$ ) e  $\overline{\Delta W}$  é o incremento do peso médio que ocorre entre  $t_1$  e  $t_2$ .

Para o cálculo de produção de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* foram consideradas as densidades médias das classes de frequência dominantes. O peso seco médio de cada uma das classes foi calculado a partir do peso individual médio de cada classe. O peso seco individual foi obtido por intermédio da equação mensal de alometria estabelecida entre o comprimento e o peso seco orgânico.

## 6.2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.2.1 - Densidade Populacional e Mortalidade

#### *Cardium glaucum*

Esta população localiza-se preferencialmente na zona de amostragem do Estuário da Ribeira de Aljezur aqui designada por Zona-AB (FIGS. 6.1 e 6.2) O valor máximo na outra zona de amostragem (Zona-AS) foi de 18 exemplares por metro quadrado enquanto que na Zona AB o valor mínimo, observado depois das cheias, era de 13 exemplares. A zona de localização preferencial insere-se na área de sedimento onde é constante a presença de sedimentos finos, silte e argila (MAGALHÃES *et al.* , 1987; COSTA *et al.* , 1988; DUARTE, 1988).

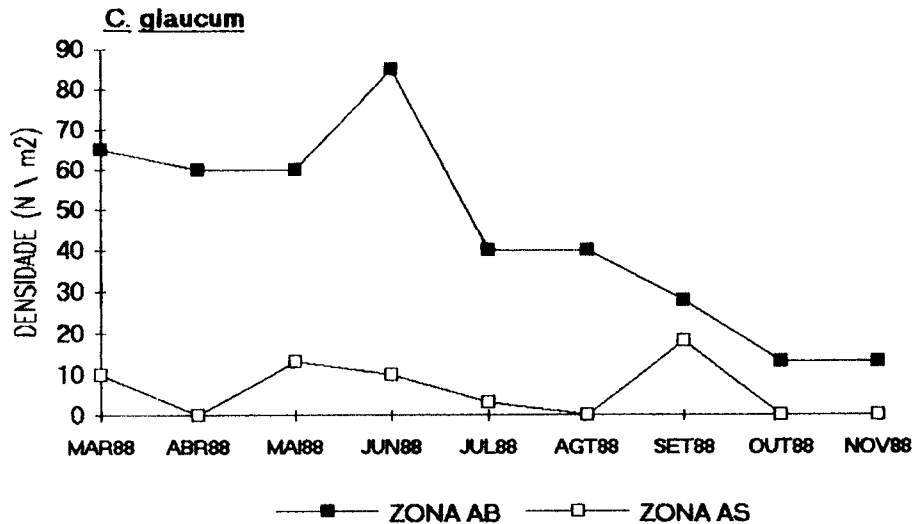


Fig. 6.2: *Cardium glaucum* - Comparação das densidades médias mensais ( $N/m^2$ ) nas duas zonas de amostragem (Zona AB e Zona AS) do Estuário da Ribeira de Aljezur durante o ano de 1988.

Na FIG. 6.3 apresenta-se a evolução da densidade média mensal, e os seus limites de confiança ao nível de 95% (LAMOTTE, 1971), referente ao período de amostragem de *Cardium glaucum*. Evidencia-se que existe um nítido decréscimo ao longo do período, não se tendo detectando nenhum aumento na densidade devido ao recrutamento anual. A população de *Cardium glaucum* era dominada pela classe de frequência de 20-25 mm, correspondente a exemplares que se encontravam no segundo ano de vida (cf 6.2.3).

As quebras de densidade observadas em Junho-Julho e Agosto-Outubro podem estar relacionadas com o ciclo reprodutivo, visto que Junho-Julho corresponde a uma fase de pós-postura e Agosto ao reinício dos processos reprodutivos que passaram a efectuar-se em breves ciclos de desenvolvimento e emissão de gâmetas (cf. CAP. 7). SAURIAU & WOLOWICZ (pré-print) observaram que após a postura há uma maior mortalidade nomeadamente nas fêmeas de *Cardium glaucum*. Refere-se ainda que o decréscimo estival na abundância destes bivalves pode também ser explicado pela actividade de recolha por parte dos veraneantes que se intensificou em Agosto.

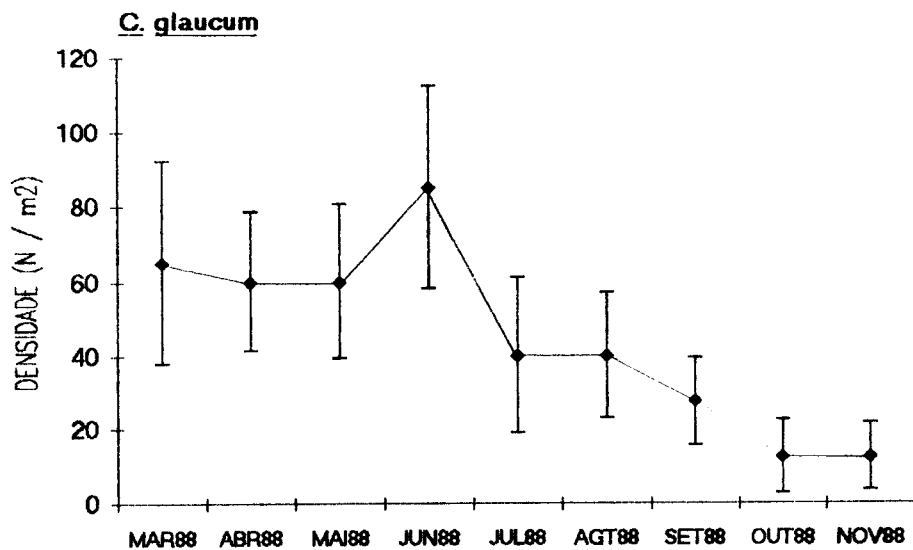


Fig. 6.3: *Cardium glaucum* - Evolução da densidade média mensal ( $N/m^2$ ) e limites de confiança (95%), no Estuário da Ribeira de Aljezur durante 1988.

Como tem vindo a ser referido as cheias de Outubro-Novembro provocaram fortes alterações nestes sistemas estuarinos; salienta-se, no entanto, que, ao contrário de *C. edule*, que desapareceu completamente das amostras que se seguiram a esse período, a população de *C. glaucum* persistiu por mais dois meses com uma densidade constante e muito baixa (13 indivíduos /  $m^2$ ).

A taxa instantânea de mortalidade ( $Z$ ) referente ao período de Março a Novembro de 1988 foi  $Z = 0,23$  a que corresponde uma mortalidade de 80,8%. Em Dezembro, três meses após o período chuvoso, a mortalidade atingiu os 100%.

### *Cardium edule*

Em Outubro de 1988, cinco meses após a fixação de *Cardium edule* nestes estuários, procedeu-se à prospecção intensiva desta espécie desde a zona da foz da Ribeira de Aljezur até cerca de 2 km para montante (FIG. 6.4).

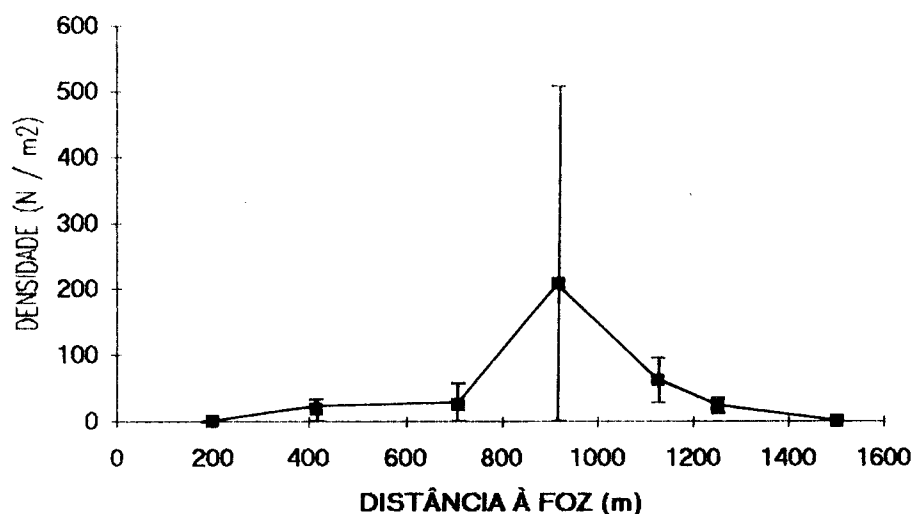


Fig 6.4: *Cardium edule* - Estimativa da densidade (nº de indivíduos / m<sup>2</sup>) ao longo do Estuário da Ribeira de Aljezur em Outubro de 1988, tendo como referência a distância à foz (limites de confiança a 95%).

Só foram detectados exemplares de *Cardium edule* a partir de 500m para montante da foz aumentando a sua abundância até cerca de 1Km desta. A densidade mais elevada (187,5 / m<sup>2</sup>) foi observada entre 700m e os 1000m de distância à foz. Após esta zona a densidade decresce deixando de se encontrar exemplares perto dos 1500m de distância à foz. Na área limite da distribuição desta espécie localizava-se o pequeno banco de *Cardium glaucum*, existindo assim uma pequena sobreposição entre as duas populações. Na fronteira com a área de localização de *Cardium glaucum* (zona de colheitas -AB) *Cardium edule* apresentava uma densidade máxima de 23 / m<sup>2</sup>.



Como já referido (CAP. 4) no estuário da Rib. de Aljezur existe um gradiente granulométrico da foz para montante verificando-se que, na zona de maior densidade de *Cardium edule*, se localizam os sedimentos caracterizados como areia média-fina e considerados como dos mais estáveis do estuário. Nessa zona o teor em matéria orgânica é superior aos sedimentos localizados mais a jusante mas inferior aos de montante, onde a percentagem de vasa começa a ser elevada e os sedimentos classificados como areias vasosas ou vasas arenosas (MAGALHÃES *et al.*, 1987; COSTA *et al.*, 1988).

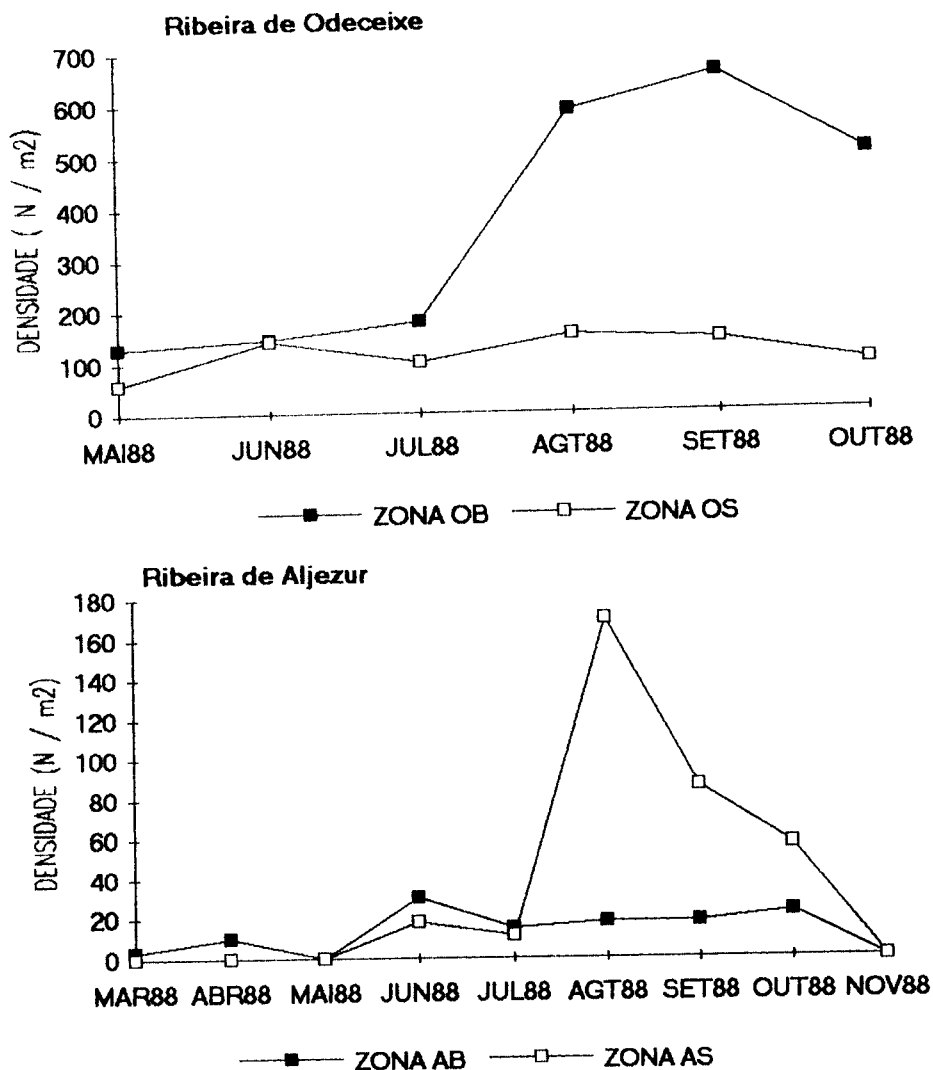


Fig. 6.5: *Cardium edule* - Comparação das densidades médias mensais ( $N/m^2$ ) nas duas zonas de amostragem: do Estuário da Ribeira de Aljezur (Zona AB e Zona AS) e do Estuário da Ribeira de Odeceixe (OB e OS) ao longo do período de ocorrência no ano de 1988.

Comparando os valores médios mensais de densidade nas duas zonas de amostragem para os dois estuários (FIG 6.5) verifica-se que *Cardium edule* prefere em Odeceixe a zona menos próxima do sapal (Zona-OB), localizando-se portanto na zona que fica emersa menos tempo. Por outro lado, esta espécie ocupa em Aljezur preferencialmente o local onde não existe *C. glaucum* (Zona-AS).

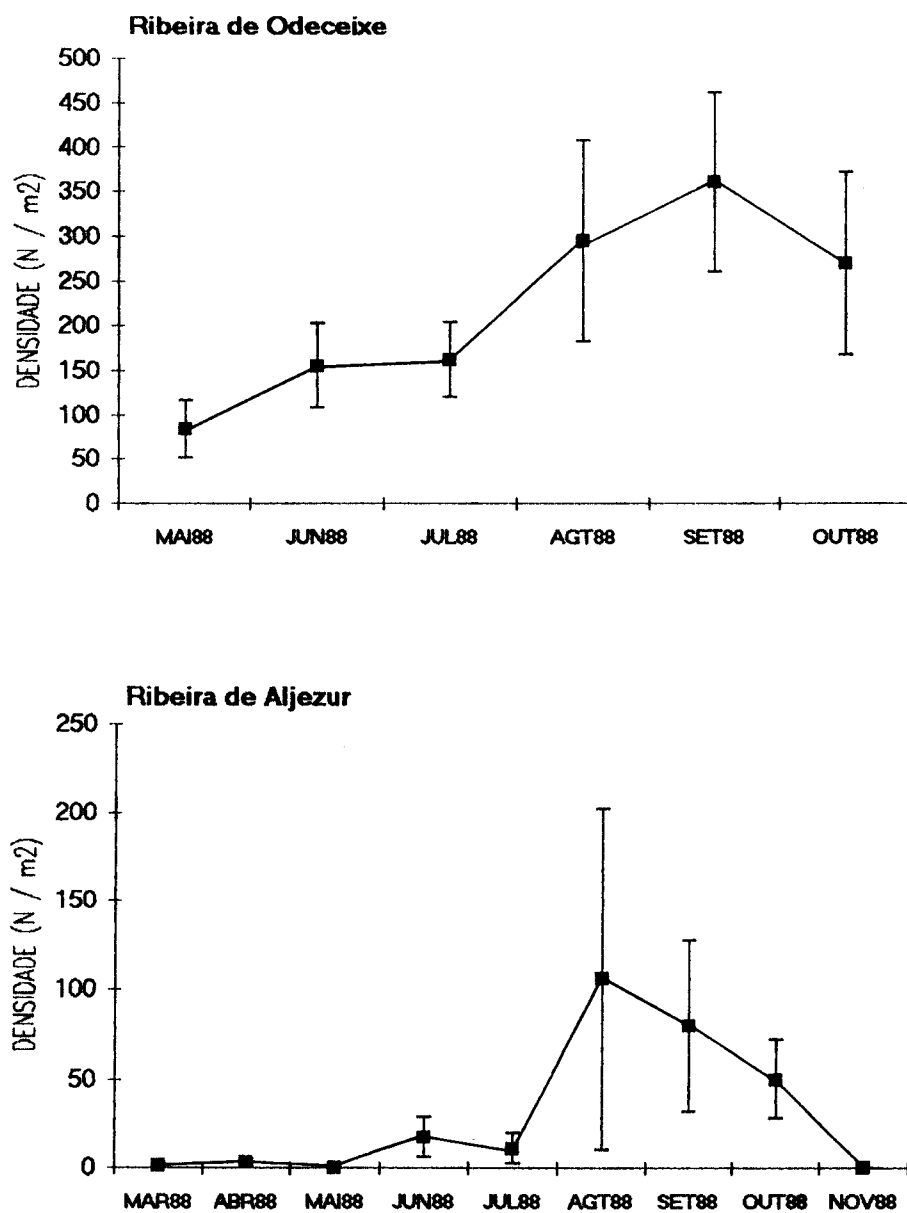


Fig. 6.6: *Cardium edule* - Evolução da densidade média mensal ( $N/m^2$ ) e (limites de confiança a 95%), nos Estuários das Ribeiras de Aljezur e de Odeceixe durante o ano de 1988.

As larvas pós-metamorfose não se estabeleceram nestas zonas de amostragem. O facto de o incremento na densidade não ser efectuado por exemplares de pequenas dimensões mas sim com indivíduos que já tinham atingido o mesmo comprimento que os jovens detectados em Maio (cf. 6.2.3.), sugere que o local de assentamento maciço das larvas se localizava para jusante destas zonas, assistindo-se, com o decorrer do tempo, a uma deslocação e concentração dos indivíduos para montante desse local, facto este bem evidente na ribeira de Odeceixe (FIGS. 6.5 e 6.6).

O declínio da densidade intensificou-se a partir do Verão, facto a que não deve ser alheia a presença dos veraneantes que a partir de fins de Julho até finais de Setembro se dedicavam a apanhar os exemplares de maiores dimensões.

Face aos resultados obtidos pode-se considerar que *Cardium edule* apresenta preferências de substrato diferentes de *C. glaucum*, podendo-se definir um local para cada uma das espécies com uma pequena zona de sobreposição. Assinala-se, também que em 1988 não existiu recrutamento de *C. glaucum* tendo-se assistido a uma diminuição do efectivo desta espécie ao longo do período de amostragem. A presença de pós-larvas de *C. edule* não foi detectado directamente, sendo a sua presença observada apenas um a dois meses depois do assentamento das larvas (recrutamento ao povoamento bentónico).

Ao comparar os valores de densidade populacional, das duas espécies, com os obtidos por outros autores verifica-se que são relativamente baixos. Para *Cardium edule* os valores variam muito. VILELA (1947) refere para a Ria de Faro 1352 indivíduos/m<sup>2</sup> e GORDO (1982) indica para a Ria de Alvor valores entre 35800/m<sup>2</sup> em Abril 1980 e 30 indivíduos/m<sup>2</sup> em Novembro do mesmo ano. MOREIRA (1988) observou na Ria de Aveiro 10000 indivíduos/m<sup>2</sup> em Agosto de 1982, valor que em Dezembro passou a cerca de 300 indivíduos/m<sup>2</sup>. Verifica-se, assim, que os valores de

densidade observados nos Estuários de Odeceixe e Aljezur (densidade máxima de 180 exemplares / m<sup>2</sup>) fica muito aquém destes valores relativos ao litoral de Portugal.

As referências a densidade de *C. glaucum* são esparsas e não existem para Portugal, os valores disponíveis variam bastante mas, no geral, não são tão elevados como para *C. edule*. IVELL (1979a) refere, para Inglaterra, um valor médio de 613 indivíduos/m<sup>2</sup> enquanto que indica para uma lagoa em Itália valores próximos dos 1000 indivíduos/m<sup>2</sup>. BARNES (1973) refere que a espécie apresenta densidades que vão de 90 a 15 indivíduos / m<sup>2</sup>. A densidade mais elevada é a indicada por MUUS (1967) de 5000 indivíduos/m<sup>2</sup>.

A taxa instantânea de mortalidade (*Z*) calculada para *Cardium edule* da Ribeira de Aljezur e referente ao Verão de 1988, para o período de Agosto e Outubro, último mês em que se conseguiu colher exemplares desta espécie, foi de  $Z = 0,38$  a que corresponde uma mortalidade de 52,8%.

Os principais factores que influenciam a mortalidade de *Cardium* são, para além da idade e dos factores abióticos, a predação e a densidade do banco de bivalves já existente, este último influenciando directamente o sucesso da fixação dos jovens, não só por uma questão de disponibilidade espacial como também pela filtração das larvas e dos ovos por parte dos adultos (BROCK, 1980).

As taxas instantâneas de mortalidade estabelecidas para estas espécies variam muito de local para local. *C. edule* apresenta valores desde 1,44 no Sul do País de Gales (HANCOCK & URQUHART, 1965) até valores de 7,3 para a Ria de Arosa (FERNANDEZ *et al.*, 1984). De um modo geral pode-se considerar que a mortalidade é mais elevada no período que se segue ao recrutamento, no Inverno para as populações de maiores latitudes, e na Primavera-Verão nas populações que estão sujeitas a pesca, e que a taxa é mais elevada nos extremos da distribuição etária

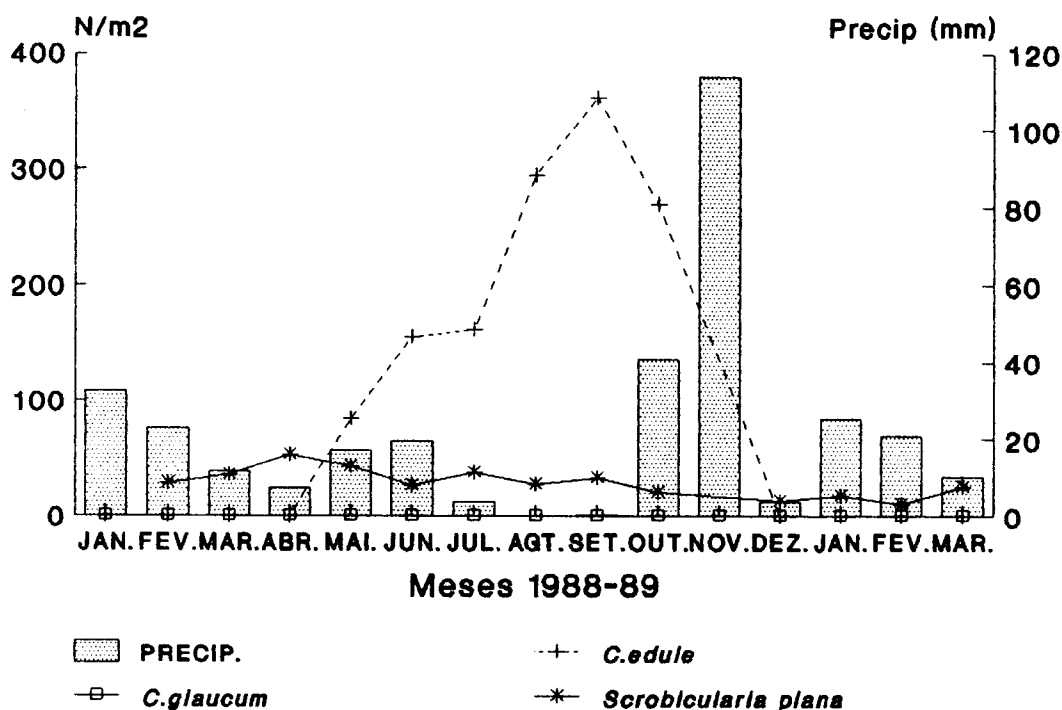
(HANCOCK & URQUHART, 1965; FERNANDEZ *et al.* ,1984; MEJUTO, 1984; GONZALEZ & CAMACHO, 1984 a, 1984b; MOREIRA, 1988; BASTOS, 1991).

A taxa computada para *C. glaucum* , 0,38, a que corresponde uma percentagem de 80,8%, é francamente superior à obtida para a outra espécie. Os dados existentes sobre *C. glaucum* indicam como causas mais importantes de mortalidade a predação por aves e as crises de distrofia que se desencadeiam nos sistemas lagunares (LABOURG & LASSERRE, 1980). WOLOWICZ (1984) indica que na Baía de Gdansk a mortalidade atinge os 85% no Verão, relacionando esse valor com a morte dos adultos que se reproduziram nesse período.

Nestes Cardidae do Sudoeste de Portugal ou não foi possível quantificar a densidade dos jovens bivalves no pico do recrutamento (*C. edule* ) ou não se detectou o recrutamento anual (*C. glaucum* ) não se podendo confirmar se de facto a mortalidade mais elevada corresponde ao período que se segue à fixação. Os valores obtidos de 0,23 e 0,38 para *C. edule* e *C. glaucum* , respectivamente, são bastante inferiores aos da bibliografia frisando-se, no entanto, que dizem respeito a um curto período de tempo que não englobou todas as fases de desenvolvimento da população. No caso de *Cardium edule* , este período abrangeu o início da fixação da espécie no local, cujo desenvolvimento foi abruptamente interrompido pelas enxurradas; para *C. glaucum* referiu-se a uma população dominada por indivíduos adultos, que se encontravam pelo menos no segundo ano de vida e que estiveram expostos às alterações do meio provocadas pela cheia.

Na FIG. 6.7 apresenta-se a variação das densidades destes Cardidae e de *Scrobicularia plana* , bivalve também comum nas áreas amostradas, assim como a variação da precipitação média mensal ao longo do período considerado.

## Estuário da Ribeira de Odeceixe



## Estuário da Ribeira de Aljezur

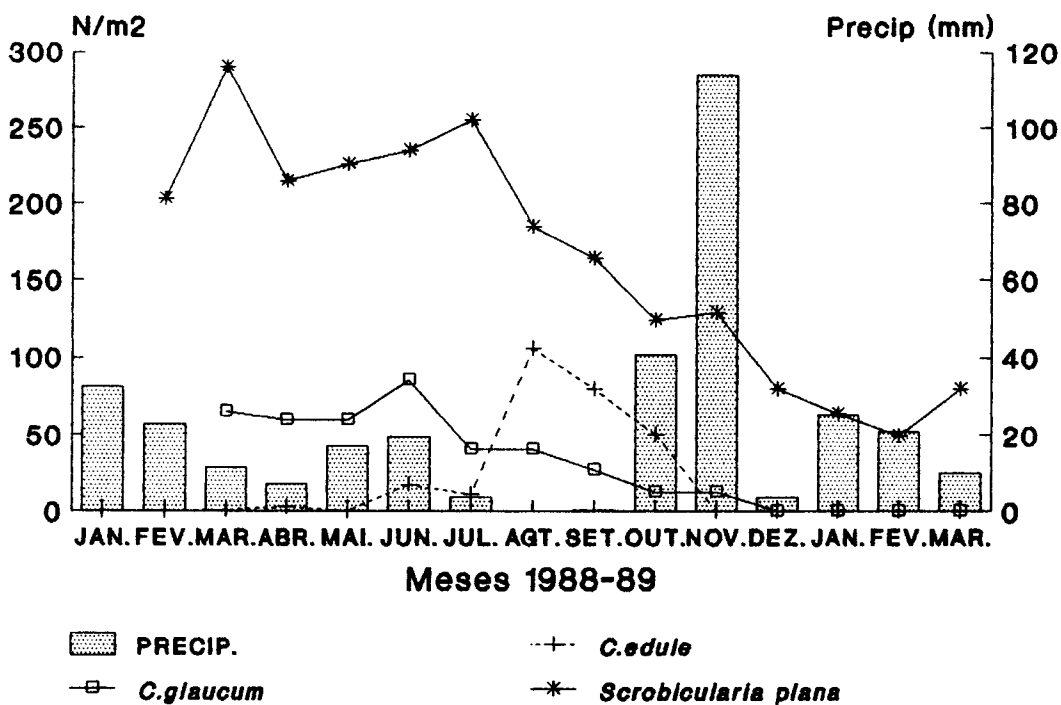


Fig. 6.7: Comparação da evolução das densidades de *C. edule*, *C. glaucum*, e *Scrobicularia plana* com os valores médios de precipitação nos Estuários das Ribeiras de Odeceixe e Aljezur.

A influência da precipitação é notória na alteração da composição específica a nível do grupo dos bivalves sendo os Cardidae os mais susceptíveis e dentro deste grupo *Cardium edule*. As razões que levaram ao desaparecimento de *Cardium* foram certamente, a baixa salinidade atingida com o aumento do fluxo fluvial e a duração mais ou menos longa da permanência desses valores baixos (em Odeceixe a salinidade na foz da ribeira foi de 0 ‰ aproximadamente durante um mês) e a intensidade da corrente na enxurrada. Estes bivalves terão sido facilmente arrastados uma vez que não possuem estratégia biológica para suportar correntes muito fortes, ao contrário de *Scrobicularia plana* que ao se localizar a uma profundidade superior suporta melhor estas variações do meio.

#### 6.2.2 - Padrão de Microdistribuição Espacial

*Cardium glaucum* não apresenta um padrão de distribuição igual ao de *Cardium edule* (QUADROS 6.1 e 6.2). A evolução mensal do Índice de Morisita calculado para cada uma das espécies está representada nas FIGS. 6.8 e 6.9 apresentando-se todos os valores significativos para  $p < 0,05$ .

Quadro 6.1: *Cardium glaucum* - Índice de Agregação de Morisita (para  $p < 0,05$ ) no Estuário da Ribeira de Aljezur (1988).

MESES	Í. MORISITA	TESTE $\chi^2$	TIPO DE DISPERSÃO
Março	1,35	11,9	ALEATÓRIA
Abril	1,03	3,67	ALEATÓRIA
Maio	0,88	0,33	ALEATÓRIA
Junho	1,13	7,18	ALEATÓRIA
Julho	1,00	3,00	ALEATÓRIA
Agosto	1,43	9,50	ALEATÓRIA
Setembro	0,87	1,73	ALEATÓRIA
Outubro	0,80	2,20	ALEATÓRIA
Novembro	1,60	5,40	ALEATÓRIA

Quadro 6.2: *Cardium edule* - Índice de Agregação de Morisita (para  $p < 0,05$ ) nos Estuários das Ribeiras de Odeceixe e Aljezur (1988).

MESES	Í. MORISITA	TESTE $X^2$	TIPO DE DISPERSÃO
<b>Rib. Odeceixe</b>			
Maio	1,39	31,73	AGREGADA
Junho	1,15	24,39	AGREGADA
Julho	1,25	36,14	AGREGADA
Agosto	1,56	103,78	AGREGADA
Setembro	1,51	133,44	AGREGADA
Outubro	1,78	153,04	AGREGADA
<b>Rib. Aljezur</b>			
Junho	1,67	15,71	ALEATÓRIA
Julho	1,78	13,22	ALEATÓRIA
Agosto	5,93	471,81	AGREGADA
Setembro	3,34	214,93	AGREGADA
Outubro	4,07	409,33	AGREGADA

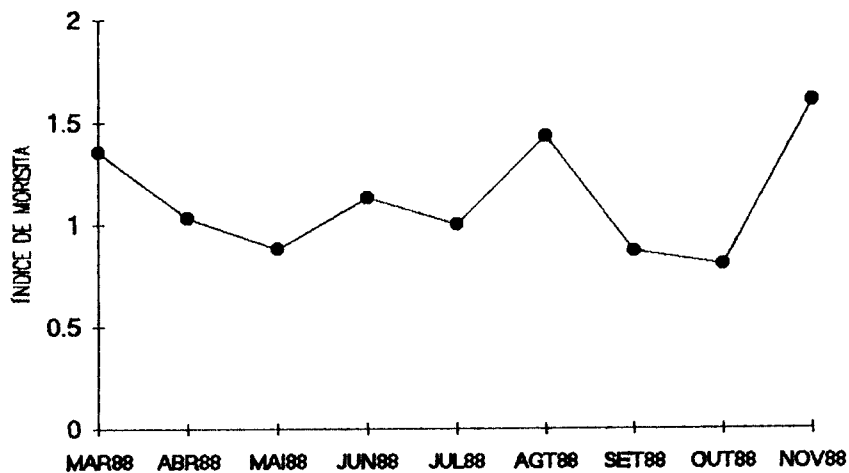


Fig. 6.8: *Cardium glaucum* - Variação do Índice de Morisita no estuário da Ribeira de Aljezur.



*Cardium glaucum* evidencia um padrão de dispersão aleatória, não tendo sido detectados agregados. *Cardium edule* tem uma distribuição de tipo agregado, quer num quer noutro estuário, padrão que se manteve ao longo de todo o período excepto em Aljezur nas duas situações (Junho e Julho) em que se colheram alguns berbigões adultos de uma geração anterior.

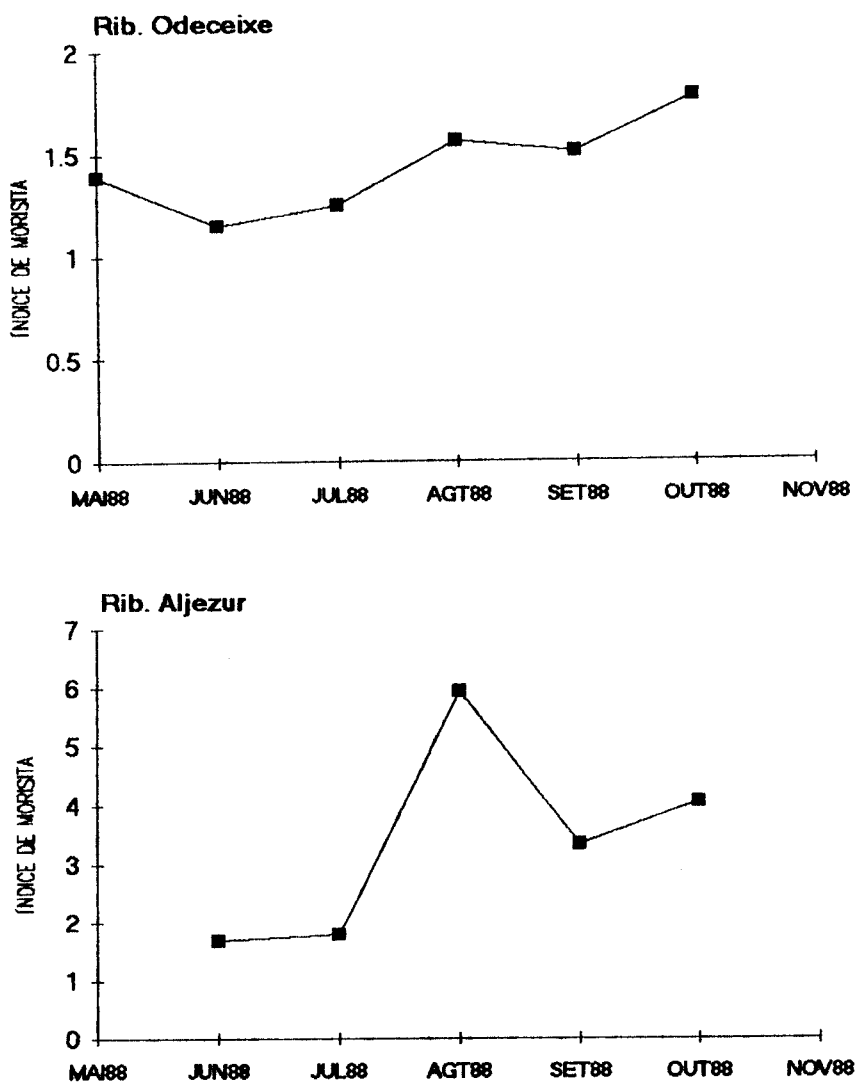


Fig. 6.9: *Cardium edule* - Variação do Índice de Morisita nos estuários das Ribeiras de Odeceixe e Aljezur.

Em Aljezur, *Cardium edule* apresenta tendência para a agregação máxima em Agosto, mês em que foi observada a densidade máxima. Em Odeceixe foi em Agosto e Outubro que o índice apresentou valores mais elevados não podendo ser relacionados directamente com a densidade. Segundo REYS (1972 in MAGALHÃES, 1988) o aumento da densidade de uma população incrementa as possibilidades de se detectar o padrão de dispersão contagiosa.

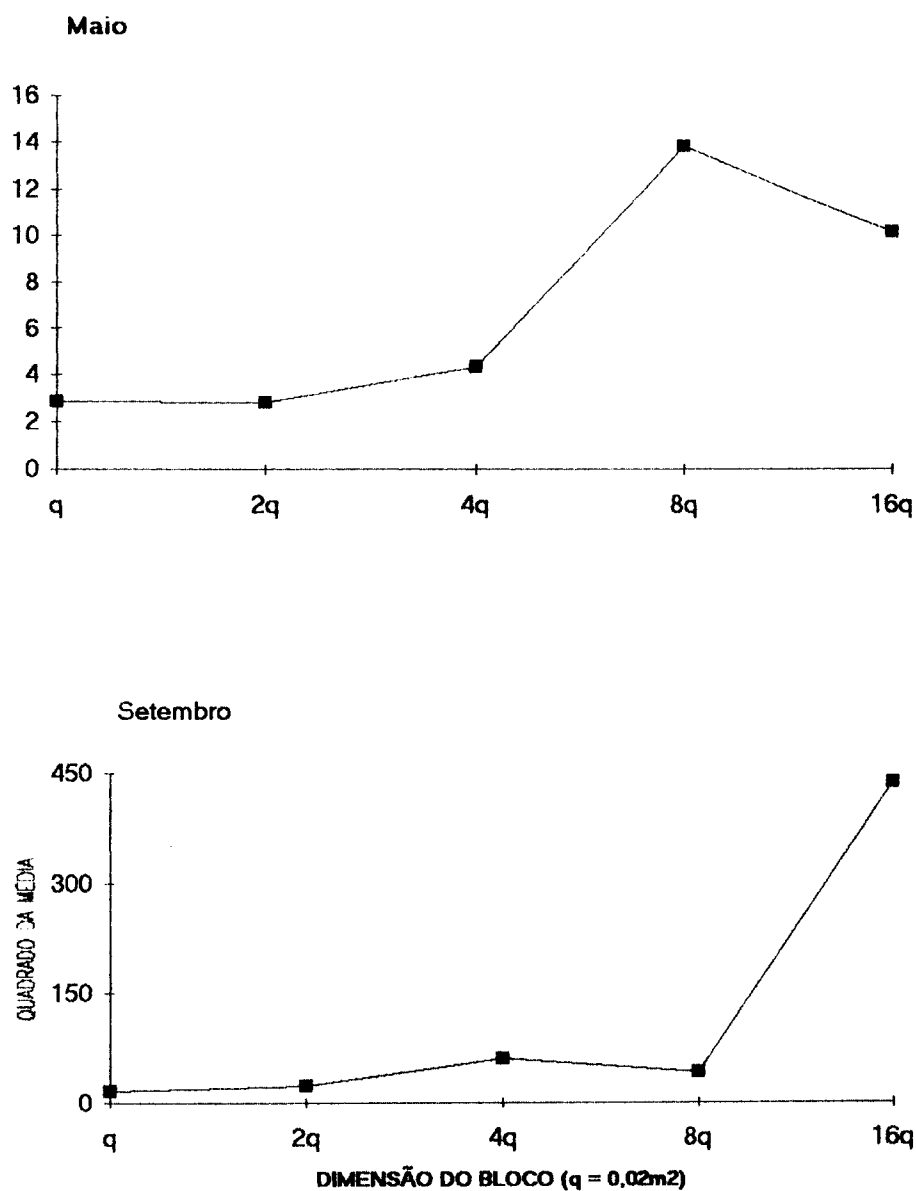


Fig. 6.10: *Cardium edule* - Análise da agregação nos meses de Maio (a) e Setembro (b) de 1988 no estuário da Ribeira de Odeceixe.

A análise de agregados para *Cardium edule* na Ribeira de Odeceixe (FIG. 6.10) mostra uma área diferente de dimensão de agregado para cada período considerado. Desta forma, se se interpretar os dados obtidos face às considerações de POOLE (1974), o valor de Maio, correspondente ao período após a fixação da espécie no local, evidencia uma área de agregado de  $0,16\text{m}^2$ , enquanto que em Setembro se detectam duas escalas de agregado ( $0,08\text{m}^2$  e  $0,32\text{m}^2$ ) podendo-se sugerir que a primeira indica uma agregação de indivíduos (distribuição aleatória dentro do agregado) e que a segunda corresponde à dimensão do mosaico (agregação de grupos de indivíduos).

Na análise de agregação referente aos dois sistemas (Setembro 1988) detecta-se para Odeceixe (FIG. 6.10) uma distribuição em mosaico de agregados de indivíduos com uma dimensão de mosaico ( $0,32/\text{m}^2$ ) semelhante à dimensão de agregados de indivíduos calculada para Aljezur (FIG. 6.11),

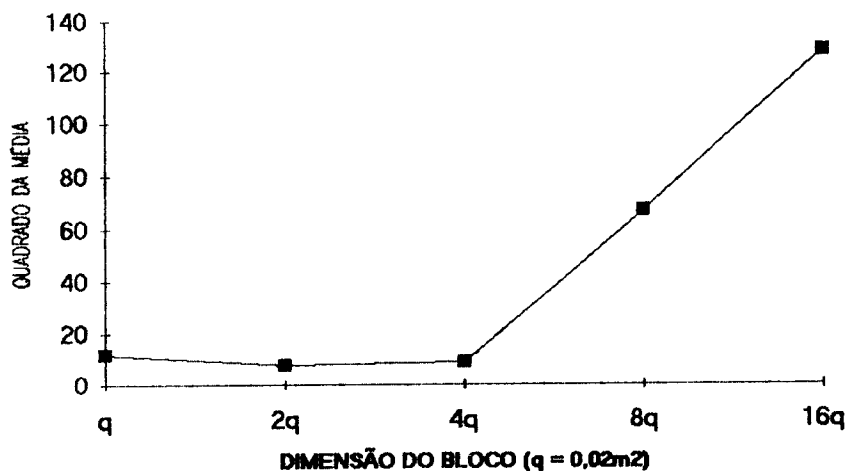


Fig. 6.11: *Cardium edule* - Análise do padrão de agregação em Setembro 1988, no estuário da Ribeira de Aljezur.

Estes resultados sugerem que a população de Aljezur se distribui de um modo mais aleatório do que a de Odeceixe. Em Aljezur, ao contrário de Odeceixe, com a análise efectuada sobre a mesma área amostrada não se consegue detectar as dimensões de agregados (indivíduos e grupos de indivíduos) apenas se constata que a dimensão mínima do agregado de indivíduos é igual ou superior à área amostrada. Observações no local evidenciaram que *C. edule* se distribuía por uma maior área no Estuário de Aljezur, onde o banco tinha cerca de 1Km, do que no de Odeceixe, onde a extensão do banco não atingia os 800m. Estes factos aliados à existência de maior abundância por unidade de área na Rib. de Odeceixe apontam para que este sistema apresenta uma maior heterogeneidade do meio o que leva à concentração dos indivíduos nas zonas mais propícias.

A dispersão em agregados é geralmente referida como a mais usual para as populações naturais e é explicada não só pela heterogeneidade do meio como pela tendência que numerosas espécies apresentam para o agrupamento entre indivíduos independentemente dos factores ambientais (ODUM, 1971).

A heterogeneidade do substrato é importante visto que as preferências por um conjunto particular de condições leva a numa distribuição em agregados, sendo os organismos, larvas ou adultos, capazes de detectar a heterogeneidade, mesmo a uma pequena escala, e reagir em conformidade (WILSON & SHELLEY, 1986).

O padrão aleatório evidenciado para *Cardium glaucum* poderá ser atribuído às baixas densidades detectadas para esta espécie. ELLIOTT (1977) indica que a dispersão de uma população é aleatória se a densidade não é elevada, havendo um incremento na aleatoriedade com o aumento da idade da população, o que pode ser explicado pela diminuição na densidade ou pela divisão dos agregados em várias unidades mais pequenas. De facto esta população era constituída por animais adultos que já tinham ultrapassado o primeiro ano de vida e não tendo existido recrutamento

não foi possível determinar se este modo de dispersão é comum a todas as fases do ciclo biológico ou se está relacionado com a idade.

O modo de alimentação pode influenciar a dispersão de uma espécie e LEVINTON (1972, *in* WILSON & SHELLEY, 1986) argumenta que os filtradores se distribuem ao acaso e os detritívoros de um modo regular, quando o alimento constitui um factor limitante, visto que o estabelecimento de territórios alimentares minimiza a competição. MOLLER & ROSENBERG (1988) evidenciaram que a dispersão horizontal de *Cardium edule* apresentava uma distribuição agregada mas que, com a diminuição da densidade e o aumento da idade os bivalves mostravam tendência para a aleatoriedade. Assim, se se considerar que estas duas espécies possuem estratégias semelhantes, os nossos dados reforçam as observações destes autores pois a população de *Cardium edule* encontrava-se no princípio da sua existência enquanto que a de *Cardium glaucum* podia ser considerada como uma população estável.

### 6.2.3 - Crescimento

#### 6.2.3.1 - Crescimento alométrico

A aplicação das duas equações (linear e potência) aos mesmos valores das dimensões lineares originou coeficientes de correlação semelhantes sendo as regressões todas significativas ( $p < 0,05$ ). Os resultados do estudo de alometria, segundo a equação linear sobre as dimensões lineares da concha de *Cardium edule* e de *Cardium glaucum* constam respectivamente dos QUADROS 6.3 a 6.5 e do Quadro 6.6.

Os parâmetros das rectas de regressão obtidas para as relações comprimento versus peso da concha ou peso seco, explicadas pela equação geral de alometria, estão reunidos nos QUADROS 6.7 e 6.8 para *Cardium edule* e no QUADRO 6.9 para

*Cardium glaucum*. As regressões são todas significativas ( $p < 0,05$ ) excepto a relação comprimento vs. peso seco de *Cardium glaucum* dos meses de Setembro e Outubro.

Quadro 6.3: *Cardium edule* - Relações de alometria entre as dimensões da concha (comprimento, altura e espessura) - Ribeira de Odeceixe (1988)

**Comprimento v.s. Altura**

Mês	$r^2\%$	a	b	erro b	erro est.y	graus de liberdade
Junho	96,4	-0,266	0,924	0,019	0,366	87
Julho	97,4	-0,035	0,884	0,015	0,356	95
Agosto	97,1	0,816	0,869	0,011	0,515	170
Setembro	93,8	0,616	0,877	0,015	0,817	230
Outubro	93,1	1,169	0,862	0,017	0,578	188

**Comprimento v.s. Espessura**

Junho	91,1	-0,956	0,702	0,023	0,450	87
Julho	92,3	-0,467	0,664	0,020	0,470	95
Agosto	97,8	-0,548	0,714	0,016	0,737	170
Setembro	93,1	-0,656	0,723	0,013	0,709	230
Outubro	85,9	-0,604	0,726	0,021	0,725	188

**Altura vs. Espessura**

Junho	93,9	-0,731	0,756	0,021	0,374	87
Julho	95,2	-0,461	0,753	0,017	0,370	95
Agosto	94,7	-1,229	0,823	0,015	0,595	170
Setembro	94,6	-0,827	0,805	0,013	0,628	230
Outubro	87,2	-1,158	0,819	0,230	0,690	188

Quadro 6.4: *Cardium edule* - Relações de alometria entre as dimensões da concha

(comprimento, altura e espessura) - Ribeira de Aljezur (1984-86)

**Comprimento v.s. Altura**

Mês	r <sup>2</sup> %	a	b	erro b	erro est.y	graus liberd.
Junho/84	95,6	0,083	0,892	0,053	0,467	13
Setembro/84	86,0	2,687	0,776	0,027	0,860	129
Dezembro/84	55,5	4,241	0,538	0,080	1,503	36
Março/85	91,6	4,518	0,738	0,058	1,337	15
Junho/85	93,9	0,645	0,875	0,079	0,902	8
Setembro/85	79,4	4,629	0,650	0,117	2,744	8
Dezembro/85	91,3	0,277	0,906	0,028	0,855	100
Março/86	88,5	0,637	0,887	0,023	0,893	195
Junho/86	99,2	0,252	0,887	0,001	0,561	189
Agosto/86	99,0	0,147	0,903	0,015	0,493	36
Dezembro/86	97,8	-0,098	0,902	0,025	1,049	30

**Comprimento v.s. Espessura**

Junho/84	93,5	-0,435	0,638	0,047	0,410	13
Setembro/84	68,5	0,379	0,643	0,038	1,225	129
Dezembro/84	76,9	6,144	0,684	0,063	1,171	36
Março/85	77,3	1,229	0,626	0,088	2,037	15
Junho/85	91,6	-4,545	0,855	0,091	1,049	8
Setembro/85	99,5	-1,972	0,774	0,019	0,453	8
Dezembro/85	82,9	0,010	0,678	0,031	0,940	100
Março/86	61,9	1,782	0,613	0,034	1,347	195
Junho/86	97,1	-1,020	0,726	0,001	0,907	189
Agosto/86	91,7	-0,962	0,713	0,036	1,173	36
Dezembro/86	94,8	-1,058	0,761	0,033	1,382	30

**Altura v.s. Espessura**

Junho/84	97,4	-0,481	0,714	0,033	0,262	13
Setembro/84	76,9	-1,602	0,816	0,039	1,049	129
Dezembro/84	74,1	7,387	0,931	0,092	1,240	36
Março/85	75,1	-1,444	0,800	0,119	2,132	15
Junho/85	97,6	-5,176	0,978	0,055	0,567	8
Setembro/85	76,5	-2,775	0,930	0,183	3,118	8
Dezembro/85	90,5	-0,176	0,747	0,024	0,702	100
Março/86	63,1	2,034	0,657	0,036	1,326	195
Junho/86	97,3	-1,202	0,817	0,001	0,875	189
Agosto/86	94,3	-1,172	0,797	0,033	0,972	36
Dezembro/86	97,1	-0,983	0,844	0,027	1,041	30

Quadro 6.5: *Cardium edule* - Relações de alometria entre as dimensões da concha (comprimento, altura e espessura) - Ribeira de Aljezur (1988) no banco novo (BN) e no banco de *C. glaucum*.

#### Comprimento vs. Altura

Mês	$r^2$ %	a	b	erro b	erro est.y	graus de liberdade
Junho	99,1	-0,012	0,960	0,037	0,256	6
Julho	96,6	0,184	0,949	0,067	0,363	7
Agosto BV	98,7	-0,145	0,949	0,027	0,350	17
Agosto BN	96,5	0,663	0,872	0,013	0,457	156
Setembro BV	97,9	0,602	0,895	0,031	0,530	18
Setembro BN	96,7	1,804	0,834	0,019	0,440	66
Outubro BV	99,5	0,295	0,908	0,018	0,343	13
Outubro BN	95,4	1,429	0,840	0,017	0,524	118

#### Comprimento vs. Espessura

Junho	97,1	-0,310	0,680	0,048	0,328	6
Julho	94,6	0,212	0,613	0,056	0,302	7
Agosto BV	97,0	-0,761	0,723	0,031	0,402	17
Agosto BN	75,3	-0,145	0,681	0,031	1,075	156
Setembro BV	98,8	-1,054	0,751	0,019	0,333	18
Setembro BN	81,3	1,196	0,611	0,036	0,834	66
Outubro BV	99,2	-0,682	0,722	0,018	0,353	13
Outubro BN	89,8	-0,258	0,689	0,021	0,657	118

#### Altura vs. Espessura

Junho	97,4	-0,284	0,707	0,048	0,315	6
Julho	96,8	0,127	0,642	0,044	0,231	7
Agosto BV	97,7	-0,626	0,759	0,029	0,358	17
Agosto BN	77,1	4,313	0,992	0,043	1,17	156
Setembro BV	98,6	-1,415	0,830	0,023	0,358	18
Setembro BN	83,7	-0,097	0,732	0,040	0,778	66
Outubro BV	99,1	-0,885	0,792	0,021	0,376	13
Outubro BN	93,2	-1,352	0,817	0,020	0,537	118



Quadro 6.6: *Cardium glaucum* - Relações de alometria entre as dimensões da concha (comprimento, altura e espessura) - Ribeira de Aljezur (1988)

**Comprimento vs. Altura**

Mês	$r^2$ %	a	b	erro b	erro est.y	graus liberd.
Fevereiro	98,9	1,664	0,840	0,031	0,475	8
Março	93,1	1,250	0,873	0,026	0,662	82
Abril	91,1	0,575	0,900	0,034	0,820	70
Maió	89,4	3,082	0,796	0,041	0,895	44
Junho	95,4	0,692	0,905	0,023	0,636	74
Julho	95,6	2,798	0,813	0,025	0,730	48
Agosto	93,2	0,976	0,891	0,025	0,566	95
Setembro	99,5	-0,126	0,945	0,010	0,499	42
Outubro	74,6	3,955	0,771	0,120	0,713	14

**Comprimento v.s. Espessura**

Fevereiro	98,1	-1,436	-0,791	0,039	0,590	8
Março	88,5	1,420	0,671	0,027	0,677	82
Abril	87,1	-0,332	0,748	0,034	0,841	70
Maió	81,6	0,719	0,698	0,050	1,081	44
Junho	91,7	0,657	0,711	0,025	0,680	74
Julho	90,6	-0,691	0,761	0,035	1,027	48
Agosto	77,6	-0,211	0,755	0,042	0,952	95
Setembro	98,6	-1,556	0,833	0,015	0,743	42
Outubro	73,3	0,308	0,757	0,122	0,722	14

**Altura vs. Espessura**

Fevereiro	98,0	-2,876	0,936	0,048	0,605	8
Março	91,7	0,723	0,755	0,025	0,575	82
Abril	93,8	-0,643	0,823	0,025	0,582	70
Maió	86,5	-1,455	0,854	0,051	0,926	44
Junho	95,0	0,222	0,781	0,021	0,530	74
Julho	95,8	-3,426	0,941	0,028	0,687	48
Agosto	80,3	-0,694	0,832	0,042	0,893	95
Setembro	98,9	-1,429	0,880	0,014	0,667	42
Outubro	80,3	-1,561	0,887	0,117	0,620	14

Quadro 6.7: *Cardium edule* - Relação de alometria entre o comprimento da concha, o peso da concha e o peso seco orgânico - Ribeira de Odeceixe (1988)

**Comprimento v.s. Peso Concha**

Mês	r <sup>2</sup> %	a	b	erro b	erro est.y	graus de liberdade
Junho	60,2	-8,444	2,757	0,334	0,348	45
Julho	88,0	-9,328	3,113	0,166	0,185	48
Agosto	83,2	-9,489	3,245	0,211	0,148	48
Setembro	65,5	-7,038	2,434	0,255	0,242	48
Outubro	88,1	-7,788	2,678	0,142	0,143	48

**Comprimento v.s. Peso Seco Orgânico**

Junho	50,1	-10,192	2,254	0,335	0,349	45
Julho	77,8	-10,954	2,703	0,208	0,232	48
Agosto	79,6	-12,553	3,279	0,239	0,168	48
Setembro	64,0	-10,060	2,474	0,268	0,254	48
Outubro	91,9	-12,325	3,112	0,133	0,134	48

Quadro 6.8: *Cardium edule* - Relação de alometria entre o comprimento da concha, o peso da concha e o peso seco orgânico - Ribeira de Aljezur (1988)

**Comprimento v.s. Peso Concha**

Mês	r <sup>2</sup> %	a	b	erro b	erro est.y	graus de liberdade
Julho	92,8	-7,057	2,315	0,287	0,144	5
Agosto	94,7	-6,969	2,332	0,275	0,121	4
Agosto	94,8	-7,654	2,621	0,083	0,107	54
Setembro	89,2	-7,604	2,584	0,218	0,172	17
Setembro	89,9	-8,152	2,825	0,116	0,151	67
Outubro	98,6	-7,942	2,726	0,094	0,135	12

**Comprimento v.s. Peso Seco Orgânico**

Julho	93,7	-9,446	2,079	0,240	0,120	5
Agosto	90,2	-10,335	2,483	0,410	0,180	4
Agosto	92,6	-11,346	2,903	0,112	0,144	54
Setembro	42,1	-13,260	3,471	0,988	0,780	17
Setembro	66,5	-14,224	3,890	0,337	0,438	67
Outubro	93,6	-12,160	3,128	0,236	0,341	12

Quadro 6.9 *Cardium glaucum* - Relação de alometria entre o comprimento da concha, o peso da concha e o peso seco orgânico - Ribeira de Aljezur (1988) (\* = não significativa,  $p < 0,05$ ).

#### Comprimento v.s. Peso Concha

Mês/Ano	$r^2\%$	a	b	erro b	erro est.y	graus de liberdade
Fevereiro	97,9	-8,860	3,970	0,159	0,091	8
Março	77,8	-6,345	2,208	0,172	0,141	47
Abril	76,7	-9,926	3,381	0,275	0,203	46
Maió	81,6	-8,801	3,023	0,216	0,179	44
Junho	95,2	-8,894	3,036	0,104	0,124	43
Julho	84,8	-8,669	2,988	0,197	0,155	41
Agosto	87,2	-8,732	3,009	0,182	0,111	40
Setembro	82,9	-8,399	2,920	0,246	0,120	29
Outubro	70,5	-7,093	2,516	0,452	0,112	13

#### Comprimento vs. Peso Seco Orgânico

Fevereiro	82,8	-11,564	2,756	0,444	0,253	8
Março	59,8	-9,185	2,023	0,242	0,198	47
Abril	74,0	-11,342	2,764	0,241	0,178	46
Maió	63,7	-9,326	2,241	0,255	0,211	44
Junho	87,2	-10,459	2,500	0,146	0,174	43
Julho	61,8	-11,228	2,768	0,340	0,268	41
Agosto	61,8	-9,227	2,200	0,273	0,166	40
Setembro	11,0*	-7,418	1,612	0,815	0,400	29
Outubro	0,02*	-2,209	-0,093	2,057	0,511	13

Após a análise estatística dos declives calcularam-se os coeficientes de alometria comuns e os declives funcionais que expressam as relações entre as dimensões consideradas para cada população e local de amostragem. Os declives comuns e os funcionais apresentam-se nos QUADROS 6.10 e 6.11.

Os coeficientes de alometria das relações lineares de *Cardium edule* e de *Cardium glaucum* são muito semelhantes e se bem que inferiores à unidade, mostram tendência para a isometria. A dimensão linear que mais aumenta relativamente às outras é, pois, o comprimento da concha. A relação comprimento versus espessura é a que apresenta um b funcional menor sendo este facto comum às duas espécies ( $b=0,732$  ou  $0,726$  para *C. edule* e  $0,749$  para *C. glaucum* ).

Quadro 6.10: *Cardium edule* - Declives comuns e declives funcionais representativos das relações de alometria consideradas

**Estuário da Rib. de Odeceixe**

Relação	b comum	b funcional	r <sup>2</sup> %	valor F	graus de liberdade
Comprimento vs. Altura	0,875	0,898	97,5	0,824	776
Comprimento vs. Espessura	0,715	0,732	95,6	1,052	770
Espessura vs. Altura	0,806	0,834	96,7	2,099	770
Comprimento vs. Peso Concha	2,829	3,031	87,1	1,977	237
Comprimento vs. Peso Seco	2,508	2,792	80,7	0,265	141

**Estuário da Rib. de Aljezur**

Comprimento vs. Altura	0,886	0,892	98,6	0,921	976
Comprimento vs. Espessura	0,709	0,726	95,4	0,658	890
Espessura vs. Altura	0,814	0,871	93,4	1,037	667
Comprimento vs. Peso Concha	2,685	2,771	93,9	0,530	159
Comprimento vs. Peso Seco	1,858	1,987	87,5	0,620	92

Quadro 6.11: *Cardium glaucum* - Declives comuns e declives funcionais representativos das relações de alometria consideradas

**Estuário da Rib. de Aljezur**

Relação	b comum	b funcional	r <sup>2</sup> %	valor F	graus de liberdade
Comprimento vs. Altura	0,870	0,894	94,6	0,681	560
Comprimento vs. Espessura	0,715	0,749	90,9	0,917	579
Espessura vs. Altura	0,820	0,844	94,3	1,647	606
Comprimento vs. Peso Concha	3,058	3,171	93,0	0,404	264
Comprimento vs. Peso Seco	2,454	2,674	84,2	1,240	269

Da observação dos coeficientes de alometria para a relação comprimento versus peso seco de *C. glaucum* sobressai o facto de não se ter conseguido estabelecer nenhuma correlação para o fim do Verão (Setembro) e para o mês após as cheias (Outubro) o que poderá estar relacionado não só com a representatividade das amostras mas sobretudo com o estado debilitado da população.

As relações menos correlacionadas são as ponderais que se aproximam da isometria. O comprimento versus peso seco de *Cardium edule* da Ribeira de Aljezur mostra tendência para alometria negativa ( $b=1,99$ ) o que significa que se compararmos

estes indivíduos com exemplares provenientes de Odeceixe verifica-se que o seu aumento de peso relativamente ao aumento do comprimento da concha é inferior aos de Odeceixe.

Comparando os coeficientes de alometria aqui obtidos com os de MOREIRA (1988) para *Cardium edule* da Ria de Aveiro: comprimento vs. altura = 0,751; comprimento vs. espessura = 1,813 e espessura vs. altura = 0,969, sobressai a relação de alometria majorante: comprimento vs. espessura. Esta diferença entre coeficientes significa que os berbigões da Ria de Aveiro, provenientes duma população estruturalmente semelhante às aqui estudadas, são mais volumosos dos que os destes sistemas do Sudoeste.

As variações graduais de alometria que os bivalves podem apresentar ao longo do seu desenvolvimento estão geralmente associadas com a manutenção de uma proporção entre a superfície e o volume do corpo que está fisiologicamente adaptada ao seu modo de vida não sendo, portanto, essas variações desencadeadas por alterações do meio (SEED, 1980). Dentro da mesma espécie a ocorrência de diferentes coeficientes para a mesma relação de alometria, determinada em exemplares de idade semelhante mas provenientes de locais diferentes, denota, necessariamente, a existência de diferenças ambientais.

As modificações na alometria das dimensões lineares da concha de *Cardium* tanto podem ser explicadas pela densidade das populações (BROWN *et al.* ,1976, *in* SEED, 1980) como pela natureza do substrato (PURCHON, 1939 *in* SEED, 1980). A densidade de *Cardium edule* é muito mais elevada na Ria de Aveiro, onde se localiza, em geral, em areia-vasosa, do que no Sudoeste onde ocorre em areia média-fina, factos que poderão provocar a diferença observada entre as proporções da concha destes berbigões.

### 6.2.3.2 - Crescimento mensal

O programa utilizado para a formação das classes de frequência, cálculo das médias e respectivos teste estatísticos produz uma saída ("output") que se exemplifica na FIG.6.12. A partir dos dados do programa de análise modal construíram-se os gráficos que representam a evolução temporal das classes formadas. Os resultados obtidos para *Cardium edule* do Estuário de Odeceixe constam das FIGS: 6.13 (referentes aos dados mensais de 1988) e 6.14 (referentes aos dados sazonais de 1984-86). Nas FIGS. 6.15 e 6.16 está representada a evolução desta espécie no Estuário de Aljezur para o período de amostragem de 1988 e 1984-86 respectivamente. Os resultados para *Cardium glaucum* constam da FIG.6.18 (1988) e da FIG.19 (1984-86).

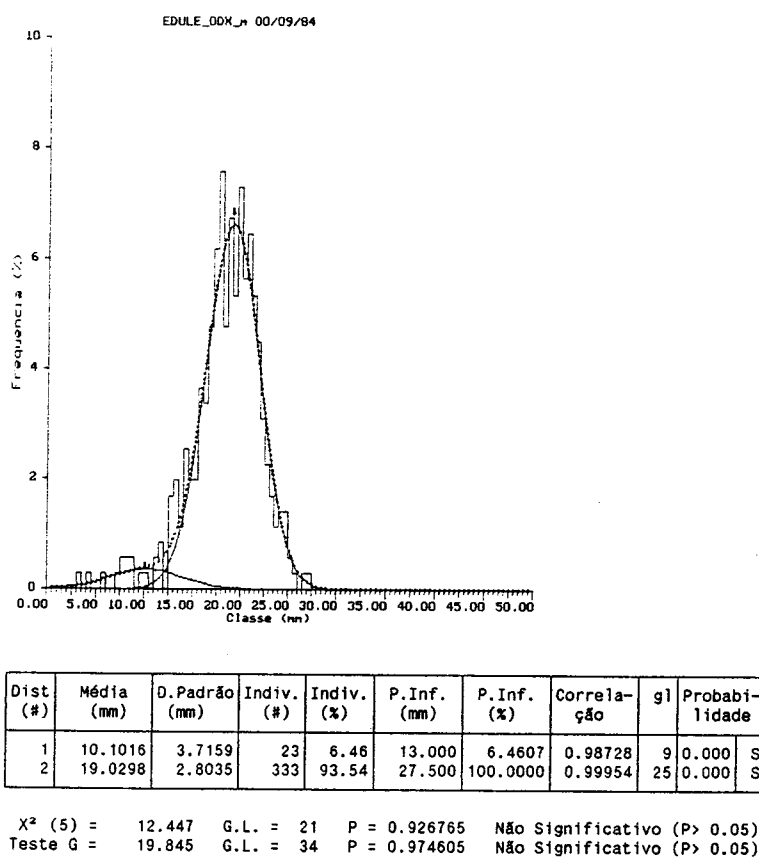


Fig. 6.12: Exemplo dos resultados da análise modal efectuada pelo conjunto de programas ANAMOD

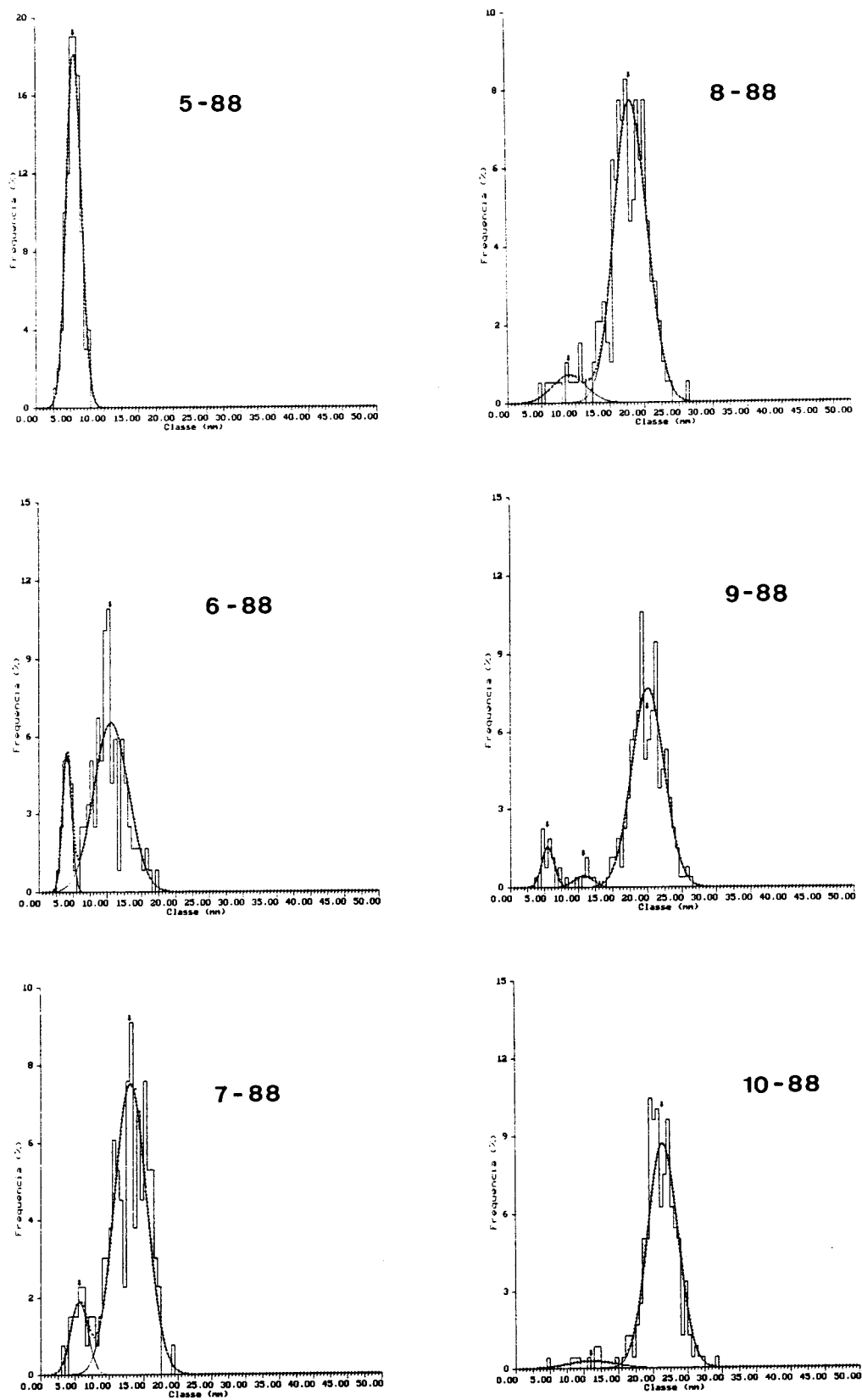


Fig. 6.13: *Cardium edule* - Distribuições de frequências relativas das classes de comprimento de concha ao longo do período de amostragem no Estuário da Ribeira de Odeceixe (1988).

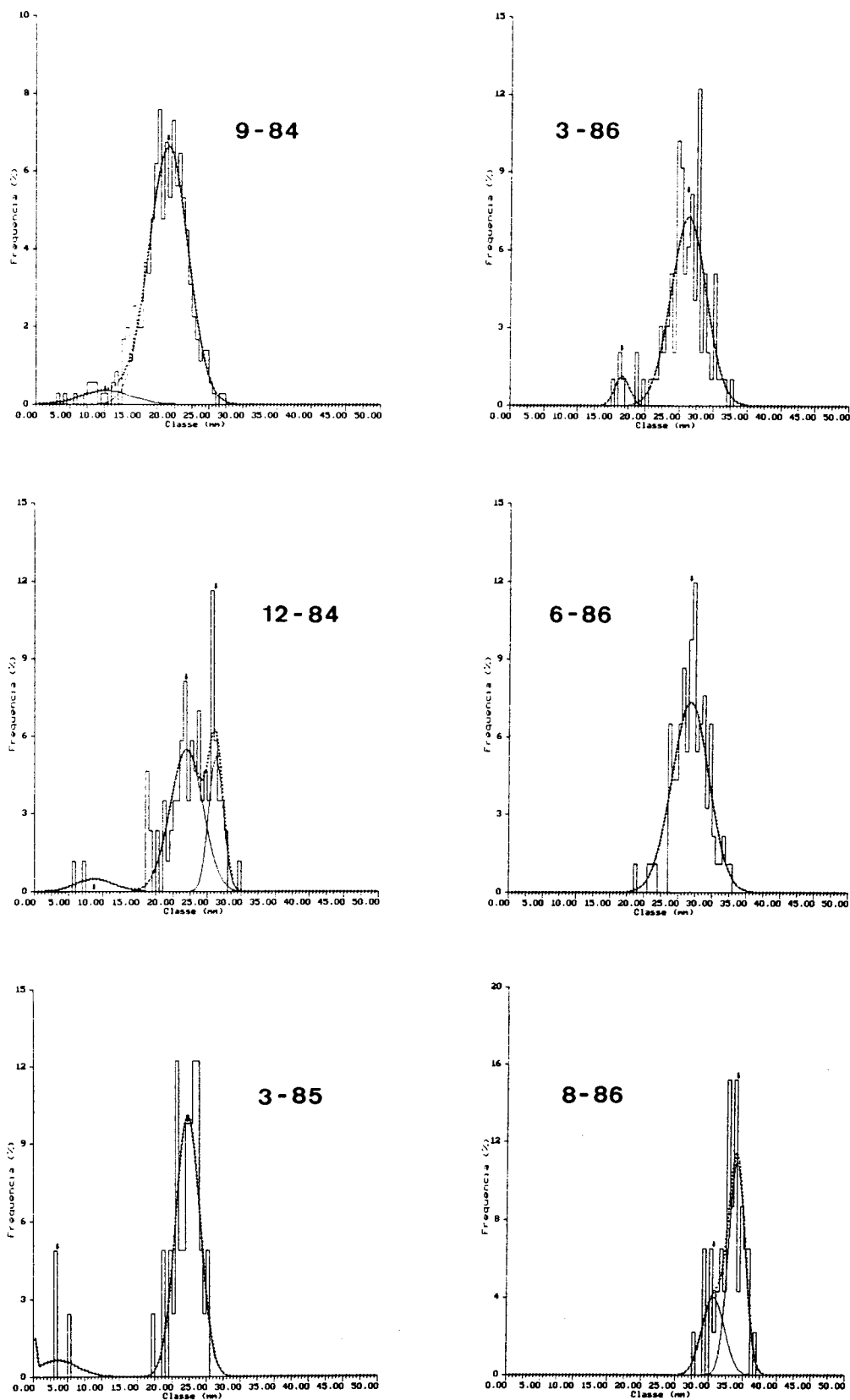


Fig. 6.14: *Cardium edule* - Distribuições de frequências relativas das classes de comprimento de concha no período de amostragem sazonal de 1984 a 1986 no Estuário da Ribeira de Odeceixe.



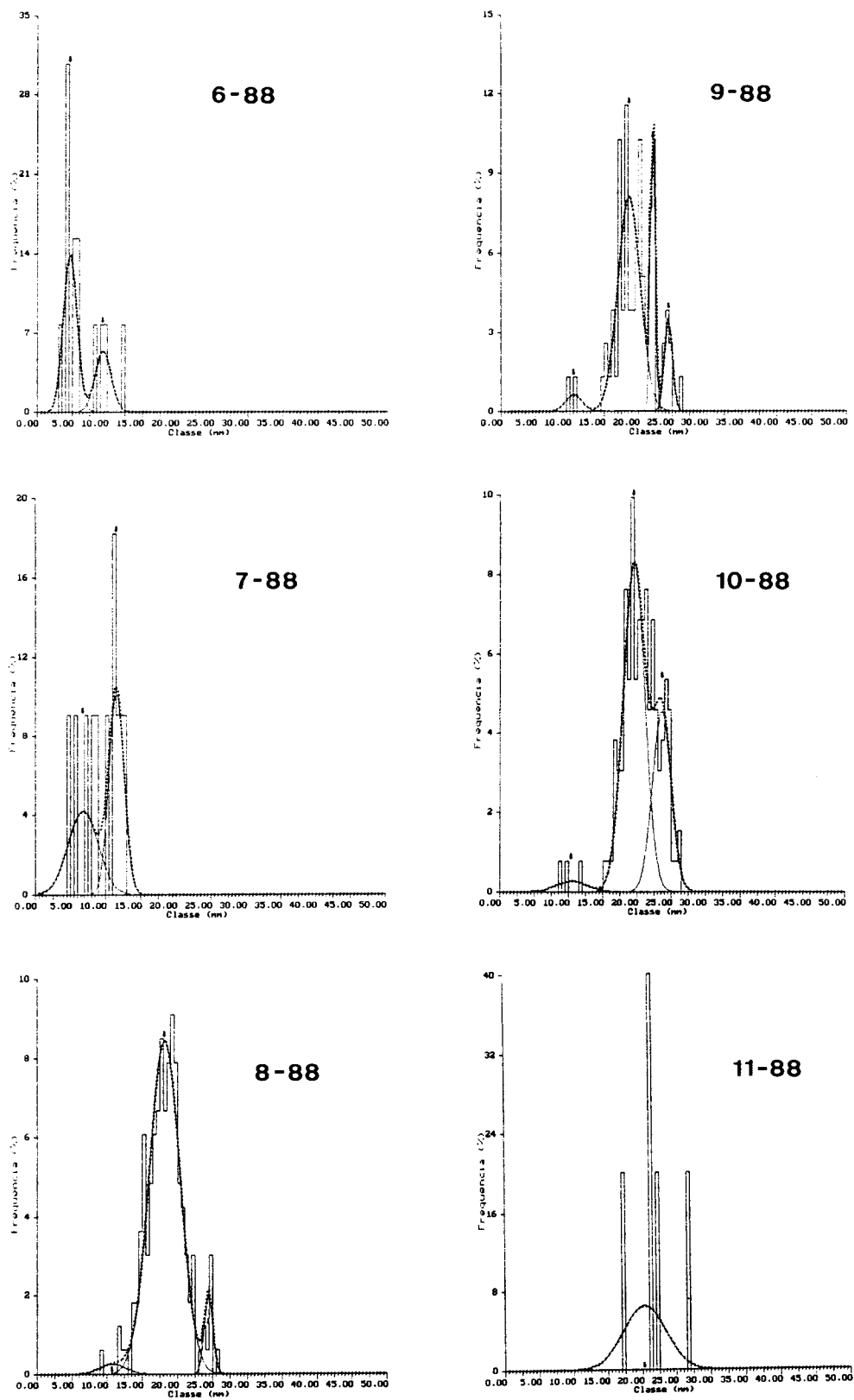


Fig. 6.15: *Cardium edule* - Distribuições de frequências relativas das classes de comprimento de concha ao longo do período de amostragem no Estuário da Ribeira de Aljezur (1988).

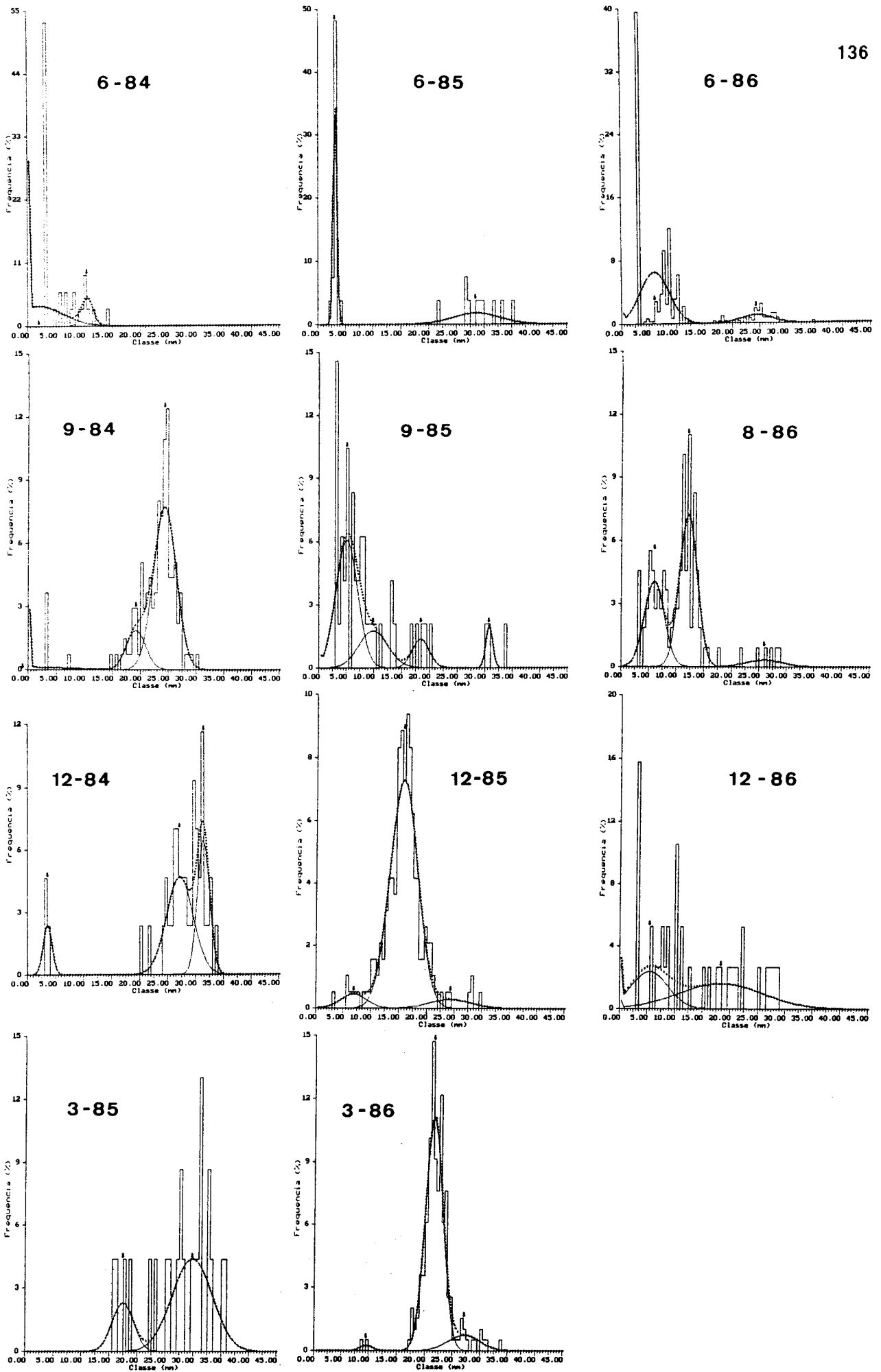


Fig. 6.16: *Cardium edule* - Distribuições de frequências relativas das classes de comprimento de concha no período de amostragem sazonal de 1984 a 1986 no Estuário da Ribeira de Aljezur.

### *Cardium edule*

As distribuições de frequências relativas do comprimento de concha de *Cardium edule* ao longo do período de amostragem de 1988 (FIGS. 6.13 e 6.15) mostram uma estrutura bimodal excepto no mês em que se detectou a espécie na área estudada. O recrutamento ao povoamento bentónico deve ter acontecido em Abril dando origem a uma única classe (comprimento médio 5,5mm) detectada em Maio no Estuário de Aljezur. Esta classe continua a estar presente nos meses seguintes mas com uma contribuição baixa que foi diminuindo ao longo dos meses. A existência dessa componente parece indicar uma época de recrutamento relativamente prolongada mas com um período inicial muito intenso que dominou a evolução estrutural da população. Esta espécie no estuário de Aljezur só foi detectada um mês depois de Odeceixe o que se atribui à área de maior assentamento inicial se ter localizado a jusante do local de amostragem.

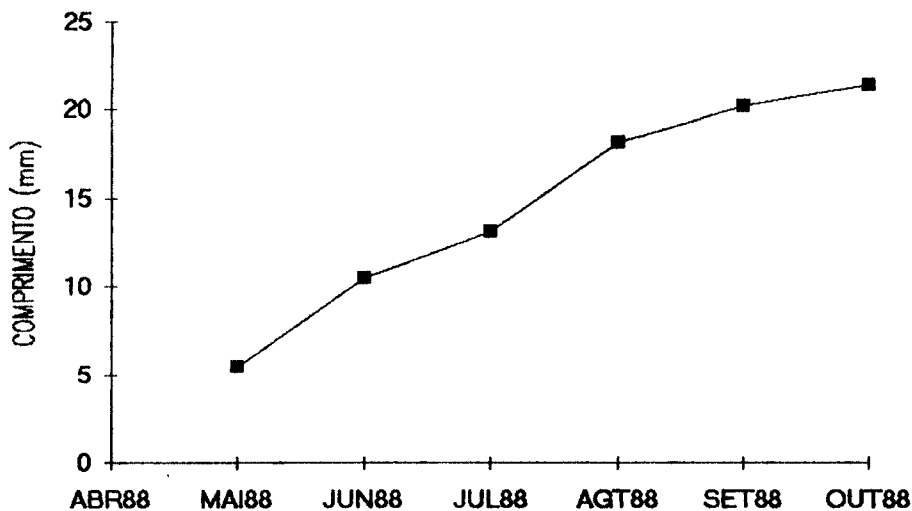


Fig. 6.17: - Curva de crescimento da classe dominante de *Cardium edule* para o Estuário da Ribeira de Odeceixe no período de amostragem de 1988 estabelecida com base nos resultados da análise modal

No estuário de Odeceixe o seguimento da evolução mensal da média da classe dominante originada pelo recrutamento mostra que em Junho, 58 dias após a sua detecção, essa média tinha passado de 5,5mm para 10,5mm, estendendo-se essa fase de intenso crescimento até ao mês de Agosto (FIG. 6.17). Ao fim de 6 meses de crescimento os exemplares atingiram um comprimento médio de 21,4mm.

Apesar de no Estuário de Aljezur o acompanhamento da evolução das classes não ter sido tão óbvio como em Odeceixe é possível estender aquelas considerações à sua população de *Cardium edule*. Salienta-se, no entanto, que a variabilidade da estrutura populacional é maior em Aljezur (existência de estruturas polimodais em vários meses) o que deve estar relacionado com a maior área que esta espécie ocupa no Estuário de Aljezur relativamente a Odeceixe. Como já foi salientado quando do estudo sobre o modo de agregação desta espécie nos dois estuários (cf 6.2.2), a concentração da população no Estuário de Odeceixe indica a maior heterogeneidade deste estuário o que leva à localização dos indivíduos no sítio mais favorável. A maior homogeneidade do Estuário de Aljezur leva a que estes bivalves se distribuam por uma maior área originando respostas individuais face à micro-heterogeneidade do meio o que provoca uma menor homogeneização da população.

A evolução sazonal das distribuições das frequências relativas para esta espécie nos dois Estuários (FIGS. 6.14 e 6.16) indicam a existência de duas épocas de recrutamento, uma na Primavera e outra no Outono, o que vai de encontro às considerações sobre o desenvolvimento do seu ciclo reprodutivo na zona (cf, CAP.7).

O recrutamento da Primavera de 1984, tanto em Aljezur como em Odeceixe, deve ter sido muito forte e circunscrito a um pequeno período enquanto que em 1985 a época de assentamento dos pequenos bivalves estendeu-se por vários meses. Independentemente do tipo de recrutamento e da sua intensidade verifica-se que a maioria dos indivíduos não ultrapassa o segundo ano de vida, observando-se o

desaparecimento dos exemplares de maiores dimensões após o primeiro Verão. A exploração destes bivalves por parte da população humana deverá estar na origem destes factos. Estes bivalves atingem uma dimensão média de 20mm precisamente na 1ª época estival, coincidente com o período de férias e a sua localização na zona intertidal aumenta a acessibilidade por parte dos veraneantes. Os bivalves que permanecem na zona depois desta época chegam à 2ª época estival com cerca de 30mm sendo então colhidos.

A dimensão que *Cardium edule* atinge ao fim do primeiro Inverno varia com as condições ambientais. Alguns dos valores dados para essa dimensão vão de 6mm aos 23mm (SAAVEDRA & MARTIN, 1984).

Os principais factores que influenciam o crescimento desta espécie são a quantidade de alimento disponível, a salinidade, a temperatura e o nível batimétrico (HANCOCK, 1967; BARNES, 1973; BOYDEN, 1972).

Apesar de não se observarem densidades tão elevadas como noutros locais do litoral de Portugal, nomeadamente a Ria de Alvor (6900 indivíduos/m<sup>2</sup> - GORDO, 1982) a Ria de Aveiro (400 a >5000 indivíduos/m<sup>2</sup> - MOREIRA, 1988), os resultados obtidos no decorrer deste estudo demonstram que *Cardium edule* encontra nestes estuários do Sudoeste de Portugal condições favoráveis ao seu crescimento.

Salienta-se que estas populações, que devido à sua posição intertidal sofrem uma emersão diária mais ou menos longa com conseqüente interrupção do processo alimentar, ao fim de cinco meses de crescimento, apresentam um comprimento bastante mais elevado do que o dado para populações do Norte da Europa ao fim de dois anos de vida.

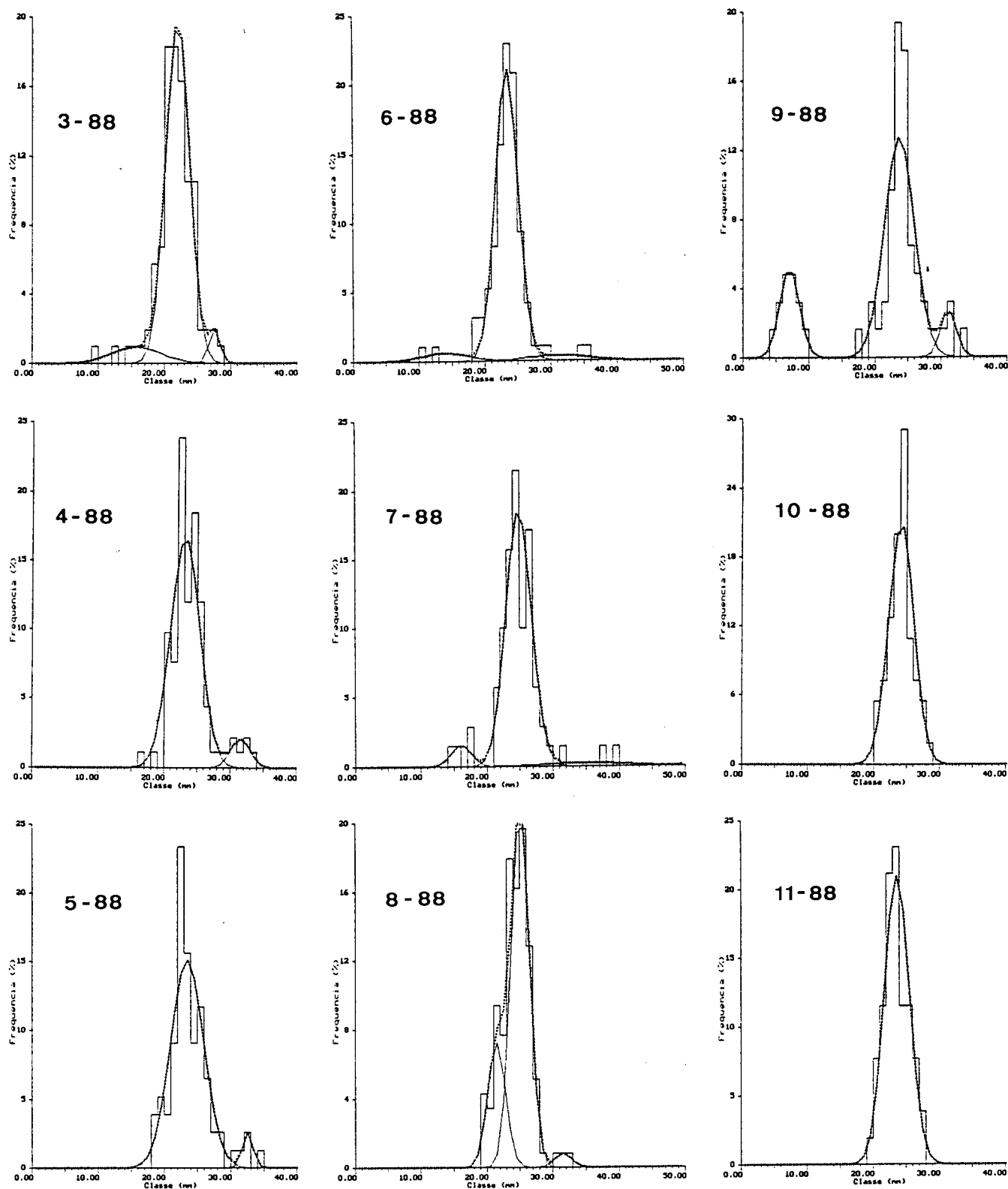


Fig. 6.18: *Cardium glaucum* - Distribuições de frequências relativas das classes de comprimento de concha ao longo do período de amostragem no Estuário da Ribeira de Aljezur (1988).

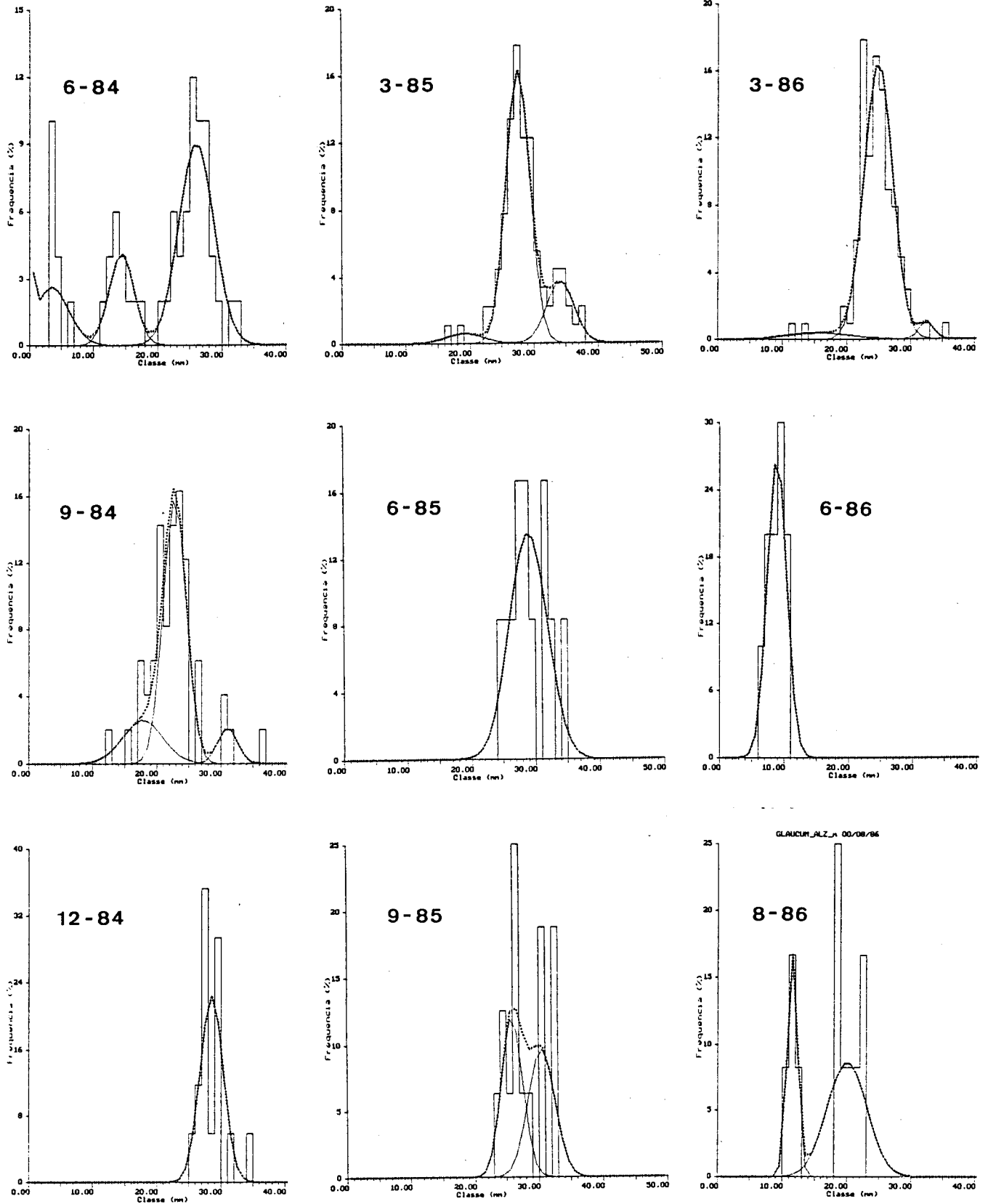


Fig. 6.19: *Cardium glaucum* - Distribuições das frequências relativas das classes de comprimento de concha no período de amostragem sazonal de 1984 a 1986 no Estuário da Ribeira de Aljezur.

*Cardium glaucum*

Os resultados para 1988 mostram que a população é fortemente dominada pela classe de 20mm de comprimento (FIG. 6.18). A maioria dos meses apresenta uma configuração polimodal em que a definição das outras classes, sem ser a dominante, foi efectuada num número muito pequeno de exemplares. Ao longo do período de amostragem observa-se o desaparecimento das classes menos representativas com a redução, no fim do Verão, a uma única classe que corresponde à dominante.

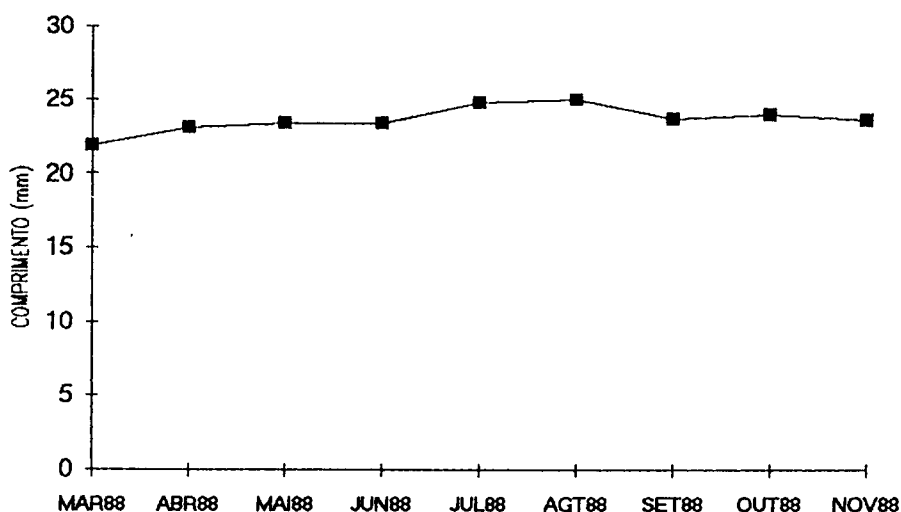


Fig. 6.20: - Curva de crescimento da classe dominante de *Cardium glaucum* para o Estuário da Ribeira de Aljezur no período de amostragem de 1988 estabelecida com base nos resultados da análise modal



Realça-se a existência de duas fases de paragem-abrandamento do crescimento: uma entre Maio e Junho-Julho e outra com início no fim do Verão, que se estendeu até ao desaparecimento da espécie do Estuário de Aljezur (FIG. 6.20).

A primeira dessas fases corresponde ao período de reprodução activa (cf CAP 7) facto igualmente observado por ZAOUALI (1975c) para uma população numa lagoa da Tunísia. A segunda fase de abrandamento do crescimento pode ser resultado não só de um abrandamento real no crescimento como também ser devida ao desaparecimento dos animais de maiores dimensões. Estes ou foram entretanto colhidos ou morreram devido aos efeitos da baixa salinidade provocada pelas cheias de Outubro, o que mascara a evolução da classe diminuindo, aparentemente, o seu comprimento.

Um pequeno recrutamento ocorreu durante o Verão. O resultado da época de reprodução de Maio-Junho foi observado no mês de Setembro de 1988 em que se detectou uma classe de indivíduos de pequenas dimensões (7mm). O recrutamento não contribuiu para o crescimento da população visto esses indivíduos terem desaparecido totalmente em Outubro, isto é, no mês seguinte ao da enxurrada. Devido à sua pequena dimensão esses exemplares deverão ter sido arrastados pela corrente.

Os resultados da evolução sazonal desta espécie no Estuário de Aljezur (FIG. 6.19) indicam que existem dois recrutamentos, um no fim da Primavera, difícil de localizar com precisão (Junho-Julho) e que terá, necessariamente de ser intenso visto originar uma classe dominante, e outro durante o Verão. A evolução da classe dominante nunca se consegue seguir por mais de dois anos desaparecendo totalmente ao fim desse tempo.

A dimensão atingida ao fim de 12 meses é de, aproximadamente, 28mm, rareando os exemplares de maiores dimensões. A existência dum número tão pequeno de indivíduos com maiores dimensões pode ser atribuída tanto à predação-colheita

durante o Verão como ao seu desaparecimento devido a factores naturais tais como a maior mortalidade dos adultos depois das posturas.

IVELL (1974a, 1974b) evidenciou que *Cardium glaucum* pode atingir ao fim de 9 meses de vida bentónica um comprimento de 27mm e 375mg de peso seco orgânico, enquanto que LABOURG & LASSERRE (1980) obtiveram para o 2º ano de vida a dimensão de 20mm, e HOPNER-PETERSEN (1958) obteve valores entre 24 e 27mm.

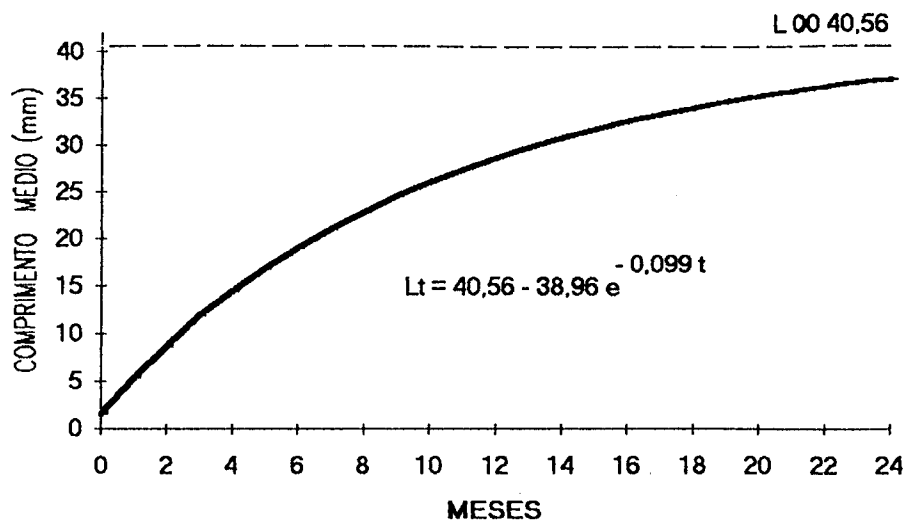
São várias as referências de que esta espécie raramente ultrapassa os dois anos de vida (IVELL, 1974a; 1974b; ZAOUALI, 1975c; LABOURG & LASSERRE, 1980; GUELORGET & MAZOYER-MAYÉRE, 1984). No entanto outros autores indicam uma idade máxima entre 3,5 e 4 anos (MUUS, 1967; BROCK, 1980; WOLOWICZ, 1984) havendo referências de 5 e 7 anos para os Mares de Azov e Aral (KARPEVIC, 1964 *in* WOLOWICZ, 1984).

### 6.2.3.3 - Crescimento anual

Foi possível sintetizar o crescimento linear tanto de *Cardium edule* como de *Cardium glaucum* por intermédio do modelo de Von Bertalanffy (FIGS 6.21 a 6.22)

Para os cálculos deste modelo assumiu-se que a vida larvar destes Cardidae tem uma duração de 1 mês (BAGGERMAN, 1953; WOLOWICZ, 1987b) e que a dimensão na altura do assentamento definitivo (CAP.2) é de 1,6mm, valor dado para *Cardium edule* por BAGGERMAN (1953), assumindo-se o mesmo para *Cardium glaucum*, face à inexistência de dados disponíveis.

## Rib. de Odeceixe



## Rib. de Aljezur

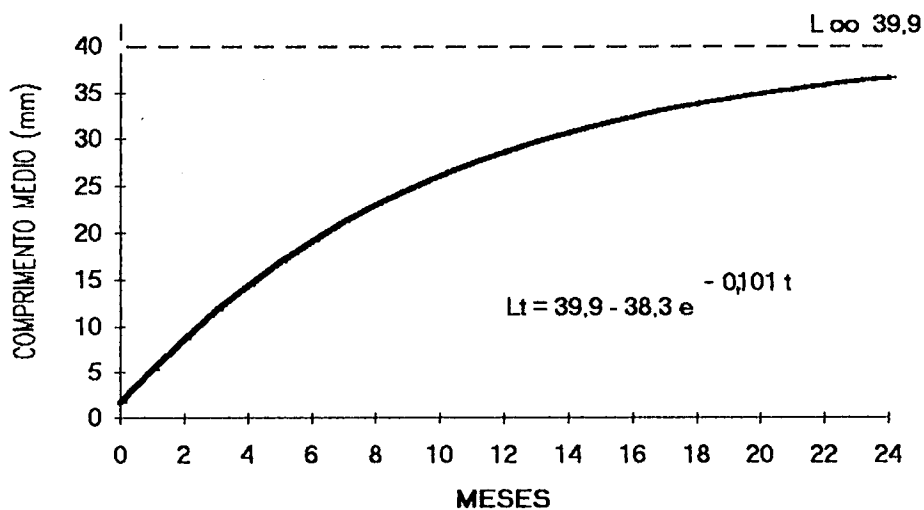


Fig. 6.21 - *Cardium edule* Aplicação da equação de von Bertalanffy ao crescimento linear.

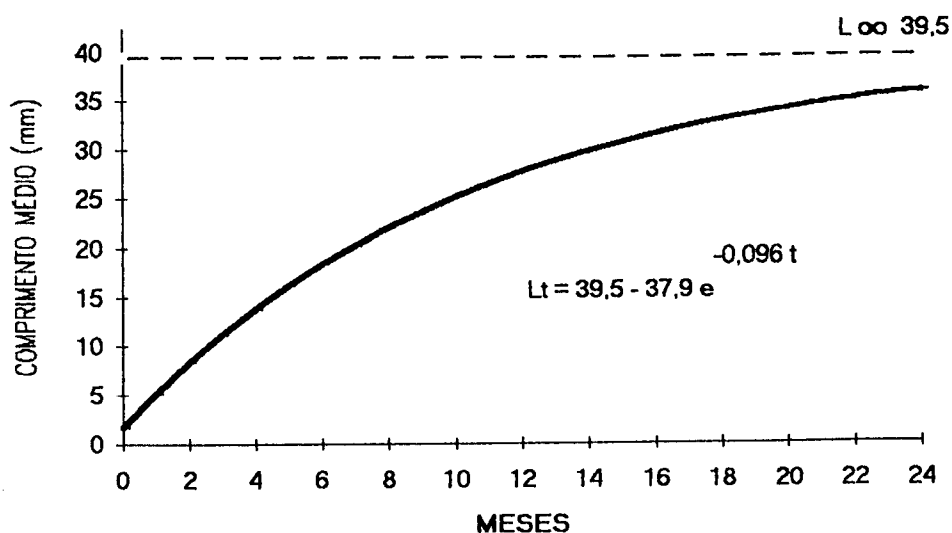


Fig. 6.22 - *Cardium glaucum* Aplicação da equação de von Bertalanffy ao crescimento linear.

A equação para *C. edule* do Estuário de Odeceixe foi baseada nos valores mensais de 1988 obtidos pela análise modal, enquanto que para o Estuário de Aljezur as equações para essa espécie e para *C. glaucum* foram baseadas nos valores sazonais de 1984-86 obtidos pelo mesmo processo dos anteriores.

Obtiveram-se as seguintes equações em que  $L_t$  é expresso em mm e  $t$  em meses

1 - *Cardium edule* (Rib. de Odeceixe) -  $L_t = 40,6 - 38,0 e^{-0,099 t}$

sendo  $k = 0,099$  e  $L_{\infty} = 40,6$  ( $r = -0,70$ ,  $p < 0,05$ )

2 - *Cardium edule* (Rib. de Aljezur) -  $L_t = 39,9 - 38,3 e^{-0,101 t}$

sendo  $k = 0,101$  e  $L_{\infty} = 39,9$  ( $r = -0,88$ ,  $p < 0,05$ )

3 - *Cardium glaucum* (Rib. de Aljezur) -  $L_t = 39,5 - 37,9 e^{-0,096 t}$

sendo  $k=0,091$  e  $L_{t\infty} = 39,5$  ( $r = -0,84$ ,  $p < 0,05$ )

Os resultados obtidos não mostram diferenças evidentes para o crescimento destas duas espécies. BROCK (1980), pelo contrário, mostrou que em populações simpátricas, provenientes de duas localidades na Dinamarca, ocorriam diferenças específicas para os dois parâmetros característicos da equação do crescimento ( $L_{t\infty}$  e  $K$ ). Este autor associou as diferenças entre *Cardium edule* ( $L_{t\infty}=54,0$  ou  $40,7$  e  $K=0,78$  ou  $0,68$ ) e *Cardium glaucum* ( $L_{t\infty}=37,8$  ou  $37,5$  e  $K=0,73$  ou  $0,61$ ) à variação de habitat, podendo os factores que favorecem o crescimento de uma das espécies não constitui o óptimo para a outra.

Quadro 6.12 - *Cardium edule* e *Cardium glaucum* : Parâmetros característicos ( $L_{t\infty}$  e  $K$ ) da equação de crescimento do modelo de Von Bertalanffy obtidos por diversos autores para várias latitudes.

Autor País	Espécie	$L_{t\infty}$	$K$
Brock (1980) Dinamarca	<i>C. edule</i>	54,0	0,78
	<i>C. edule</i>	40,7	0,68
Camacho & Roman (1984) Norte Espanha	<i>C. edule</i>	41,2	0,94
Mejuto (1984a) Norte Espanha	<i>C. edule</i>	46,3	0,71
Mejuto(1984b) Norte Espanha	<i>C. edule</i>	47,3	0,94
Garcia <i>et al.</i> (com. pess.) Norte Espanha	<i>C. edule</i>	31,4	0,02
Brock (1980) Dinamarca	<i>C. glaucum</i>	37,8	0,73
	<i>C. glaucum</i>	37,5	0,61
Guelorget & M-Mayere França Mediterraneo	<i>C. glaucum</i>	30,2	0,09
	<i>C. glaucum</i>	24,3	0,15

Numerosos factores ambientais (alimento, temperatura, tipo de substrato, salinidade, profundidade, turbidez, densidade populacional, hidrodinamismo) são considerados como responsáveis pelas variações das taxas de crescimento dos bivalves, sendo difícil isolar os factores mais importantes devido à sua interdependência (SEED, 1980). Os valores para  $L_{\infty}$  obtidos no decorrer deste estudo (*C. edule* - 40,6 e 39,9; *C. glaucum* - 39,5) não saem fora da gama de valores calculados para estas espécies por vários autores (QUADRO 6.12). A observação dos  $L_{\infty}$  obtidos para as várias populações evidenciam a tendência que este parâmetro tem de ser superior nas latitudes mais elevadas. É geralmente aceite que a taxa de crescimento dentro da mesma espécie varia com a latitude (NEWELL, 1964). As populações de maior latitude exibem taxas de crescimento menores e apresentam longevidade e dimensão máxima superiores às das populações provenientes de menor latitude.

Os valores de  $L_{\infty}$  obtidos neste estudo são intermédios para *Cardium edule*, o que está de acordo com um hipotético gradiente de latitude, e o de *Cardium glaucum* é elevado o que poderá indicar que as condições ambientais serão bastante mais determinantes do que a latitude. Estes valores podem parecer excessivos, mas se se considerar que: (1) ao fim de cinco meses de crescimento alguns indivíduos de *C. edule* tinham atingido os 32mm, (2) que a média para a idade máxima desta espécie são os 4 anos, haveria grande probabilidade dessa dimensão ser atingida no caso da população ter tido oportunidade de se estabilizar e, posteriormente, não ser sujeita a uma predação/exploração intensa.

#### 6.2.4 - Biomassa

O estudo da variação da biomassa foi efectuado a partir dos valores individuais do peso seco orgânico. A variação média mensal da biomassa foi obtida

considerando a densidade média/m<sup>2</sup> da classe de frequência dominante bem como as relações alométricas entre o peso seco orgânico e o comprimento para cada período de amostragem (cf. QUADROS 6.7 a 6.9).

Em *Cardium glaucum* não foi possível determinar a biomassa média para os meses de Setembro a Outubro visto que as rectas de regressão calculadas não são significativas. A evolução do peso seco de animais-padrão também foi considerada.

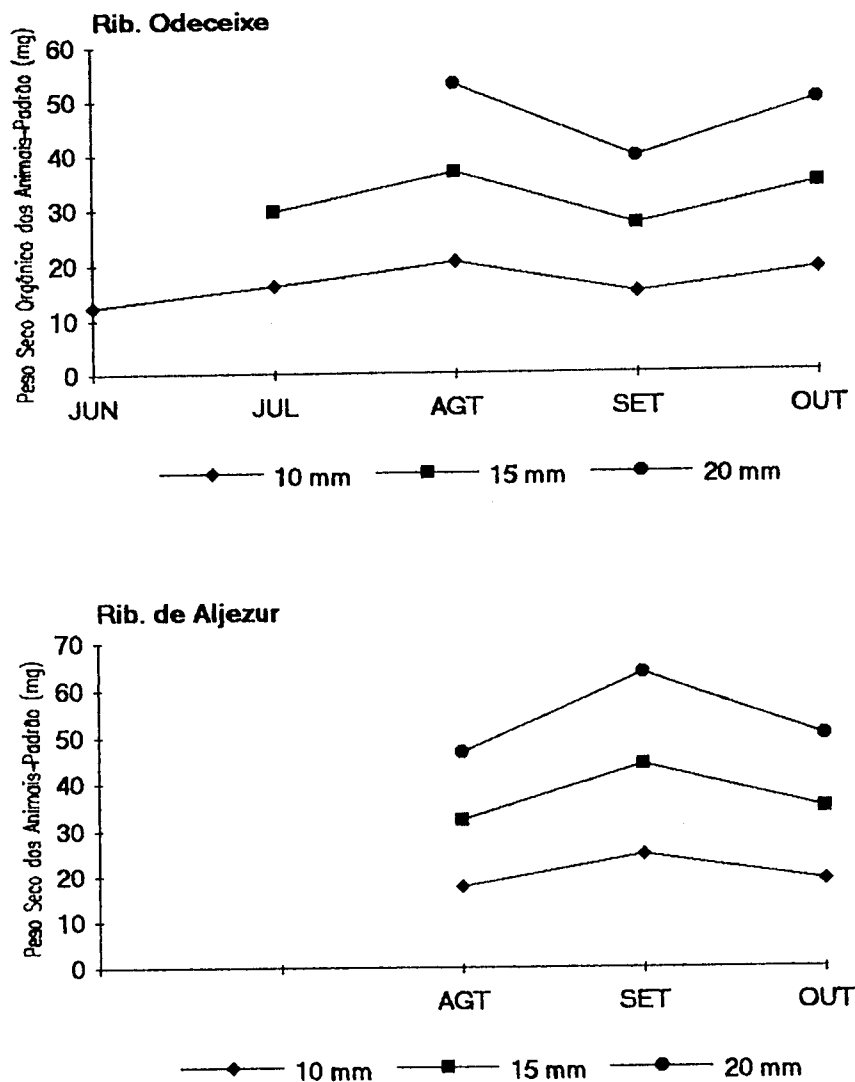


Fig. 6.23: *Cardium edule* - Variação do peso seco orgânico de animais padrão nos Estuários da Ribeiras de Odeceixe e Aljezur).

As dimensões para esses animais foram consideradas tendo em conta a evolução da estrutura das populações (animais-padrão de *Cardium edule* com 10, 15 e 20mm só a partir de Agosto e animais-padrão de *Cardium glaucum* de 10 a 25mm).

A evolução mensal do peso seco de animais-padrão permite detectar oscilações no estado de condição dos bivalves que não dependem, directamente, das variações de peso devidas ao crescimento. Um aumento do peso seco de um animal-padrão corresponde, geralmente, a uma acumulação de reservas, enquanto que uma diminuição está relacionada com a emissão de gâmetas e/ou com a mobilização de reservas para o desenvolvimento de respostas metabólicas perante situações ambientais adversas (MOREIRA, 1988).

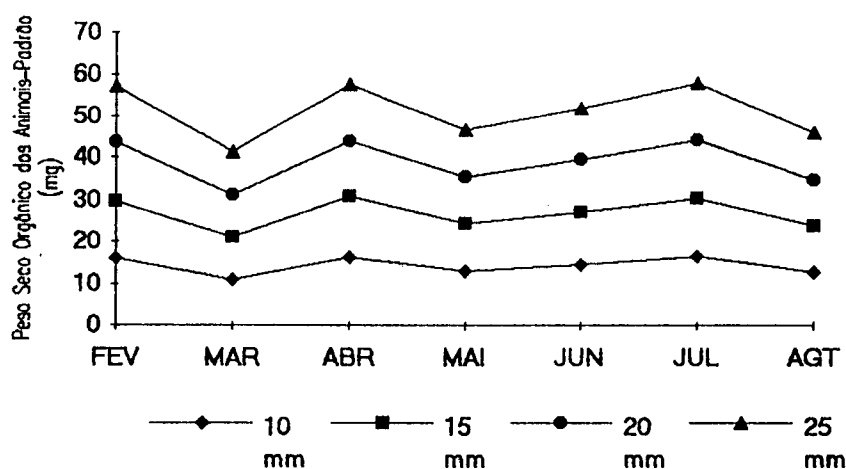


Fig. 6.24: *Cardium glaucum* Variação do peso seco de animais-padrão para o ano de 1988 no Estuário da Ribeira de Aljezur.

A análise da evolução dos pesos secos dos animais-padrão considerados neste estudo mostra que o comportamento é semelhante para todos os comprimentos considerados (FIGS. 6.23 e 6.24).



Nas amostras de Odeceixe o peso seco de *Cardium edule* vai aumentando desde o seu aparecimento no estuário até ao mês de Agosto, decresce em Setembro assistindo-se a novo incremento a partir de Outubro.

Nas amostras de Aljezur a evolução do peso seco do animal-padrão de *Cardium edule* é semelhante à anterior só que, ao contrário de Odeceixe, estes bivalves apresentam um incremento do peso orgânico no mês de Setembro.

Se se considerar a evolução do ciclo reprodutivo desta espécie para estes dois estuários do Sudoeste (cf. Cap. 7.2.2.1) verifica-se que: 1) os decréscimos no peso orgânico correspondem aos períodos em que os bivalves se encontravam na fase de pós-postura e/ou a entrar na fase de repouso; 2) existe um desfasamento entre as populações dos dois estuários na entrada nestas fases do ciclo sendo a população de Aljezur mais precoce do que a de Odeceixe.

Em *Cardium glaucum* o peso seco orgânico máximo de um animal-padrão foi observado nos meses de Abril e de Julho, não se estabelecendo uma relação directa com o desenvolvimento/acumulação de gâmetas nas gónadas (época de repleção da gónada é em Maio e não em Abril - cf. 7.2.2.2). Pode-se, no entanto, interpretar estes valores como correspondendo a situações em que há gâmetas e tecido de reserva em simultâneo.

A evolução da biomassa de *Cardium edule* (FIG. 6.25) mostra um nítido incremento ao longo de todo o período considerado o que demonstra que a amostragem só diz respeito à época de crescimento.

A análise conjunta da evolução da densidade e da estrutura demográfica da população (cf. 6.2.3.2) evidencia que o aumento da densidade não foi devido a um recrutamento alongado no tempo mas sim à migração de indivíduos dentro da mesma classe de comprimento. O aumento verificado na biomassa desta espécie é, assim,

devido exclusivamente ao crescimento ponderal dos indivíduos que se fixaram durante uma única época de recrutamento.

Os valores disponíveis para o Estuário de Aljezur (Agosto  $4,9\text{g}/\text{m}^2$ ; Setembro  $5,1\text{g}/\text{m}^2$  e Outubro  $2,5\text{g}/\text{m}^2$ ) são muito inferiores aos obtidos para Odeceixe o que poderá indicar uma menor produtividade neste sistema. De facto, a concentração média de clorofila *a* na água é superior na Ribeira de Odeceixe (cf. 4.3.1.3).

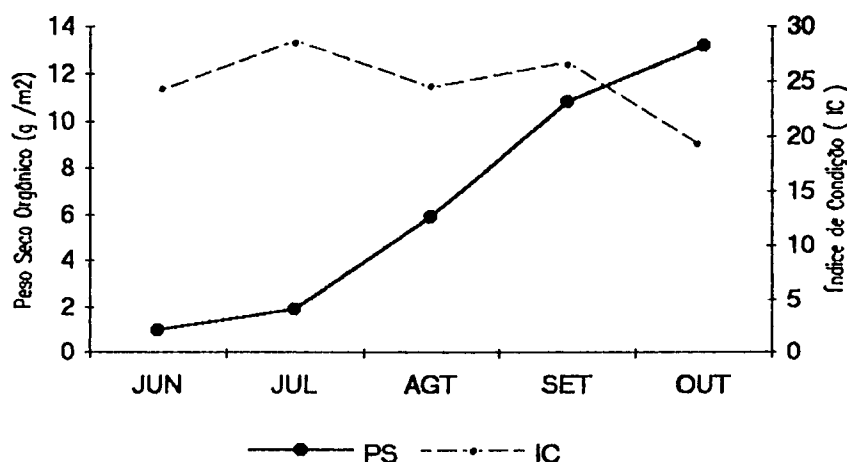


Fig. 6.25: *Cardium edule* - Variação da biomassa média no Estuário da Ribeira de Odeceixe.

*Cardium glaucum* evidencia variações temporais na biomassa média (FIG.6.26) situando-se o seu máximo no início do Verão. A partir de Junho assiste-se ao declínio da biomassa que chega a atingir  $0,88\text{g}/\text{m}^2$  em Setembro, caso se considere a regressão entre o comprimento e o peso seco orgânico respeitante a este mês como indicadora da condição desta população.

Alguns autores observaram que a biomassa de *Cardium glaucum* apresenta variações sazonais com valores máximos durante a Primavera e valores baixos durante

o Outono e Inverno, relacionando-se o incremento primaveril com o desenvolvimento/amadurecimento das gónadas e o decréscimo com o período pós-postura (HOPNER PETERSEN, 1958, WOLOWICZ, 1984).

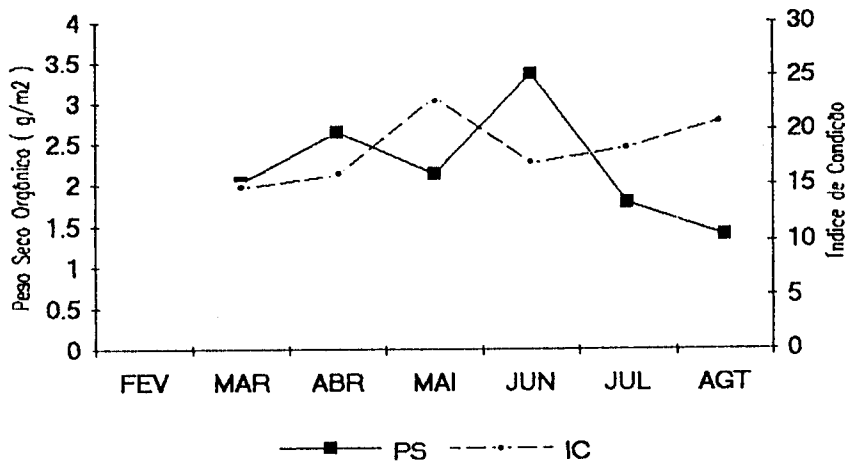


Fig. 6.26: *Cardium glaucum* - Variação da biomassa média no Estuário da Ribeira de Aljezur.

Da observação conjunta da evolução do índice de condição (IC) e da biomassa (FIGS 6.25 e 6. 26) constata-se que em *Cardium edule* não se detecta nenhuma relação entre esses dois parâmetros. No entanto em *Cardium glaucum* a evolução é nitidamente inversa. O modo como o índice de condição evolui nestas populações corresponde, como se verá mais adiante (cf.6.2.5), ao desenvolvimento do ciclo reprodutivo.

Os valores mais elevados de biomassa de *Cardium glaucum* correspondem aos mínimos do IC o que significa que: 1) os gâmetas ocupam bastante volume mas

possuem pouca biomassa e 2) esta espécie consome as reservas de glicogénio e diminui o peso seco nos períodos durante e após a postura, construindo novas reservas nas fases de repouso. IVELL (1974b) referiu que esta espécie, ao contrário de *Cardium edule*, não tem a capacidade de acumular reservas no período de postura construindo-as durante a gametogénese.

### 6.2.5 - Índice de condição

Verificou-se que os índices de condição calculados estão significativamente ( $p < 0,05$ ) correlacionados entre si (QUADRO 6.13). Constatou-se também que, com excepção do índice de Walne ( $IC = W/WS \times 100$ ) para *Cardium edule*, os índices considerados não estão correlacionados com o comprimento da concha. Face aos resultados obtidos optou-se por considerar a evolução do índice utilizado por SAVARI *et al.* (1991) que consiste na determinação da proporção entre o peso do corpo e o volume da concha.

Quadro 6.13: Coeficientes de correlação entre os índices de condição (Hile, Walne e Savari) considerados para *Cardium edule* e *Cardium glaucum*.

Índices	<i>Cardium edule</i>	<i>Cardium glaucum</i>
Hile vs. Walne	0,483	0,860
Walne vs. Savari	0,723	0,917
Savari vs. Hile	0,781	0,945

O índice de condição de *Cardium edule* apresenta uma evolução semelhante para os dois estuários (FIG. 6.27). Os valores obtidos não são elevados, sendo sempre inferiores a 50, o que significa que o corpo mole ocupa menos de metade do

volume da concha. O índice aumenta de Maio a Julho, decrescendo durante o Verão e o Outono.

Em *Cardium edule* o valor mínimo foi observado no início do Outono (Outubro) e o máximo em Julho, podendo ser relacionados directamente com a evolução do ciclo reprodutivo (CAP. 7.2.3). O valor máximo do IC situa-se no auge da fase reprodutiva, correspondendo à fase de declínio que se segue à passagem da maioria dos exemplares para o estado de fim de ciclo.

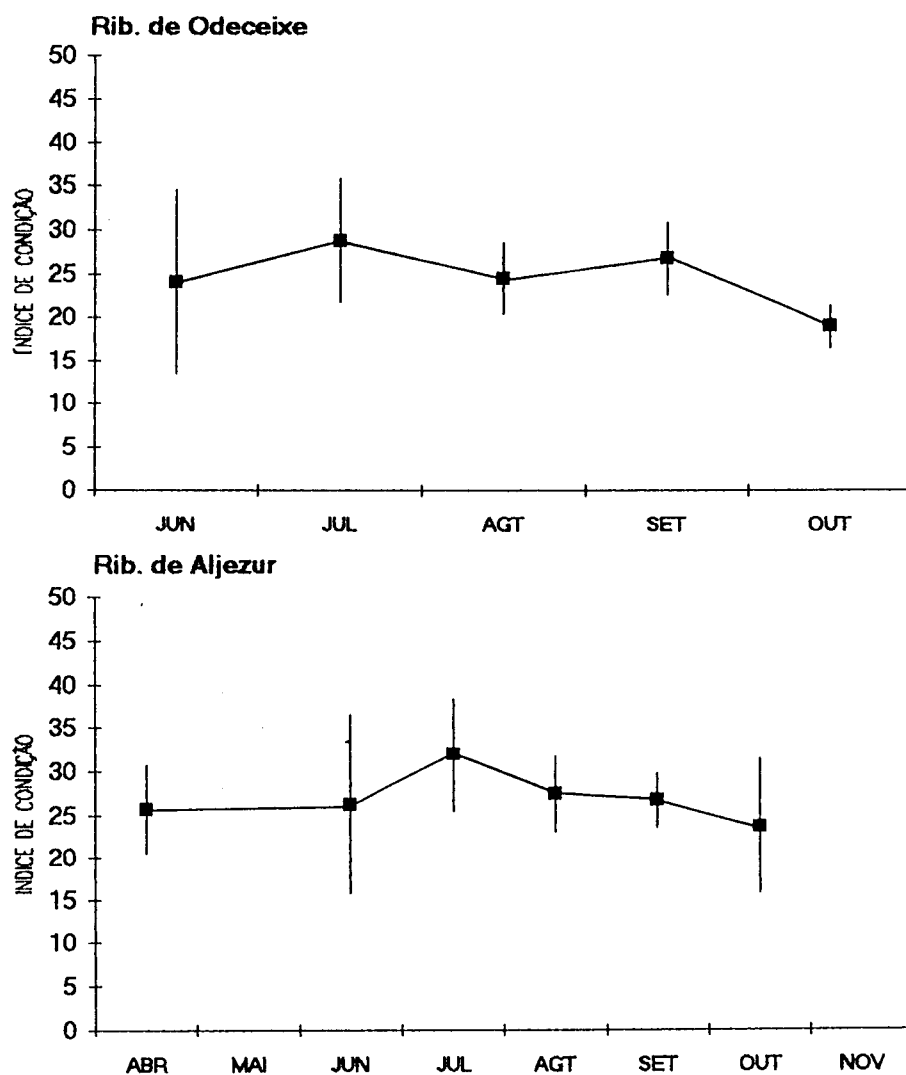


Fig. 6.27: *Cardium edule* - Evolução do índice de condição (Savari *et al.*) e desvio-padrão, nos Estuários das Ribeiras de Odeceixe e Aljezur.

*Cardium glaucum* apresenta os valores mais baixos para o índice de condição (nunca é superior a 25) ilustrando-se mais uma vez o estado debilitado desta população. A partir de Fevereiro pode-se observar um pequeno e gradual aumento da condição destes bivalves com um súbito incremento em Maio que rapidamente se desfez no mês seguinte a partir de Junho assiste-se novamente a um aumento gradual do índice de condição. SAVARI *et al.* (1991) num estudo comparativo entre várias populações de *Cardium edule* sujeitas a vários graus de poluição verificaram, em exemplares que já tinham completado pelo menos um ano de vida, índices inferiores a 25 que se mantinham por vários meses e indicavam o próximo colapso desses animais.

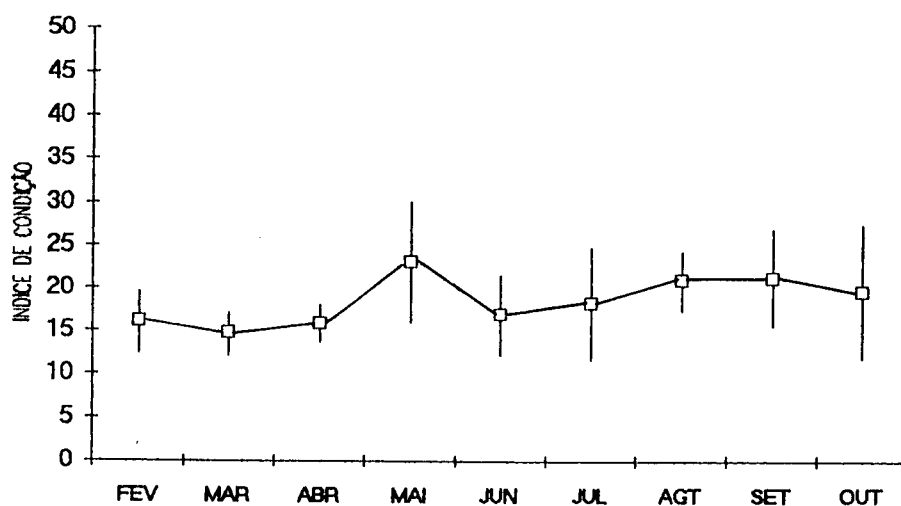


Fig. 6.28: *Cardium glaucum*: - Evolução do índice de condição (Savari *et al.*) e desvio-padrão, no Estuário da Ribeira de Aljezur.

### 6.2.6 - Produção

A estimativa de produção destas espécies no período compreendido entre Junho e Outubro para *Cardium edule* de Odeceixe (QUADRO 6.14) e entre Março e Outubro para *Cardium glaucum* (QUADRO 6.15) foi efectuada segundo o método 1

de CRISP (1971). Não se considerou os dados de *Cardium edule* de Aljezur por dizerem respeito só a três meses.

Quadro 6 14: *Cardium edule* Cálculo da produção no Estuário de Odeceixe de Junho a Outubro de 1988 ( $N/m^2$  - densidade;  $p(mg)$  - peso médio individual;  $\Delta p$  (mg) - incremento no peso;  $N/\Delta t$  - densidade média no intervalo  $\Delta t$ ;  $N*\Delta p$  ( $mg/m^2$ ) - incremento na produção;  $P$  ( $g/m^2$ ) - produção anual.

Meses	$N/ m^2$	$p$ (mg)	$\Delta p$ (mg)	$N/\Delta t$	$N * \Delta p$ ( $mg/m^2$ )	$P$ ( $g/m^2$ )
Junho	98	12,4				
Julho	116	22,9	+10,5	107	1123,5	
Agosto	177	36,6	+13,7	147	2013,9	
Setembro	237	27,1	-9,5	207	-1966,5	
Outubro	228	34,4	+7,3	233	1700,9	2,872

Este método para estimar a produção secundária tanto pode ser utilizado para uma população proveniente de um recrutamento descontínuo e instantâneo, como também nos casos de populações em que o período de recrutamento é prolongado e a densidade da coorte de menor idade vai aumentando (CRISP, 1971).

Em *Cardium edule* do Estuário de Odeceixe só se observou um recrutamento (cf. 6.2.3.2), originando uma classe de frequência dominante que aumentou de densidade ao longo do período de amostragem. Esse aumento da densidade deverá ser tido não só como resultado do crescimento dos exemplares de menor dimensão, cuja densidade não mostrou tendência para aumentar, como também à migração de exemplares que inicialmente se teriam estabelecido fora do local de colheita. A estimativa de produção para esta espécie diz respeito a essa classe dominante cujo comprimento foi aumentando com o decorrer do tempo.

A população de *Cardium glaucum* era dominada por uma classe etária proveniente de um forte recrutamento, provavelmente do ano anterior, e sendo insignificante o tardio recrutamento de 1988, a estimativa de produção reporta-se à classe dominante.

Quadro 6. 15: *Cardium glaucum* Cálculo da produção no Estuário de Odeceixe de Março a Setembro de 1988 ( $N/m^2$  - densidade;  $p(\text{mg})$  - peso médio individual;  $\Delta p$  (mg) - incremento no peso;  $N/\Delta t$  - densidade média no intervalo  $\Delta t$ ;  $N * \Delta p$  ( $\text{mg}/m^2$ ) - incremento na produção;  $P$  ( $\text{g}/m^2$ ) - produção anual.

Meses	$N/ m^2$	$p$ (mg)	$\Delta p$ (mg)	$N/\Delta t$	$N * \Delta p$ ( $\text{mg}/m^2$ )	$P$ ( $\text{g}/m^2$ )
Março	65	43,6				
Abril	60	31,3	-12,3	62,5	-768,8	
Maiο	60	43,9	+12,6	60,0	+756,0	
Junho	85	35,5	-8,9	72,5	-645,3	
Julho	40	39,5	4,0	62,5	+250,0	
Agosto	40	44,1	4,6	40,0	+184,0	
Setembro	28	34,8	-9,3	34,0	-44,2	-0,268

A estimativa de produção somática de *Cardium edule* para o período em causa foi de  $2,87\text{g}/m^2$  sendo a biomassa média de  $6,6\text{g}/m^2$ . A razão produção/biomassa média ( $P/B$ ) para o período de amostragem é inferior à unidade ( $P/B = 0,4$ ).

*Cardium glaucum* apresentou uma produção somática negativa que culminou na extinção da população.

Para a mesma espécie a variação da biomassa ao longo do tempo e a razão  $P/B$  apresentam uma grande variabilidade que se relaciona com a localização geográfica e com as condições ambientais que influenciam o desenvolvimento do ciclo biológico



(número de gerações, estrutura demográfica) e depende também da amostragem que muitas vezes é deficiente para as classes de frequência de menor densidade. A comparação entre populações da mesma espécie só se deve efectuar quando a sua estrutura etária é semelhante e quando se inserem em habitats idênticos (BACHELET, 1982).

EVANS (1977) obteve para a mesma população de *Cardium edule* valores anuais entre 18g/m<sup>2</sup> e 3g/m<sup>2</sup> com o período de maior produção de Maio a Outubro. MOLLER & ROSENBERG (1983) só para a classe 0+ calcularam como máximo anual uma produção de 89g/m<sup>2</sup>. MOREIRA (1988) obteve para o mesmo local da Ria de Aveiro 119,1g/m<sup>2</sup> no primeiro ano e 0,05g/m<sup>2</sup> para o ano seguinte. De um modo geral a biomassa desta espécie apresenta uma variação sazonal com valores mais elevados na Primavera e Verão (EVANS, 1977; FERNANDEZ et al . ,1984; MEJUTO, 1984; MOREIRA, 1988).

A razão P/B só iguala a unidade em casos de populações que apresentem uma estrutura etária e biomassa constantes, isto é populações que renovem totalmente a sua biomassa num período equivalente à longevidade média da espécie (YABLONSKAYA et al., 1971 in SILVA, 1991) facto que, geralmente, não sucede na natureza. Os valores desta taxa para *Cardium edule* obtidos na literatura vão desde 0,4 a 21 (?) (HIBBERT, 1976; EVANS, 1977; MOLLER & ROSENBERG, 1983; MOREIRA, 1988) e para *Cardium glaucum* de 0,1 a 1,8 (IVELL, 1979b; LABOURG & LASSERRE, 1980)

A P/B=0,4 obtida para *Cardium edule* no decorrer deste estudo parece, à primeira vista pouco elevada visto estarmos em presença de uma população na fase inicial de crescimento. Salienta-se, no entanto, que, correspondendo a um curto período de cinco meses, onde não está incluído o período que se segue imediatamente ao recrutamento, deve ser considerada como um valor subestimado. MOREIRA

(1988) obteve, para a Ria de Aveiro, uma taxa igual associando-a à exploração prematura e excessiva do banco de berbigão e pondo a hipótese da população estar num habitat sub-ótimo. Também EVANS (1977) obteve um valor de 0,4 para a classe 0+ de uma população do litoral da Suécia onde os exemplares mais idosos foram considerados como tendo dez anos.

Os valores obtidos para a produção somática de *Cardium glaucum* indicam uma produção anual negativa, independentemente de ter existido períodos de formação de tecidos somáticos e períodos de formação-desenvolvimento de gâmetas. IVELL (1974a) observou facto semelhante numa população destes bivalves dum sistema lagunar de Inglaterra, associando esse valor negativo, nesse ano específico, à invasão da lagoa pela alga *Chaetomorpha linum* que ao esgotar os nutrientes da coluna de água inibiu o crescimento do fitoplâncton que é a base alimentar do bivalve. Essa depleção de alimento provocou a fome e conseqüente paragem do crescimento não tendo sido, no entanto, inibidora da reprodução; verificou, ainda, que os indivíduos apresentavam a capacidade de rapidamente recuperarem mesmo com uma redução de 75% no peso seco. No estuário de Aljezur, durante o período de amostragem, não foi detectada nenhuma modificação importante a nível dos produtores nem ocorreram fenómenos de distrofia, outra das causas dadas como limitantes da produção e causadora de grandes mortalidades (LABOURG & LASSERRE, 1980). Deverão, no entanto, ter ocorrido modificações do meio que implicaram quer o fracasso do recrutamento quer o da população. Para além dos efeitos imediatos da enxurrada na lavagem dos sedimentos, durante o ano de 1988 observou-se uma tendência para o assoreamento na zona de *Cardium glaucum* (CAP.3).

### 6.3 - CONCLUSÕES

*Cardium edule* e *Cardium glaucum* localizam-se diferencialmente nas secções terminais destas Ribeiras do Sudoeste, a primeira espécie ocorreu nos dois sistemas (Odeceixe e Aljezur) a segunda só em Aljezur.

As populações de *Cardium edule* tiveram origem no recrutamento ao povoamento bentónico de larvas produzidas, nesse mesmo ano fora desses sistemas, dando origem a uma classe dominante de comprimento de concha. Os bivalves mostraram ter preferências de substrato distribuindo-se de um modo agregado. Existem diferenças entre os dois estuários, não no crescimento e evolução da estrutura populacional, mas no modo como os indivíduos se distribuem. No estuário de Aljezur a área ocupada por esta espécie é mais vasta do que em Odeceixe onde se assiste a uma concentração da população o que deverá associar-se à heterogeneidade do meio físico.

As densidades calculadas para estes bivalves são relativamente baixas quando comparadas com outras regiões da Europa e com outros sistemas litorais de Portugal. Por exemplo, a densidade máxima observada para estas populações (cerca de 200 indivíduos/m<sup>2</sup> para *Cardium edule*) é semelhante ao valor obtido por MOREIRA (1988) para o período pós-exploração comercial do banco deste bivalve na Ria de Aveiro. Assim, nestes dois estuários, é de supôr que o impacto da colheita destas espécies por parte da população humana seja extremamente elevado, constituindo um dos factores mais importantes no controle-evolução destas populações.

Em *Cardium edule* o crescimento mensal é bastante elevado - 2 a 3,4mm/mês durante os primeiros meses após o assentamento, atingindo-se um comprimento médio de 21mm ao fim de cinco meses de crescimento, a que corresponde uma biomassa média de cerca de 14g/m<sup>2</sup>. O índice de condição não é, no entanto, muito elevado o que pode ser relacionado com o facto da dependência que este índice apresenta do ciclo

reprodutivo. Os bivalves jovens produzem poucos gâmetas o que implica um pequeno volume de gónada e logo um índice de condição baixo.

O crescimento destas duas espécies pode ser expresso pelo modelo de Von Bertalanffy que não evidencia diferenças fortes entre espécies, e indica valores para  $L_{\infty}$  bastante elevados e semelhantes aos obtidos por outros autores.

As relações alométricas entre as dimensões lineares das conchas são expressas pela equação linear não se tendo detectado diferenças interespecíficas. As relações de alometria entre o comprimento e as dimensões ponderais são expressas pela equação geral de alometria (equação de potência) e apresentam tendências para a isometria. O comprimento é a dimensão que mais aumenta em relação às outras sendo esse aumento maior na relação comprimento vs espessura.

O valor obtido para a produção somática de *Cardium edule* ( $P/B=0,4$ ) parece pouco elevado visto estarmos em presença da fase inicial do crescimento da população que foi interrompido abruptamente pelas cheias do Outono de 1988. Esse valor corresponde assim, só a dados de cinco meses de vida devendo ser, portanto, um valor subestimado.

Em *Cardium glaucum* a inexistência de um recrutamento como produto da reprodução desenvolvida, o baixo índice de condição, o facto dos poucos indivíduos sobreviventes às cheias, apesar de desenvolverem os processos reprodutivos, não terem apresentado a capacidade de renovar a população e a obtenção de um valor negativo para a produção somática anual, indicam terem existido, necessariamente, alterações no meio. Salienta-se que esta população de *Cardium glaucum* estabeleceu-se no local num período em que este sistema se encontrava em fase lagunar (CAP. 3), tendo sobrevivido ao período chuvoso de 1987, Sabe-se que esta espécie apresenta maior adaptabilidade ao ambiente lagunar o que leva a pôr a hipótese de se estar a assistir às consequências finais que essa alternância de fases provocou nesta espécie.

A composição específica e a mortalidade destes bivalves foi drasticamente influenciada pela precipitação do fim do Verão princípio do Outono que provocou grandes fluxos fluviais e conseqüentes cheias devido ao carácter torrencial destas ribeiras do Sudoeste. As espécies de bivalves mais abundantes na zona de colheitas foram *Cardium edule*, *Cardium glaucum*, e *Scrobicularia plana* mostrando esta última ser a menos afectada pelo regime pluviométrico. Entre os Cardidae também parecem existir diferentes respostas a estes fenómenos consoante a espécie, visto que, enquanto *Cardium edule* desaparece dos dois sistemas, *Cardium glaucum* permanece, com uma densidade muito baixa, ainda por alguns meses na Rib. de Aljezur.

O regime pluviométrico na dinâmica populacional parece actuar de modo diferente nestas duas espécies. Assim *Cardium edule* desaparece do local devido a : 1) ser arrastado por se localizar em zonas de maior corrente e/ou em substratos com pouco poder de retenção; 2) apresentar menor tolerância à descida de salinidade. Quanto a *Cardium glaucum* suporta, em certa medida, as grandes variações do meio mas não consegue recuperar e renovar a população.

## 7 - REPRODUÇÃO

Tanto *Cardium edule* como *Cardium glaucum* são espécies gonocóricas que apresentam, de um modo geral, um mesmo padrão no ciclo reprodutivo (BOYDEN, 1971b; KINGSTON, 1974b; BROCK, 1982; SAURIAU & WOLOWICZ, pré-print ), correspondendo ao esquema geral proposto por ANSELL & TREVALLION (1967) e BOYDEN (1971) para as espécies boreais.

Estas espécies não apresentam dimorfismo sexual. As gónadas, localizadas na base do pé, são compostas por três ramos principais que se ramificam em vários túbulos. Um desses ramos dirige-se para o interior do pé enquanto os outros se expandem pela zona visceral (LAMBERT, 1945). As gónadas não invadem o manto.

O ciclo reprodutivo dos bivalves desenvolve-se, geralmente, a partir dum estado em que os sexos não são detectáveis, para uma fase de diferenciação das gónadas, através da oógenese e da espermatogénese, e maturação dos gâmetas que termina na sua emissão (total ou parcial), retornando, geralmente, a um dos primeiros estados.

Para a determinação do ciclo reprodutivo dos bivalves, a metodologia mais fiável e portanto a mais utilizada continua a ser a classificação dos estados de desenvolvimento das gónadas por intermédio da leitura ao microscópio de cortes histológicos ou de esfregaços de fragmentos dos animais, acompanhada pela detecção, no local, das larvas velígeras e do aparecimento na população, das classes de animais jovens (LUBET & CHOQUET, 1971).

Seria desejável uma aproximação entre aquela classificação mais fina, mas que exige uma prática laboratorial relativamente morosa, e uma classificação macroscópica

expedita. No caso destas espécies essa equivalência não é óbvia sendo necessário acompanhar a escala macroscópica de uma característica quantitativa como por exemplo um índice de condição (GUILLOU *et al.*, 1990). Estes autores notaram coloração diferente das gónadas conforme os sexos - os machos maduros apresentariam o pé cor de salmão na zona da gónada enquanto que o das fêmeas seria branca nacarada.

A reprodução dos moluscos é controlada tanto por factores endógenos (genéticos, hormonais) como exógenos (temperatura, ciclo lunar, profundidade, luminosidade, etc.) (MACKIE, 1984). A temperatura da água e as condições tróficas são consideradas dos factores exógenos mais importantes no controle do desenvolvimento dos processos reprodutivos dos bivalves (LUBET, 1976).

## 7.1 - MATERIAL E MÉTODOS

Com o objectivo de se determinar o ciclo reprodutivo destas espécies na área em estudo, colheram-se amostras mensais com um número máximo de vinte indivíduos, nos locais já referidos (cf. CAPS 4 e 6).

O período de amostragem de *Cardium glaucum*, presente apenas no estuário da Ribeira do Aljezur, estendeu-se de Março a Novembro de 1988, mês em que se observou o seu total desaparecimento.

No caso de *Cardium edule*, espécie detectada nos dois estuários a partir de Maio-Julho de 1988, a amostragem prolongou-se até Outubro. As fortes enxurradas deste período, como já referido, provocaram nos dois sistemas, o desaparecimento e morte de todos os indivíduos. Relativamente a esta última espécie e para a Ribeira de

Aljezur foram ainda utilizadas amostras provenientes de campanhas sazonais de 1986 (Julho, Agosto/Setembro e Dezembro).

Com vista ao estudo histológico da gónada as amostras foram processadas no local. Após a abertura das conchas foi cortado um pequeno fragmento da parte superior do pé que se fixou em líquido de Bouin. As conchas foram, depois limpas, numeradas e armazenadas.

No laboratório, mediu-se o comprimento das conchas utilizando uma craveira digital (precisão de 0,1mm). Os fragmentos do pé foram desidratados e incluídos em parafina. Os cortes, de 5-6mm de espessura foram submetidos à coloração tricrómica de Masson (MARTOJA & MARTOJA 1967).

Para a definição microscópica dos estados sexuais seguiu-se, no essencial, a classificação de Chipperfield adaptada por LUBET (1959) e por COSTA (1987) para *Mytilus* spp..

A evolução da gametogénese em *Cardium* spp. é em geral semelhante à que se verifica em *Mytilus* spp.. Existem, no entanto, diferenças no desenvolvimento do tecido conjuntivo da gónada de mexilhão e do tecido interfolicular da do berbigão não se podendo, portanto, considerar as características do tecido de reserva que aquela classificação refere como auxiliares para o diagnóstico das fases do ciclo reprodutivo.

Os estados do ciclo reprodutivo considerados foram os seguintes:

#### **Gametogénese (G):**

Estado I - Início de um ciclo de produção de gâmetas . Actividade na linha germinal (mitoses) devido à multiplicação das gónias. Aumento do volume folicular.



Estado II - Formação intensa de gâmetas. Nos machos podem-se observar todos os elementos da espermatogénese incluindo um pequeno número de espermatozóides. Nas fêmeas encontram-se todas as etapas da ovogénese, podendo alguns oócitos atingir o crescimento máximo. O volume folicular continua a aumentar mas os folículos apresentam ainda um diâmetro reduzido.

### **Reprodução (R)**

Estado III A - Os gâmetas adquirem a maturidade sexual. Pode-se subdividir em dois sub-estados:

III A1 - Os folículos estão quase totalmente preenchidos por espermatozóides ou oócitos maduros. Tanto os machos como as fêmeas não conseguem emitir os gâmetas.

III A2.- A maioria dos elementos visíveis continua a ser espermatozóides e oócitos maduros. Observa-se o reinício da actividade germinal - multiplicação de novas gónias; espermatócitos I e II, nos machos; oócitos em pré-vitelogénese e em vitelogénese nas fêmeas. Os gâmetas maduros podem ser emitidos.

Estado III B - Emissão dos gâmetas maduros.

Estado III C - Restauração da gónada a que corresponderá novo período de maturação e emissão de gâmetas. Os produtos residuais do outro ciclo podem estar em autólise.

### **Estado de Abrandamento (A)**

Estado III D - (A) - Junto à parede dos folículos não é visível actividade intensa na linha germinal podendo-se, no entanto, observar gónias, por vezes, constituindo mais do que uma camada. Existem poucos gâmetas em desenvolvimento. Inicia-se o

desenvolvimento do tecido de reserva. Este estado pode desenvolver-se em direcção ao repouso total mas também pode ser um passo intermédio entre duas fases de reprodução.

### Estado de Fim de Ciclo (RP)

Estado 0 - Repouso sexual (RP). Os folículos estão achatados e reduzidos a conjuntos de gónias que na maioria dos casos não são detectáveis. Tecido de reserva bem visível. A determinação do sexo só é possível quando há permanência de gâmetas residuais.

A identificação dos diferentes estados do ciclo reprodutivo foi efectuada por leitura microscópica dos cortes histológicos calculando-se as percentagens mensais desses estados.

Calculou-se o índice mensal de maturação da gónada ( BASTOS, 1991) dado pela equação

$$IG = \sum (n \times F) / N$$

em que F é o índice para cada estado de maturação:

= 0 para os estados -I ; -IIID e - 0;

= 1 para os estados -II e -IIIB;

=2 para os estados de reprodução -IIIA1; -IIIA2 e -IIIC.

n é o número de indivíduos no índice F e N é o número total de indivíduos analisados

Este índice varia entre zero, (0) quando não há ainda produção de gâmetas e dois (2) quando a maioria dos animais se encontram nas fases mais avançadas do ciclo reprodutivo.

Procedeu-se também à análise da evolução do índice de condição face à evolução do ciclo reprodutivo. O índice de condição (IC) considerado foi o de SAVARI *et al.* (1991) (cf. 6.1.3.3)

$$IC = 1000 \times PS / V$$

em que PS é o peso seco do animal (g) e V é o volume da concha (ml).

O volume da concha é calculado pela equação:

$$V_{ml} = 3,1416 / 6 (C \times A \times E)$$

em que C é o comprimento da concha (cm); A é a altura da concha (cm) e E é a espessura da concha (cm).

Com o objectivo de avaliar a influência dos parâmetros físico-químicos ambientais no agrupamento dos meses em que foram observados exemplares em fases do ciclo reprodutivo procedeu-se à análise multivariada dos dados, visto que este tipo de análise é particularmente relevante para a diagnose da estrutura de conjuntos de dados de elevada complexidade (POOLE, 1974; PIELOU, 1977; GAUCH, 1984; LEGENDRE & LEGENDRE, 1984; ANDRADE, 1986; CARMO GOMES, 1987a, 1987b).

Os valores mensais dos descritores da massa de água e dos estados sexuais por espécie e por local de colheita foram sujeitos a uma análise de ordenação - Análise em Componentes Principais (PCA) em modo Q (OTU's=meses) utilizando-se uma metodologia semelhante à adoptada anteriormente (cf. 5.1.2.2).

Efectuou-se também uma análise hierárquica sobre as variáveis respeitantes à água e aos estados sexuais para o conjunto de todas as amostras e para cada uma das espécies.

Pode-se considerar a classificação e a ordenação como abordagens complementares na análise dos dados. A análise multivariada de classificação descreve

relações a nível de pares de objectos o que permite evidenciar relações finas, enquanto que a análise multivariada de ordenação explicita as grandes relações de conjunto (LEGENDRE & LEGENDRE, 1979; CARMO GOMES, 1987b).

O método de agrupamento utilizado foi o UPGMA ("Unweight Pair-Groups using Arithmetical Average") que calcula a semelhança ou dissemelhança média de um objecto candidato a um agrupamento, tendo cada objecto o mesmo peso. Este método tem-se mostrado como eficiente na determinação de grupos verdadeiros (ANDRADE, 1986; SOKAL, 1986).

Os objectos considerados para estas análises foram os meses em que foram observados exemplares para determinação histológica do ciclo sexual.

Os descritores utilizados nestas análises foram o conjunto dos valores mensais dos parâmetros físico-químicos: temperatura da água (Tag), oxigénio dissolvido (OD), salinidade (SAL), concentração de clorofila *a* (CLa), e de feopigmentos (FPa), seston total (SST) e seston orgânico (SSO); considerou-se ainda a temperatura atmosférica (Tar) por se tratar de amostras provenientes da zona intertidal e as percentagens dos estados mensais do ciclo reprodutivo: gametogénese nos machos (Gm) e nas fêmeas (Gf), reprodução nos machos (Rm) e nas fêmeas (Rf), fim de ciclo nos machos (Am) e nas fêmeas (Af) e repouso nos machos (RPM) e nas fêmeas (RPf).

As análises tiveram por base matrizes de correlação entre os descritores (valores mensais centrados e reduzidos).

Foi utilizado o conjunto de programas NTSYS versão 1.5 (ROHLF, 1988) elaborados para IBM-PC compatíveis.

## 7.2 - RESULTADOS

### 7.2.1 - Cociente de Sexos

Os dados obtidos quanto à percentagem dos dois sexos nas amostras consideradas encontram-se no QUADRO 7.1 e nas FIGS 7.1 e 7.2.

A razão de sexos em *Cardium glaucum* não difere de 1 : 1, pois as proporções obtidas (43,4% de machos e 53,8% de fêmeas) não são significativamente diferentes de 50% - 50% ( $p < 0,05$ ) pelo teste de comparação de percentagens (SOKAL & ROHLF, 1981).

Quadro 7.1: *Cardium glaucum* e *Cardium edule* - Percentagem de machos, fêmeas e indivíduos com sexo indeterminado na Ribeira de Aljezur e na Ribeira de Odeceixe.

ESPÉCIE	MACHOS	FÊMEAS	INDET.	NÚM.
<i>C.glaucum</i>	43,4	53,8	2,9	173
<i>C.edule</i>	26,4	45,0	28,6	182

Para *Cardium edule* a razão obtida mostrou-se significativamente diferente de 50:50, ( $p < 0,05$ ) havendo de facto mais fêmeas do que machos. A proporção observada é de 1,00 : 1,75 no caso de *Cardium edule* e 1,00 : 1,00 no caso de *Cardium glaucum*.

Relativamente a *Cardium glaucum* surgem exemplares com sexo indeterminado nos meses de Março, Julho e Novembro de 1988, períodos que correspondem a fases do início ou do fim do ciclo de reprodução.

Na outra espécie, *Cardium edule*, os exemplares com sexo indeterminado são animais que ou se fixaram nesse mesmo ano não tendo ainda as gónadas as gónadas

diferenciadas (30,0% em Junho e Odeceixe), ou se encontravam no estado de repouso (Odeceixe: 31,6% em Setembro e 30,0% em Outubro; Aljezur: 71,4% em Agosto e 58,3% em Setembro). Nas amostras de 1986 de Aljezur os valores obtidos referem-se a berbigões em fim de ciclo e também a indivíduos castrados por parasitas.

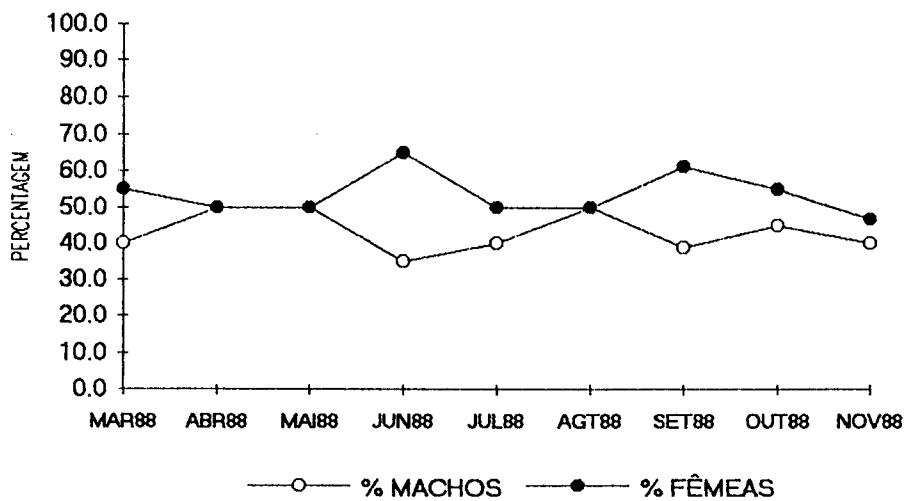


FIG. 7.1: *Cardium glaucum* - Evolução da percentagem entre machos e fêmeas na Ribeira de Aljezur durante 1988.

A evolução mensal da razão entre sexos em *Cardium glaucum* (FIG. 7.1) não mostra grandes diferenças.

A diminuição do número de machos nos meses estivais e outonais poderá ser atribuída à rapidez com que os machos entram na fase de repouso, deslocando-se para o grupo dos indeterminados.

Os valores mensais referentes a *Cardium edule*, que nasceram no princípio desse mesmo ano (FIG. 7.2), evidenciam que é geral a tendência para o número de machos ser inferior ao número de fêmeas.

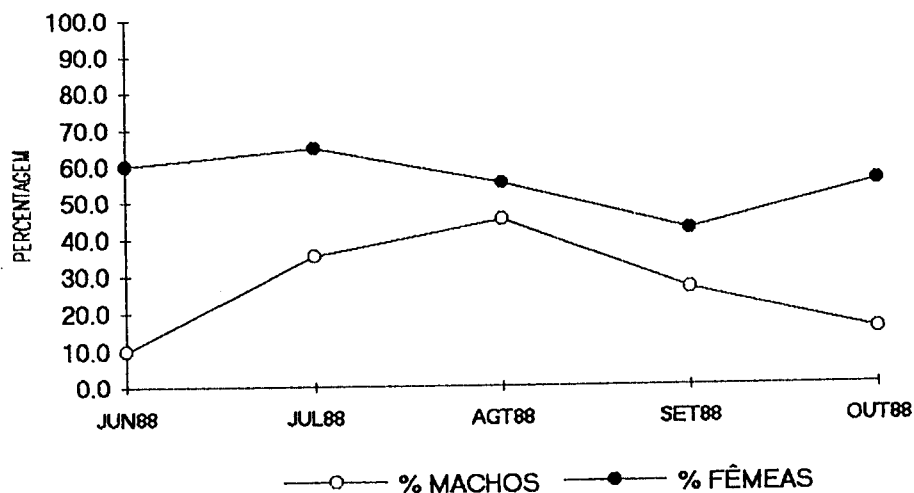


FIG. 7.2: *Cardium edule* - Evolução da percentagem de machos e fêmeas na Ribeira de Odeceixe durante 1988.

## 7.2.2 - Ciclo Reprodutivo

### 7.2.2.1 - *Cardium edule*

Como já foi referido, no ano de 1988 a presença desta espécie nos sistemas estudados só detectada entre Maio e Julho, período em que grande quantidade de pequenos exemplares (3 a 6 mm de comprimento) foram colhidos.

Os indivíduos considerados para este estudo foram sempre retirados da classe com maior comprimento sendo a média inicial (Junho) de aproximadamente 14mm.

Os exemplares das amostras provenientes das campanhas sazonais de 1986 já se tinham reproduzido anteriormente.

Nas FIGURAS 7.3 e 7.4 apresentam-se as percentagens dos estados do ciclo reprodutivo detectados para esta espécie nos dois sistemas abordados.

A espermatogénese e a oogénese parecem ser simultâneas e iniciar-se em Junho, isto é, 2 a 3 meses após a passagem da larva pelágica para a fase bentónica.

O indivíduo mais pequeno que se detectou em actividade pertencia à amostra de Junho de Odeceixe, tinha 12,5mm de comprimento de concha, era fêmea e encontrava-se no estado I-II. No mês seguinte e no mesmo local observou-se outra fêmea com as mesmas dimensões mas que já tinha emitido gâmetas estando em fase de restauração da gónada. Estes factos conjuntamente com o valor obtido para o crescimento destes bivalves, cerca de 3mm/mês, (cf. Cap. 6) indicam que a primeira gametogénese deverá processar-se em animais com dimensões inferiores aos 10mm.

A primeira maturação dos gâmetas deu-se no princípio do período estival. Os indivíduos incluídos na amostra de Julho encontravam-se todos em franca reprodução sendo possível detectar alguns animais em IIIB-IIIC, ou seja, berbigões que já tinham efectuado a emissão de gâmetas e iniciado novo processo de produção de gâmetas.

Apesar do período de reprodução se continuar por Agosto a maioria dos exemplares já tinham, nessa altura, atingido a fase final do ciclo (40% em IIID para Odeceixe e 85,7% para Aljezur).

A evolução do fim de ciclo desenvolve-se normalmente por Setembro e Outubro, atingindo-se os 100% na amostra de Setembro (Odeceixe: 10,5% em IIID e 89,5% no estado 0 e Aljezur: 33,3% em IIID e 66,7% no estado 0).



Na amostra de Odeceixe de Outubro (100% em estados de fim de ciclo se considerarmos em conjunto o estado de abrandamento e o de repouso) observa-se, ao contrário do que seria esperado, uma ligeira diminuição no estado 0 e um aumento do estado IIID (FIG. 7.3).

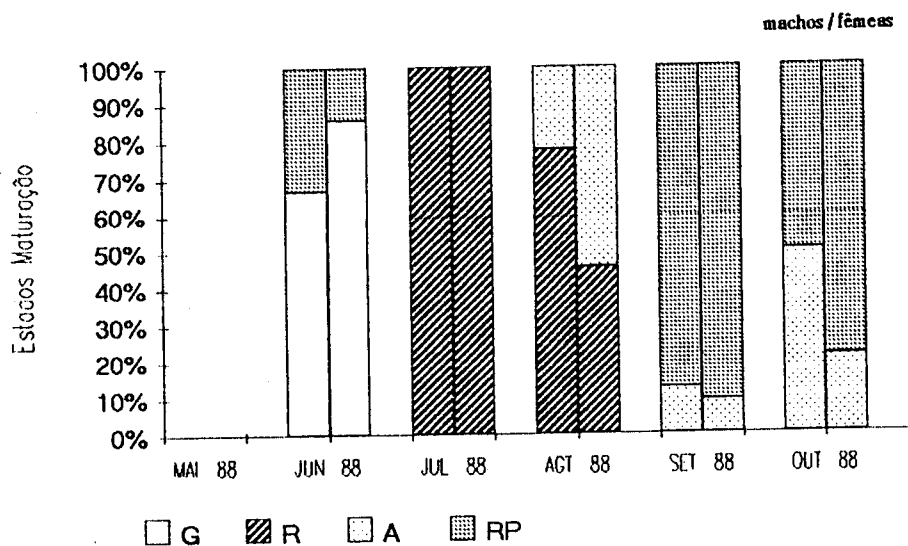


FIG. 7.3: *Cardium edule* - Evolução dos estados do ciclo reprodutivo na Ribeira de Odeceixe (1988). Nas colunas da direita estão representadas as fêmeas e nas colunas da esquerda os machos. Estados do ciclo: R P - estado de repouso; A - estado IIID; R - estados de reprodução; G - estados de gametogénese.

Em Outubro, na Ribeira de Aljezur, detectou-se uma situação idêntica com a diferença de que alguns dos exemplares já tinham alcançado o estado de reprodução (30% em estado 0; 60% em estado IIID; 10% em III).

Estas últimas observações levam a supor-se que o estado de abrandamento pode ser lido como uma reiniciação dos processos reprodutivos actuando como uma gametogénese não típica.

Os dados obtidos para as amostras sazonais de 1986 para a Ribeira de Aljezur reforçam o padrão esboçado até aqui para o ciclo reprodutivo desta espécie (FIG. 7.4).

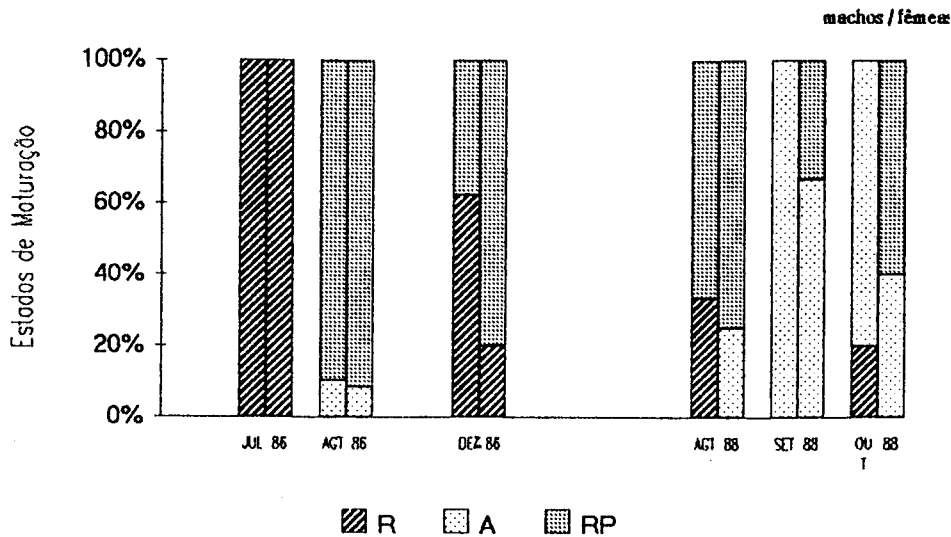


FIG. 7.4: *Cardium edule* - Evolução dos estados do ciclo reprodutivo na Ribeira de Aljezur (1986-1988). Nas colunas da direita estão representadas as fêmeas e nas colunas da esquerda os machos. Estados do ciclo: RP - estado de repouso; A - estado IIID; R - estados de reprodução; G - estados de gametogénese.

A época de reprodução foi detectada em Julho, o que indica que a gametogénese dos animais mais velhos se inicia mais cedo do que a da primeira maturação sexual.

A amostra de Agosto-Setembro apresenta-se com características semelhantes às correspondentes de 1988, visto estar em fim de ciclo (66,7% em estado 0 e 33,3% em estado IIID).

Os indivíduos colhidos em Dezembro de 1986 distribuíam-se pelos estados de fim de ciclo, gametogénese e reprodução (40% em estado 0; 13,3% nos estados I-II e 46,7% nos estados III).

Estes factos indicam que o estado IIID pode comportar-se como um reinício da actividade reprodutiva e nesse caso se as populações existentes em ambos os estuários

no ano de 1988 não tivessem sido extintas, iriam desenvolver um novo ciclo reprodutivo.

Assinala-se que a produção de gâmetas nos animais que atingiram a sua primeira maturação sexual para além de não ser muito intensa é, nomeadamente no caso das fêmeas, quase toda retida nos folículos entrando os oócitos em necrose.

As observações efectuadas em todas as amostras evidenciam que os gâmetas são emitidos parcialmente ao longo dos meses de reprodução activa, podendo-se talvez considerar que os machos são mais síncronos e apresentam emissões mais eficazes do que as fêmeas.

Quadro 7.2 :Valores do índice da gónada de *Cardium edule* nos sistemas estuarinos de Odeceixe e Aljezur.

MESES / ANO	ODECEIXE	ALJEZUR
Junho 88	0,7	—
Julho 86	—	1,4
Julho88	—	2,0
Agosto 88	1,2	0,3
Agosto/Setembro86	—	0,0
Setembro 88	0,0	0,0
Outubro 88	0,0	0,6
Dezembro 86	—	1,1

Estes factos são demonstrados pela evolução do índice de maturação da gónada que decresce suavemente de Junho a Julho não se salientando nenhum pico (QUADRO 7.2). Pela análise da evolução dos estados sexuais os processos reprodutivos serão mais rápidos no sistema de Aljezur ou então terão início mais cedo no ano.

Salientando-se de novo que estamos em presença de exemplares que desenvolvem o seu primeiro ciclo reprodutivo, os valores do índice de maturação da gónada sugerem que a hipótese dos processos serem mais rápidos na Rib. de Aljezura é a mais realista visto o IG de Outubro ser mais elevado naquele sistema (0,6) do que em Odeceixe (0,0).

O sincronismo do desenvolvimento dos estados reprodutivos entre os sexos parece ser real (FIGS. 7.3 e 7.4) podendo-se considerar que a formação dos espermatozóides será um pouco mais rápida do que a dos oócitos.

O tecido interfolicular no caso dos exemplares do ano era praticamente inexistente. Nos primeiros meses e em alguns indivíduos observaram-se pequenas massas de tecido de reserva em desenvolvimento (células adipogranulosas e vesiculosas em formação). Esses nódulos foram rapidamente consumidos pois deixaram de ser observados no mês seguinte.

Nalguns exemplares em fim de ciclo observou-se a invasão dos folículos por tecido de reserva que não existia na zona interfolicular. Esse facto estará relacionado com a cessação do ciclo e com a autólise dos gâmetas residuais que permaneceram nos folículos cujos metabolitos terão sido utilizados na formação do tecido de reserva.

No caso dos animais que já se tinham reproduzido anteriormente observou-se uma grande variação individual a que não será alheio o facto de grande número de berbigões se encontrarem parasitados. Durante 1986 detectaram-se 21,1% de exemplares parasitados por esporocistos de *Bucephalus* sp. Estes tremátodes encontram-se hospedados nos folículos de fêmeas em pleno ciclo reprodutivo, destruindo-lhes completamente os gâmetas, ou em animais já castrados cujo sexo não foi possível determinar.

Em síntese, verifica-se que:

- tanto a oogénese como a espermatogénese têm início na Primavera (Maio-Junho);
- a espermatogénese é mais rápida do que a oogénese;
- existem sempre indivíduos no estado de reprodução, com a excepção dos períodos de Agosto-Setembro na Ribeira de Aljezur e de Setembro-Outubro na Ribeira de Odeceixe;
- a época de reprodução activa (Junho-Julho) é bem definida e síncrona entre sexos ;
- os indivíduos em fim de ciclo encontram-se essencialmente no estado 0 o que significa que a paragem dos fenómenos reprodutivos é total na maioria dos animais;
- na primeira maturação a produção de gâmetas é fraca;
- as emissões de gâmetas não são totais, e sucedem-se ao longo do período reprodutivo.
- não se observaram diferenças significativas entre os sexos no desenvolvimento do tecido de reserva.
- o potencial reprodutor destas populações é afectado pela infestação de uma percentagem elevada de indivíduos pelo tremátode parasita *Bucephalus* sp..

#### 7.2.2.2 - *Cardium glaucum*

Ao contrário do que se verifica relativamente a *Cardium edule* , as colheitas efectuaram-se numa população que não era constituída exclusivamente pela classe 0, estando-se em presença de indivíduos que já se tinham reproduzido pelo menos uma vez.

A evolução do ciclo reprodutivo de *Cardium glaucum* no sistema estuarino de Aljezur encontra-se representado nas FIGS 7.5 a 7.7.

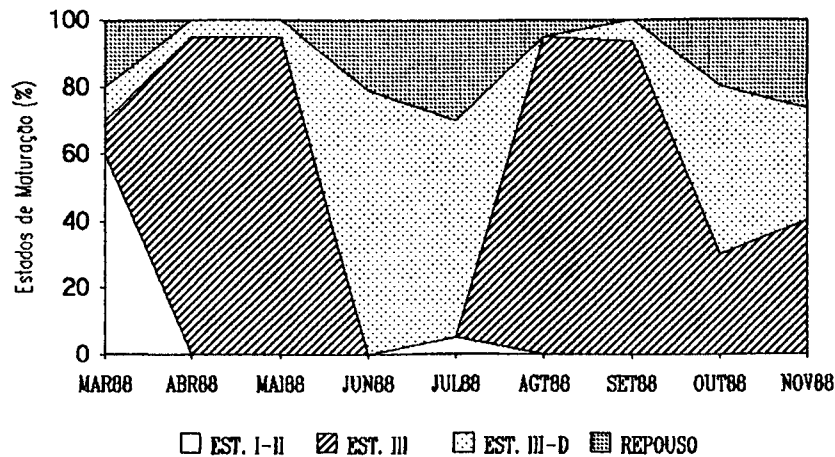


FIG. 7.5: *Cardium glaucum* - Evolução dos estados do ciclo reprodutivo na Ribeira de Aljezur (1988).

A reprodução intensificou-se de Março a Maio, período durante o qual ocorreram várias emissões de gâmetas (FIG. 7.5).

Para ambos os sexos o início da gametogénese foi detectado em Março (FIG: 7.5). Nalguns exemplares os folículos, ainda com pequeno diâmetro, continham restos de gâmetas do ciclo anterior.

A evolução do índice de maturação da gónada (FIG. 7.6) indica nitidamente duas épocas de emissão de gâmetas. A primeira postura será na Primavera e a segunda, mais tardia, nos finais do Verão, princípios do Outono.

O facto de não se ter detectado nenhum exemplar em estado IIIB (emissão total) juntamente com a presença de um elevado número de oócitos residuais em autólise, leva a que se considere que as emissões foram parciais, e no caso das fêmeas, pouco eficazes.

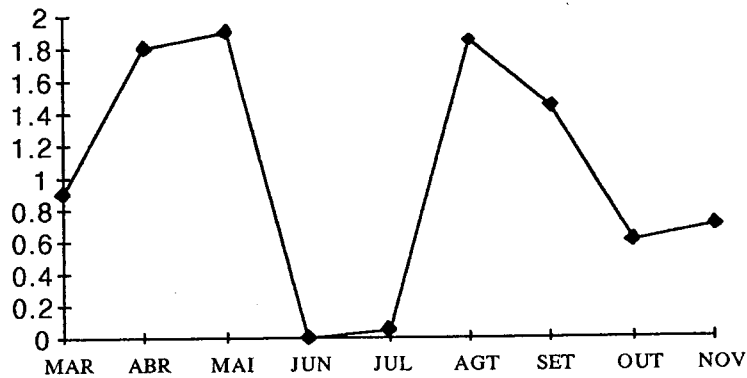


FIG. 7.6 *Cardium glaucum* - Evolução do Índice de Repleção da Gónada na Ribeira de Aljezur (1988).

Desde meados de Maio ao final de Junho a maioria dos berbigões entraram nos estados de fim de ciclo. Em Junho toda a amostra foi considerada como estando no estado IIID (79%) ou em repouso (21%). Em Julho, alguns machos (12,5%), tendo reiniciado novo ciclo encontravam-se, novamente, no fim da gametogénese ou em reprodução (II-III) (FIG. 7.7).

No restante período estival e princípio do Outono os processos reprodutivos intensificaram-se abrandando com o decorrer do Outono. Em Novembro, último mês em que se encontraram exemplares desta espécie, 40,1% da amostra ainda se encontrava no estado III (57,2% das fêmeas e 33,3% dos machos) (FIGS. 7.5 e 7.7).

Na generalidade do desenvolvimento dos estados do ciclo reprodutivo parece existir sincronismo entre os sexos (FIG. 7.7).

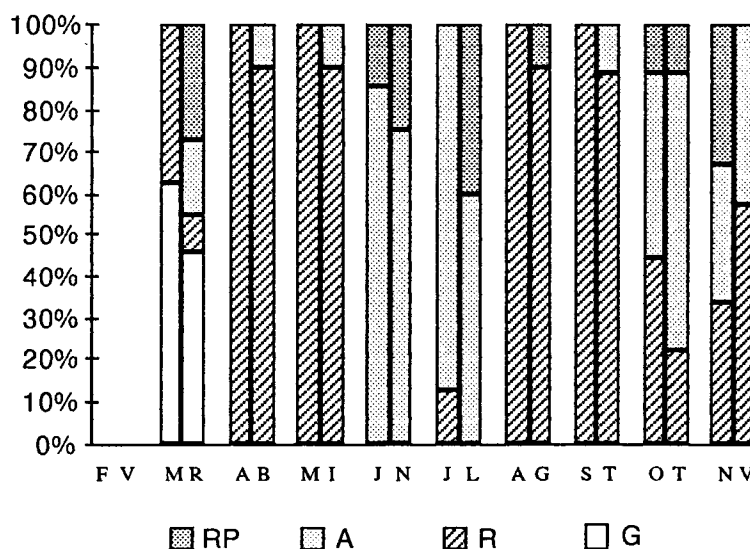


FIG. 7.7: *Cardium glaucum* - Evolução dos estados do ciclo reprodutivo na Ribeira de Aljezur, 1988. Nas colunas da direita estão representadas as fêmeas e nas colunas da esquerda os machos. Estados do ciclo: R P - estado de repouso; A - estado IIIID; R - estados de reprodução; G - estados de gametogênese.

Assinala-se que no período da gametogênese (mês de Março), enquanto que a grande parte das fêmeas (45,5%) se encontrava em estados de fim de ciclo, os machos ou estavam na fase final da espermatogênese (62,5%) ou já tinham alcançado o estado de reprodução (37,5%). A gametogênese dos machos terá início mais cedo ou será um processo mais rápido do que a oogénese.

No que respeita ao desenrolar dos estados de fim de ciclo observam-se também ligeiras diferenças entre os sexos. O processo de passagem para uma fase de inactividade sexual parece ser mais demorado nas fêmeas do que nos machos. Existe sempre uma certa percentagem de fêmeas em estados de fim de ciclo em todos os meses do período amostrado, enquanto que os machos apresentam uma evolução mais



rápida e abrupta entre os diferentes estados o que origina, para o grupo dos machos, uma maior homogeneização mensal.

Estes factos parecem indicar que nos machos os processos tanto de recuperação como de recessão da gónada serão muito mais síncronos e rápidos do que nas fêmeas.

O tecido interfolicular de reserva segue, no geral, um processo de desenvolvimento inverso ao do desenvolvimento dos gâmetas. Durante os períodos de gametogénese e de reprodução activa assiste-se à deplecção do tecido interfolicular que no mês de Abril é praticamente inexistente.

Ao longo de Maio os folículos começam a diminuir de diâmetro e de número e o tecido de reserva reaparece. Nos meses seguintes, com a maioria dos indivíduos em fim de ciclo, o tecido interfolicular desenvolve-se. Ao reiniciar-se nova fase de reprodução aquele tecido desaparece rapidamente.

Na segunda fase de abrandamento da reprodução (Outono) o tecido de reserva reaparece apresentando uma grande variação individual tanto na quantidade como no estado de desenvolvimento. Essa variação individual não está relacionada com o sexo.

No mês de Setembro observaram-se algumas fêmeas (11,1%) de *Cardium glaucum* parasitadas por *Bucephalus* sp.

Em resumo, constata-se que:

- no período em que a amostragem decorreu, sucederam-se duas épocas de reprodução activa (Primavera e Verão-Outono) intercaladas por um curto período (mês e meio a dois meses) em que os animais ou entraram em repouso ou abrandaram os processos reprodutivos;

- tanto a oogénese como a espermatogénese têm início no fim do Inverno (Fevereiro-Março);

- existem sempre indivíduos no estado de reprodução com excepção do mês de Junho em que toda a amostra se encontrava em fim de ciclo;
- existem sempre exemplares em estados de fim de ciclo;
- os indivíduos em fim de ciclo encontram-se essencialmente no estado IIID o que significa que não existe uma paragem total dos fenómenos reprodutivos mas sim um abrandamento dos mesmos acompanhado pela diminuição do tecido folicular e, na generalidade dos casos, pelo desenvolvimento do tecido de reserva;
- as emissões de gâmetas não foram totais, principalmente nas fêmeas em que grande número de oócitos residuais entrou em necrose.
- o tecido interfolicular apresenta uma evolução inversa ao desenvolvimento dos gâmetas;
- de uma maneira geral há sincronismo entre os sexos, embora a gametogénese pareça ser mais rápida nos machos do que nas fêmeas assim como a entrada nos estados de fim de ciclo. Não se observaram diferenças significativas entre os sexos no desenvolvimento do tecido de reserva.

### 7.2.3 - Índice de Condição

Os índice de condição e de repleção da gónada têm uma evolução semelhante nas duas espécies.

Em *C. edule* a evolução é semelhante nos dois sistemas estuarinos e os índices seguem o ciclo reprodutivo de modo semelhante (FIG. 7.8).

Ao valor máximo do índice de condição corresponde o maior índice de repleção da gónada (Julho) a que se segue um decréscimo para ambos. Este facto significa necessariamente por um lado, que há emissões de gâmetas para o meio ambiente, e

por outro, que o aumento do índice de condição é devido essencialmente ao desenvolvimento da gónada.

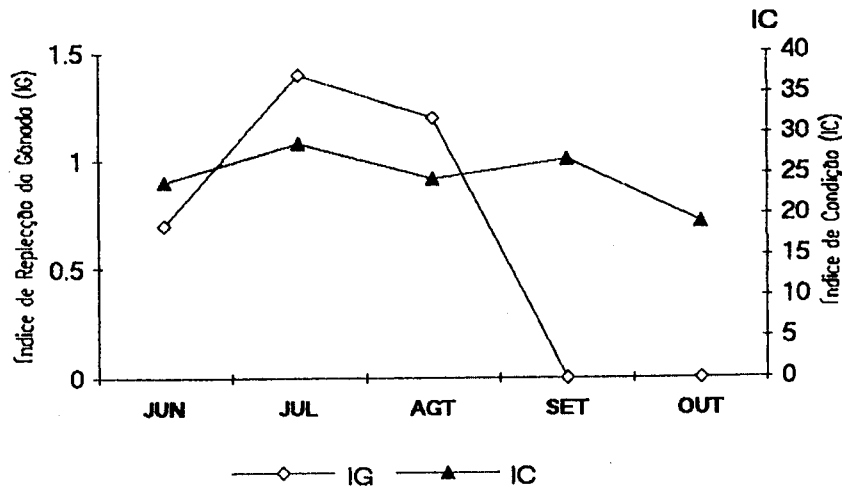


Fig. 7.8: - *Cardium edule* - Evolução mensal do Índice de Condição (IC) de WALNE, 1970 e do Índice de Repleção da Gónada (IG).

O pequeno incremento no índice de condição no fim de Verão, início do Outono corresponde ao período em que a maioria dos exemplares se encontrava em fim de ciclo ou mesmo repouso.

*Cardium glaucum* apresenta uma evolução dos índices em tudo semelhante à da outra espécie (FIG. 7.9). O índice de condição menor é o de Março, mês em que se inicia a gametogénese, assistindo-se a um aumento gradual até Abril. O grande incremento entre Abril e Maio corresponde ao período de formação-amadurecimento dos gâmetas. A descida abrupta de Maio a Junho acompanha a emissão dos gâmetas e a entrada dos berbigões em fim de ciclo.

Nos restantes meses -Verão e Outono- o réinício do ciclo reprodutivo é acompanhado por um gradual e pequeno aumento do índice de condição que decai na altura das prováveis emissões dos gâmetas.

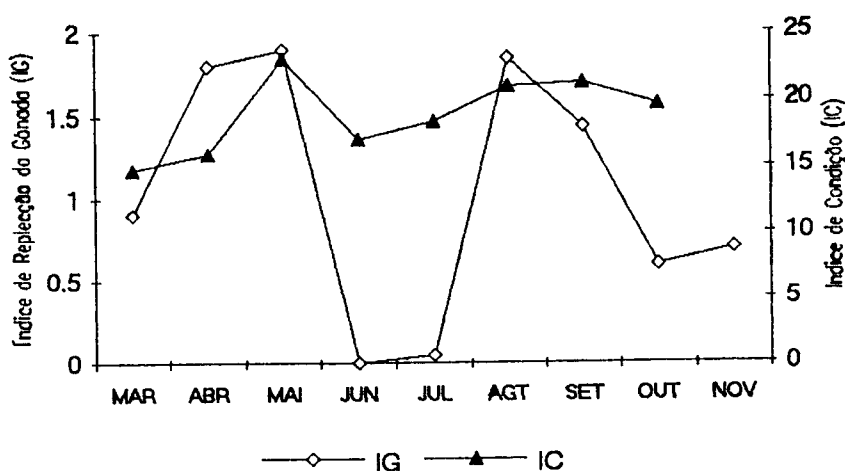


Fig. 7.9: *Cardium glaucum* - Evolução mensal do Índice de Condição (IC) de WALNE, 1970 e do Índice de Repleção da Gónada (IG).

Salienta-se que os meses em que o índice de condição apresentou maior desvio padrão foram Maio e Julho. Maio foi o período de reprodução intensa em que se observaram em simultâneo berbigões que já estavam a restaurar a gónada e outros que ainda não tinham emitido os gâmetas. Julho corresponde à altura do reinício da formação de gâmetas que não foi simultâneo para todos os exemplares.

#### 7.2.4 - Análise do Ciclo Reprodutivo Face aos Parâmetros Físico-Químicos

Para *C. edule* só se consideraram os resultados da Análise em Componentes Principais sobre os dados relativos ao estuário de Odeceixe (FIG. 7.10). Estes eram em número superior aos do estuário de Aljezur e todos os estados do ciclo reprodutivo se encontravam representados.

Tanto aquela análise como a efectuada para *C. glaucum* (FIG. 7.11) mostram que os OTUs (meses) se distribuem segundo a evolução do ciclo reprodutivo, no plano definido pelos Eixos 1 e 2. Estes eixos explicam no seu conjunto 63,8% para *C. edule* e 57,2% da variação para *C. glaucum* QUADROS 7.4 e 7.3).

Quadro 7.3: *Cardium edule* - Análise em Componentes Principais; Matriz de vectores.

DESCRITOR	COMPONENTES PRINCIPAIS		
	1ª	2ª	3ª
Gametogénese machos (Gm)	-0,367	0,961	-0,041
Gametogénese fêmeas (Gf)	-0,367	0,961	-0,041
Reprodução machos (Rm)	-0,650	-0,700	0,074
Reprodução fêmeas (Rf)	-0,639	-0,633	0,306
Abrandamento machos (Am)	0,949	-0,239	-0,133
Abrandamento fêmeas (Af)	0,156	-0,507	-0,676
Repouso machos (RPm)	0,959	0,293	0,186
Repouso fêmeas (RPf)	0,894	0,066	0,073
Temperatura ar (Tar)	-0,062	-0,497	0,424
Temperatura água (Tag)	-0,335	0,375	0,296
Salinidade (SAL)	-0,776	-0,277	-0,147
Clorofila <i>a</i> (CLa)	0,449	0,779	0,039
Feopigmentos (FPa)	-0,492	-0,067	0,859
Seston total (SST)	0,771	0,015	0,431
Seston orgânico (SSO)	0,007	-0,033	0,870
Oxigénio dissolvido (OD)	-0,696	0,004	-0,453
VALOR PRÓPRIO	5,986	4,217	2,794
PERCENTAGEM ABSORVIDA	37,41	26,36	17,46
PERCENTAGEM ACUMULADA	37,41	63,77	81,23

Na PCA referente a *C. edule* o Eixo 1 é definido por dois grupos de descritores que se opõem. Um dos grupos é formado pelos estados de reprodução associados à

salinidade e ao oxigénio dissolvido enquanto que o outro grupo associa os estados de fim de ciclo com o seston total. A gametogénese contribui grandemente para a definição do Eixo 2 e está associada à clorofila *a*. (QUADRO 7.3).

Quadro 7.4: *Cardium glaucum* - Análise em Componentes Principais: Matriz de vectores.

DESCRITOR	COMPONENTES PRINCIPAIS		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Gametogénese machos (Gm)	0,096	0,742	-0,656
Gametogénese fêmeas (Gf)	0,096	0,742	-0,656
Reprodução machos (Rm)	-0,962	-0,136	0,012
Reprodução fêmeas (Rf)	-0,895	-0,124	0,320
Abrandamento machos (Am)	0,868	-0,342	0,120
Abrandamento fêmeas (Af)	0,900	-0,128	0,213
Repouso machos (RPm)	0,471	0,235	0,757
Repouso fêmeas (RPf)	0,734	-0,059	-0,594
Temperatura ar (Tar)	0,085	-0,903	-0,124
Temperatura água (Tag)	-0,059	-0,664	-0,546
Salinidade (SAL)	-0,273	-0,590	-0,726
Clorofila <i>a</i> (CLa)	0,543	-0,503	-0,144
Feopigmentos (FPa)	0,079	-0,346	0,249
Seston total (SST)	0,503	-0,088	-0,053
Seston orgânico (SSO)	0,681	-0,161	0,111
Oxigénio dissolvido (OD)	0,425	0,685	-0,006
VALOR PRÓPRIO	5,351	3,807	2,888
PERCENTAGEM ABSORVIDA	33,45	23,80	18,05
PERCENTAGEM ACUMULADA	33,45	57,24	75,29

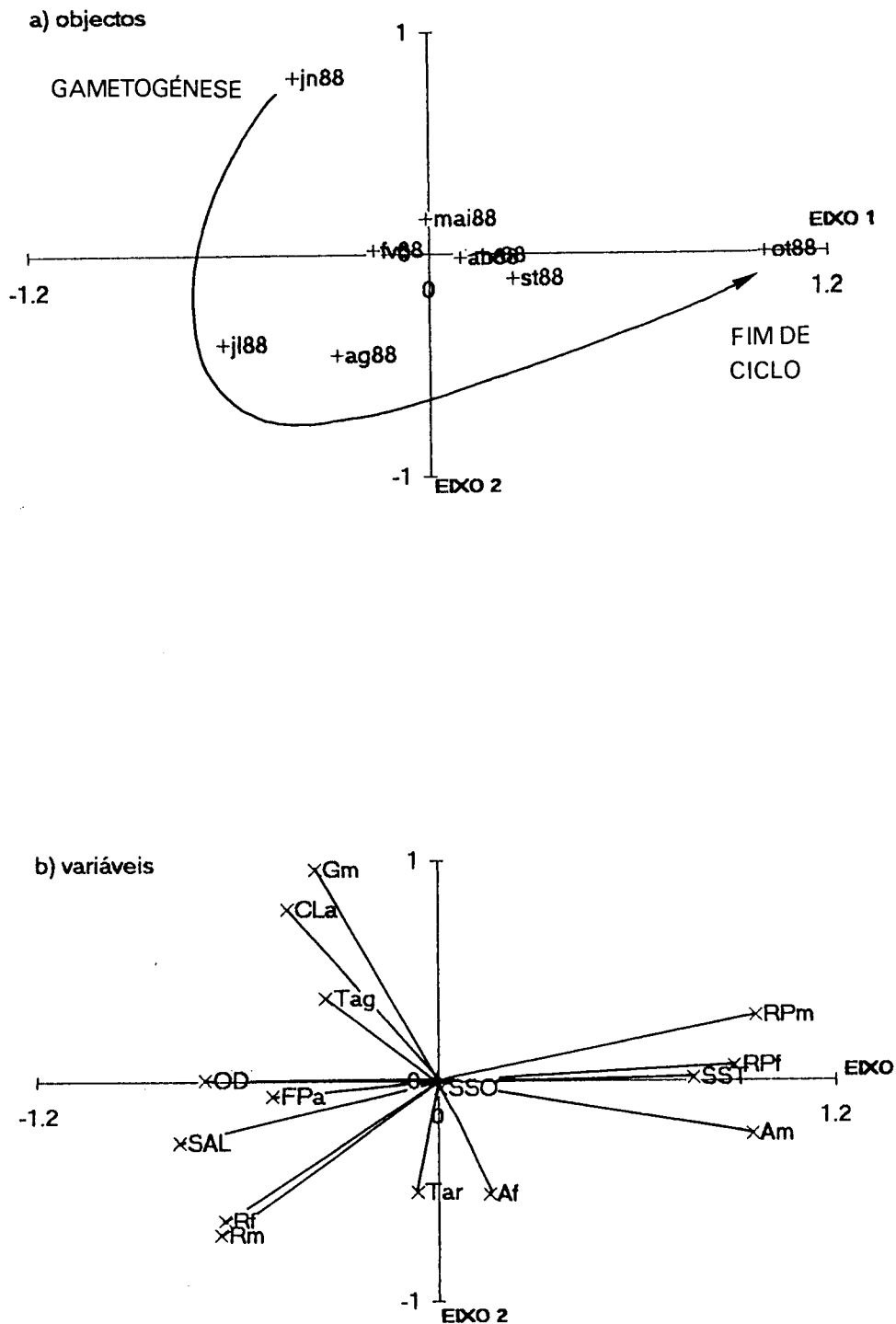


FIG. 7.10: *Cardium edule* - Análise em Componentes Principais sobre a matriz dos parâmetros físico-químicos da água e das percentagens de estados do ciclo sexual: a) projecção dos objectos no plano da 1ª e 2ª Componentes; b) projecção das variáveis no plano da 1ª e 2ª Componentes.

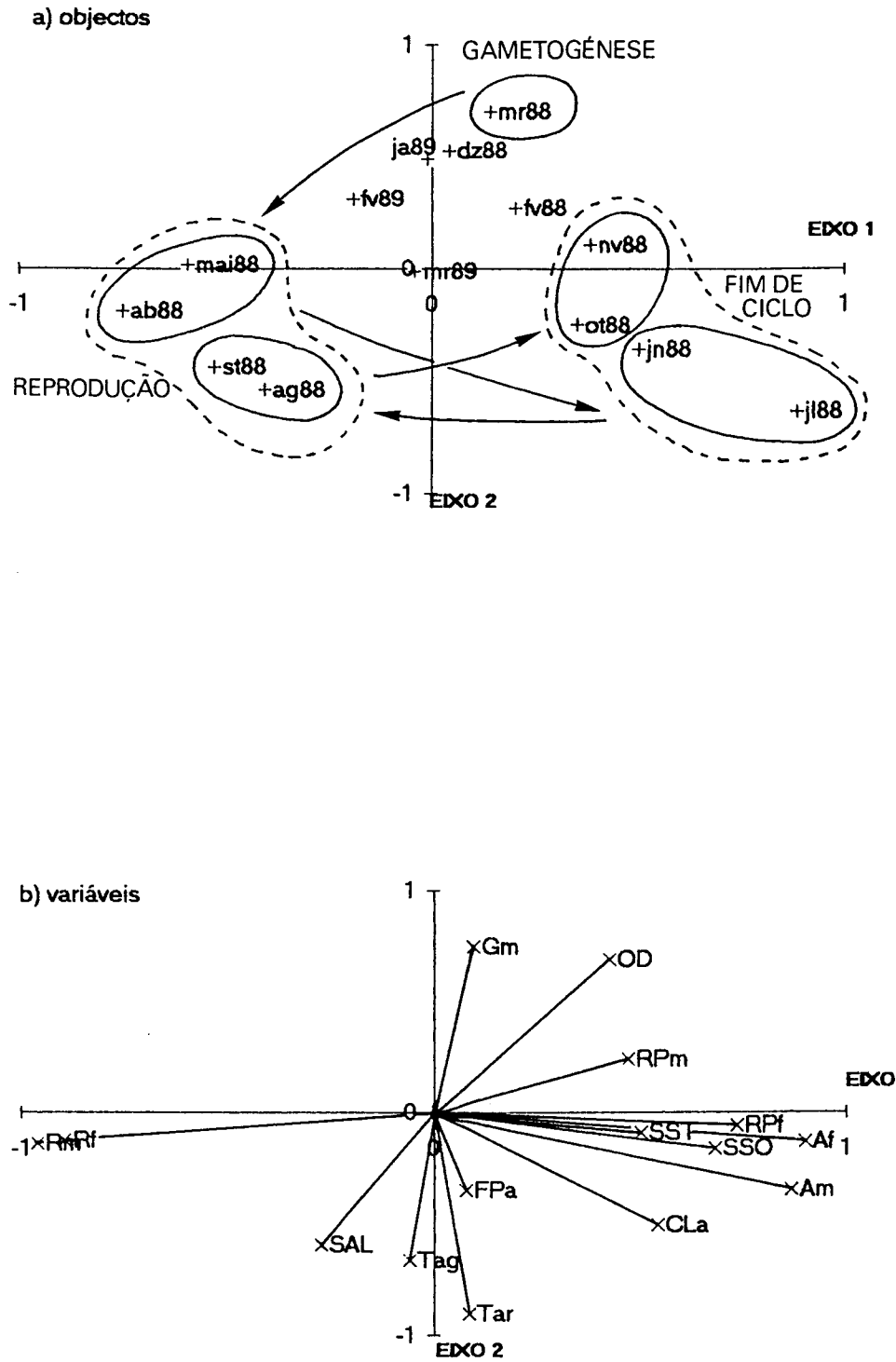


FIG. 7.11: *Cardium glaucum* - Análise em Componentes Principais sobre a matriz dos parâmetros físico-químicos da água e das percentagens de estados do ciclo sexual: a) projecção dos objectos no plano da 1ª e 2ª Componentes; b) projecção das variáveis no plano da 1ª e 2ª Componentes.



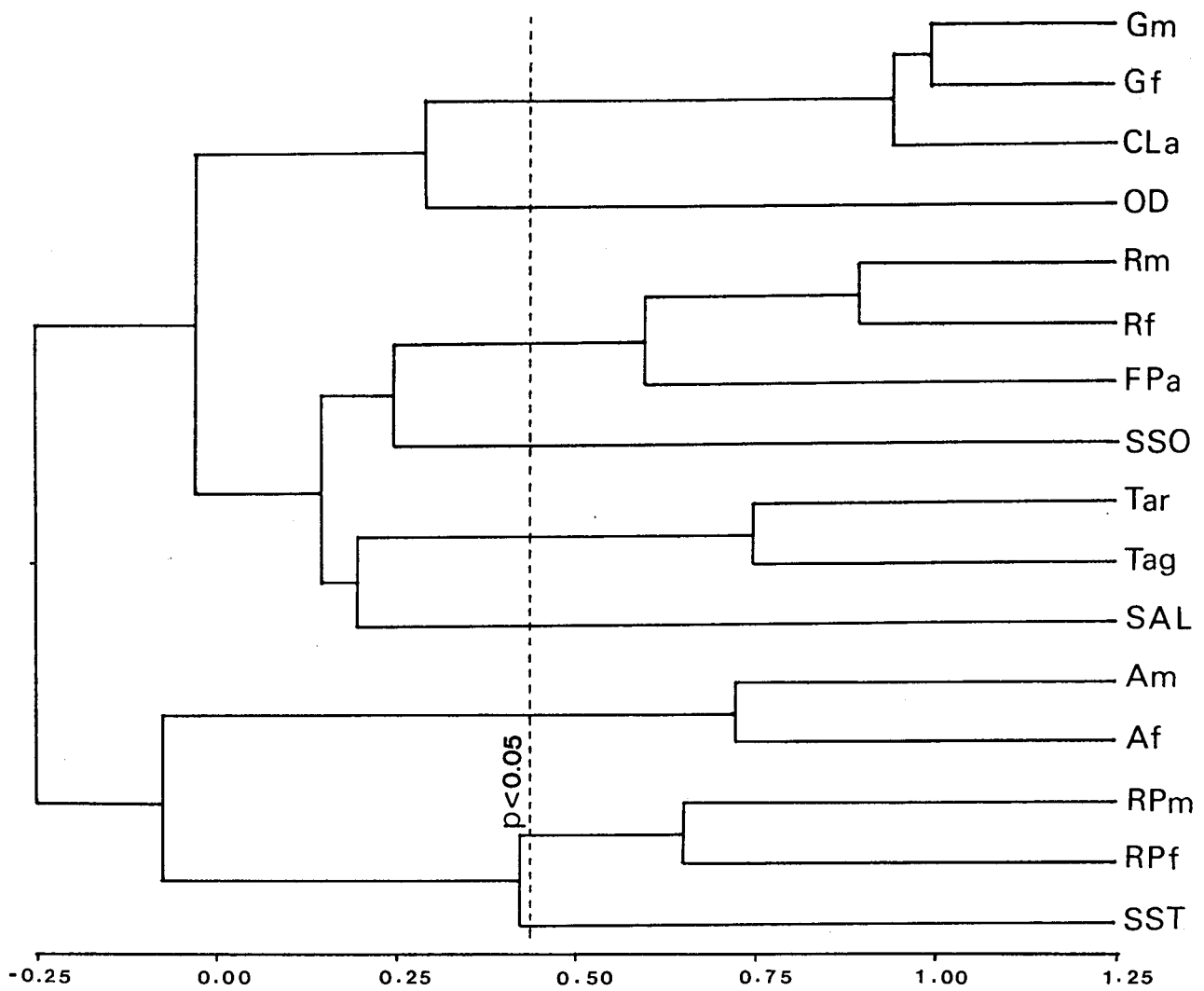


FIG. 7.12: *Cardium edule* - Análise Hierárquica (método UPGMA) realizada sobre os dados dos parâmetros físico-químicos da água e das percentagens de estados do ciclo sexual.

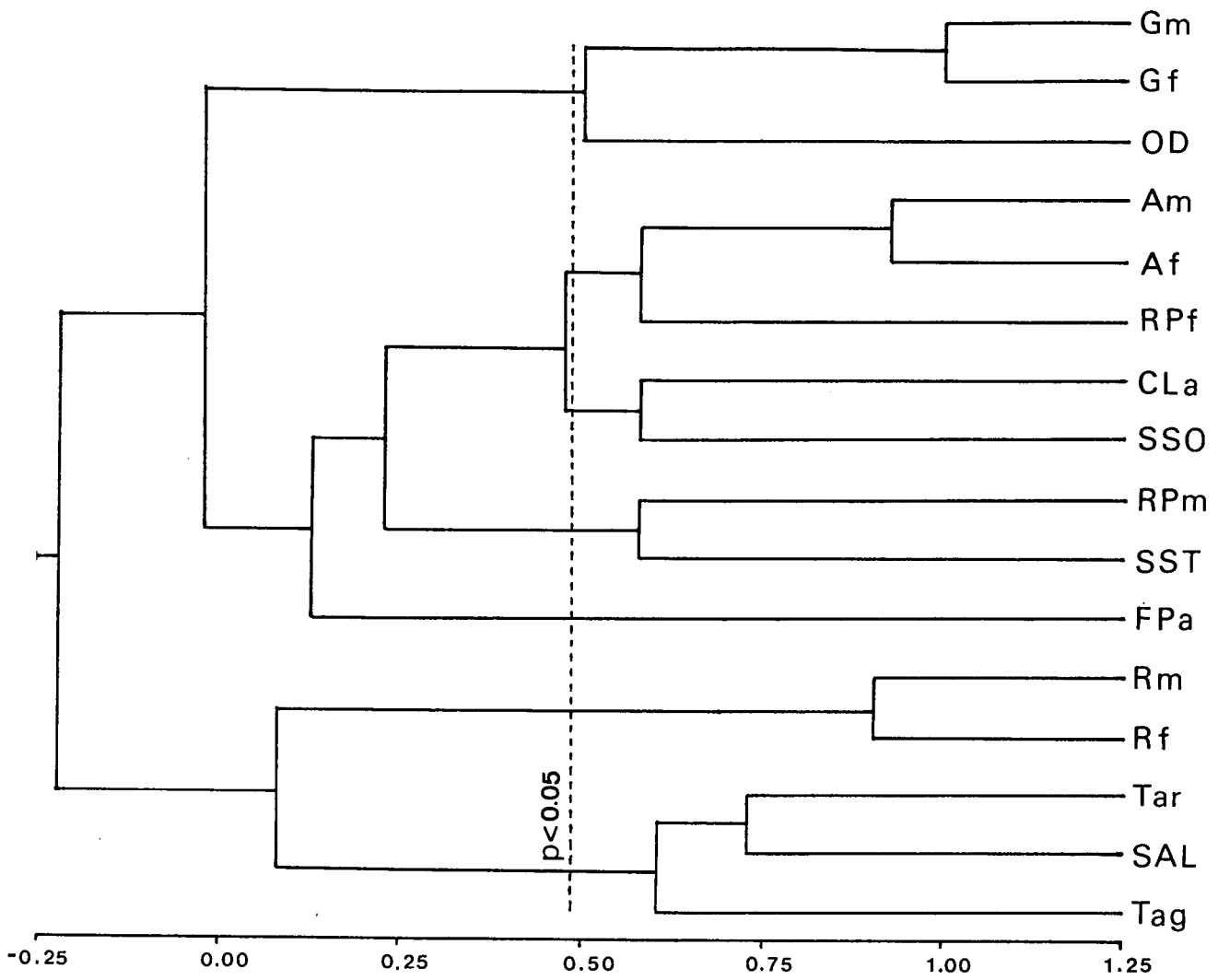


FIG. 7.13: *Cardium glaucum* - Análise Hierárquica (método UPGMA) realizada sobre os dados dos parâmetros físico-químicos da água e das percentagens de estados do ciclo sexual.

No caso de *Cardium glaucum* a associação dos meses não é tão linear devido a terem existido duas épocas de reprodução. Os três grupos formados (FIG. 7.11), correspondem às três fases mais importantes do ciclo (gametogénese, reprodução e fim de ciclo).

O Eixo 1 representa as condições tróficas em oposição à salinidade. Os estados de reprodução são um contributo importante para a definição deste eixo e estão em oposição ao estado de abrandamento que se associa às condições tróficas do meio.

O Eixo 2 é definido essencialmente pela gametogénese que se liga ao oxigénio dissolvido e parece estar dissociada das condições tróficas do meio.

A análise hierárquica (FIGS. 7.12 e 7.13) evidencia correlações significativas entre alguns estados do ciclo reprodutivo e os parâmetros físico-químicos da água. Observa-se, também, que dentro do mesmo sexo não há diferenças nos estados do ciclo reprodutivo.

A gametogénese de *C. edule* está positivamente correlacionada ( $p < 0.05$ ) com a concentração da clorofila *a* e a de *C. glaucum* está inversamente correlacionada ( $p < 0.05$ ) com o oxigénio dissolvido (FIG. 7.12).

Em *C. edule* a fase de formação e maturação dos gâmetas relaciona-se significativamente ( $p < 0,05$ ) com a concentração dos feopigmentos na água enquanto que o estado de repouso estará associado, de certo modo ( $p < 0,1$ ), ao seston total.

Para *C. glaucum* a única relação significativa é entre a gametogénese e o oxigénio ( $p < 0,05$ ), sendo a correlação negativa. Os estados de abrandamento de ambos os sexos e o repouso das fêmeas poder associar-se ( $p < 0.1$ ) aos parâmetros tróficos (clorofila e seston orgânico), enquanto que o repouso dos machos se liga ( $p < 0,05$ ) com o seston total (FIG. 7.13).

### 7.3 - DISCUSSÃO

Nas amostras analisadas não foi detectado nenhum exemplar hermafrodita em ambas as espécies. A única referência à existência de hermafroditismo é de KINGSTON (1974) que observou um caso em 4000 exemplares provenientes de populações alopátricas do Sudoeste de Inglaterra. Não existe, portanto, nenhuma razão para que estas espécies não sejam, de facto, consideradas como dióicas.

Nos bivalves verdadeiramente gonocóricos é de esperar que a razão de sexos seja igual ou muito próxima da unidade podendo, por vezes, o número de fêmeas ser ligeiramente superior (MACKIE, 1984).

A razão entre sexos destes Cardiidae é considerada, pela maioria dos autores, como sendo igual à unidade para *Cardium edule* (BOYDEN 1971b; KINGSTON, 1974b) e para *Cardium glaucum* (BOYDEN 1971b; KINGSTON, 1974b; IVELL, 1979a; WOLOWICZ 1987).

Os resultados deste trabalho apontam uma diferença entre as proporções de sexos nas duas espécies. *C. glaucum* apresenta de facto a razão igual à unidade mas em *C. edule* essa razão será de 1,00 macho para 1,80 fêmeas.

KINGSTON (1974b) verificou que existia maior número de machos e que esta diferença era significativa no caso de *C. glaucum*, enquanto FRETTER & GRAHAM (1964, in MACKIE, 1984), detectaram maior número de fêmeas (1,00:1,20) para *C. edule*.

A detecção de um maior número de fêmeas poderá ser atribuído à dificuldade em determinar o sexo de animais que ou começaram a espermatogénese ou se encontram em pós-emissão, situações em que dificilmente se detectam espermatozóides (BOYDEN, 1971).

A população de 1988 de *C. edule* aqui estudada era composta por animais 0+ que se reproduziam pela primeira vez. As posturas destes berbigões não foram totais, existindo sempre gâmetas nos folículos dos animais em reprodução.

A diferença no cociente de sexos poderá, de facto, ser atribuída à dificuldade em detectar os machos ou por se encontrarem no princípio da gametogénese ou por entrarem no estado de repouso muito mais rapidamente do que as fêmeas.

Não é, no entanto, de excluir a hipótese de que as populações desta espécie apresentem de facto esta proporção de sexos, podendo esse valor ser válido para a espécie ou ser só uma característica dos animais 0+ que posteriormente evoluíram para uma razão de 1,00 : 1,00 como a de *Cardium glaucum* .

WOLOWICZ (1987) é de opinião que as fêmeas adultas de *Cardium glaucum* exibem uma maior taxa de mortalidade durante e após a postura. No caso deste pressuposto ser correcto e válido para as duas espécies seria natural que à partida existisse maior quantidade de fêmeas de modo a que o sucesso da população não ficasse ameaçado.

A dimensão mínima detectada para os berbigões que se reproduziam pela primeira vez foi de cerca de 10mm de comprimento de concha. Esses animais teriam dois a três meses pós-metamorfose, ou seja três a quatro meses após a fertilização que os originou pois a duração da sua vida larvar é de cerca de um mês (cf 2.5).

CREEK (1960) mostrou que as gónadas de *C. edule* se desenvolvem dois meses após a metamorfose, sendo de três semanas a um mês o tempo necessário para que os gâmetas fiquem maduros (GIMAZANE, 1971 in WOLOWICZ, 1987).

A reprodução dos berbigões jovens foi detectada mais tarde do que a dos adultos ao contrário de WOLOWICZ (1987) que refere para *C. glaucum* o início da gametogénese 10 a 14 dias mais cedo nos animais 0+.

HOPNER-PETERSEN (1958) observou exemplares de *C. glaucum* (4-9mm de comprimento) aptos a reproduzirem-se no Outono do ano em que nasceram. O mesmo autor ao estudar exemplares originários de outro local verificou que estes só se reproduziam um ano depois de se fixarem.

IVELL (1979a) ao estudar uma população de *C. glaucum* em Widewater (Inglaterra) detectou a primeira maturação em berbigões de 16-17mm que se tinham aí estabelecido no ano anterior. Dados referentes a esta espécie no Lago Lungo (Itália) indicam que animais com menos de seis meses de vida (8-9mm) já podem apresentar gónadas maduras (IVELL, 1979b). Também MUUS (1967) fez observações semelhantes para esta espécie na Dinamarca.

Estes factos parecem pois indicar que não há um padrão específico para a taxa de maturação dos jovens berbigões. Essa taxa dependerá essencialmente das condições ambientais dos sistemas onde se inserem.

YANKSON (1986) seguiu a evolução das gónadas em larvas de *C. glaucum* provenientes duma fertilização artificial. Os jovens com sete semanas apresentavam-se todas sexuadas com gâmetas em desenvolvimento ou maduros. Os gâmetas destes jovens eram em tudo semelhantes aos dos adultos da população natural onde a maturidade sexual só foi atingida no 2º ano de vida.

Se se considerar que os produtos sexuais dos jovens sexuados no primeiro ano de vida são viáveis pode-se questionar o significado da sua contribuição efectiva para a renovação-manutenção das populações de que fazem parte. Pelas observações efectuadas no ano de 1988 nos dois sistemas do Sudoeste de Portugal foi possível constatar que a reprodução daqueles jovens originou poucos gâmetas e posturas muito parciais, nomeadamente nas fêmeas. A fraca contribuição dessa reprodução precoce foi detectada em Setembro e Outubro, quando se verificou um pequeno incremento na classe de menor comprimento.

Pelos dados bibliográficos o ciclo reprodutivo destas duas espécies estende-se de um modo geral entre Fevereiro e Junho. A gametogénese é mais intensa na Primavera e a época de emissão de gâmetas estende-se de Maio a Julho podendo por vezes prolongar-se pelo Outono (QUADROS 7.5 e 7.6).

A maioria dos autores considera que estes Cardiidae seguem o ciclo reprodutivo típico das espécies boreais (BOYDEN, 1971b; KINGSTON, 1974b, SEED & BROWN, 1977; YANKSON, 1986; WOLOWICZ, 1987; SAURIAU & WOLOWICZ, pré-print). Neste tipo de ciclo a gametogénese inicia-se no fim do Outono, abranda durante o Inverno acelerando novamente na Primavera, e a reprodução tem lugar na Primavera-Verão.

As observações sobre a reprodução destes Cardiidae no Sudoeste de Portugal indicam não só algumas diferenças do esquema atrás apresentado como também dissemelhanças entre as duas espécies.

*C. glaucum* apresenta nitidamente dois períodos de reprodução. O primeiro período (Primavera) é bem definido e curto, iniciando-se com a gametogénese de Fevereiro-Março e terminando em Maio-Junho com as emissões de gâmetas. A seguir às posturas não há reconstrução activa da gónada durante quase dois meses.

Em Julho os processos germinativos voltam a desenvolver-se iniciando-se novo período de reprodução (Outono). Esta fase outonal mostra-se como uma sucessão de ciclos rápidos de reconstrução de gónada intercalados por hipotéticas emissões de gâmetas. Não se detectaram animais provenientes desta época reprodutiva, ou por não terem existido de facto posturas eficazes com fecundação ou por terem sido ultrapassados os limites de tolerância quanto à salinidade e à temperatura.

Quadro 7.5: *Cardium edule* - Ciclo reprodutivo em vários locais da sua área de distribuição geográfica.

Local	Autor	Gametogénese	Emissão	Repouso	Recrutamento
Strangford Lough (Irlanda)	Seed & Brown, 1978	Fevereiro - Março	Junho - Agosto	----	----
Dovey (Gales)	Creek, 1960	início Outono (Nov. Jan.) intensa de Jan. a Abril	Maio-Junho	----	----
Burry Inlet (Gales)	Hancock & Franklin, 1972	Dezembro-Janeiro	Maio-Junho	----	----
Burry Inlet (Gales)	Yankson, 1986	Outono	Abril - Junho	----	----
? (Gales)	Jones, 1979	Janeiro - Fevereiro	----	----	Julho
Plymouth (GB)	Orton, 1926, in Moller & Rosenberg 1983	----	----	----	Maio - Junho
Crouch - Essex (GB)	Boyden, 1971	Fevereiro - Março	Maio - Julho	Inverno (Janeiro)	----
Kent (Sudoeste GB)	Kingston, 1974	início no Outono (5et. Out.) intensa de Abril a Maio	Maio - Junho	----	----
Tamar - Cornualha (GB)	Newell & Bayne, 1980	Janeiro - Fevereiro	Maio/Junho - Agosto	----	----
Báltico	Jaekel, 1952 in von Oertzen, 1972	----	Maio - Agosto	----	----
Suécia Oriental	Moller & Rosenberg 1983	----	----	----	----
Noruega	Rygg, 1970	----	Julho	Outono	Setembro - Outubro
Dinamarca	Brock, 1974	Setembro - Outubro	Maio - Aqt (pop. mistas) Julho - Novembro.(pop. isoladas)	Inverno	----
Waddensea (Holanda)	Kreger, 1940	----	----	----	Junho
	Baggerman, 1953	----	----	----	Junho
Oosterschelde Holanda	Hummel & Bogaards, 1989	Inverno a Maio	1º Junho - Julho 2º Julho - Novembro	Fim do Outono princípio do Inverno	----
França	Lubet, 1976	Janeiro - Fevereiro	----	Outubro - Dezembro	----
Somme França	Desprez et al, 1987	Primavera	Maio - Setembro e Dezembro	----	Dezembro (principal) Agosto - Setembro Dezembro - Fevereiro
França	Gullou et al, 1990	Inverno - Primavera	Primavera - Verão (Março a Outubro)	Outubro a Março	----
Maremes-Oleron França	Sauriau & Wolowicz (pré-print)	Inverno - Primavera	1º Primavera 2º Verão (incompleta)	Verão - Outono	Julho
Mundaca Espanha	Navarro et al 1989	Novembro - Fevereiro	Maio - Setembro	Outono	----
Ria de Faro Portugal	Vilela, 1947	----	Março - Outubro	Novembro - Fevereiro	Maio -e Outubro
Ria de Alvor Portugal	Gordo, 1982	----	----	----	Fevereiro a Julho
Ria de Aveiro Portugal Costa Sudoeste Portugal	Bastos, 1991 presente estudo	Outubro - Dezembro Maio - Junho	Maio - Julho Junho - Julho e fins do Outono	Inverno Agosto - Outubro	Junho - Agosto Abril - Junho



Quadro 7.6: *Cardium glaucum* - Ciclo reprodutivo em vários locais da sua área de distribuição geográfica.

Local	Autor	Gametogénese	Emissão	Reposo	Recrutamento
Burry Inlet (Gales)	Yankson, 1986	Novembro - Janeiro	Maio - Agosto	Verão - Outono	----
Crouch - Essex (GB)	Boyden, 1971	Fevereiro - Março	Maio - Julho	Inverno	----
Kent (Sudoeste GB)	Kingston, 1974	Outubro - Novembro	Maio - Junho	só abrandamento	----
Widewater (Sussex GB))	Ivell, 1979a	Janeiro - Abril	Maio - Junho	Outono	Março
Gdansk (Polónia)	Wolowicz, 1987	oogénese - Agosto a Setembro espermatogénese - Novembro a Dezembro	Junho - Julho	Inverno	----
Trondheimfiord (Noruega)	Rygg, 1970	----	Junho - Julho	----	----
Mecklenburg (DDR)	von Oertzen, 1972	----	Maio - Julho	----	----
Dybsofiord (Dinamarca)	Petersen, 1958	----	Abril - Agosto	----	----
Kysing Fiord (Dinamarca)	Petersen, 1958	----	Abril - Setembro	----	----
Dinamarca	Brock, 1974	Outubro - Novembro	Maio - Julho (simpatria) Maio - Outubro (alopatria)	----	----
Baie sur Mer (França)	Lucain & Martin 1974 Wolowicz, 1987	----	Maio - Junho	----	----
Maremes-Oleron (França)	Sauriau & Wolowicz (pre-print)	Inverno - Primavera	1ª fim da Primavera 2ª fim do Verão	Verão - Outono	Maio - Julho e Outubro (mais pequeno) Outono
Étang Prevost (França)	Guelogert & Mazoyer-Mayer, pre-print	----	Verão	----	----
Arcachon (França)	Labourg & Lasserre, 1979	----	----	----	Novembro - Maio
Lago Lungo (Itália)	Ivell, 1979b	políciclica	1ª Março - Maio 2ª Outubro (incompleta)	Inverno	----
Lago Tunis (Tunísia)	Zaouali, 1975b	Maio - Junho e Agosto - Setembro	Verão	Janeiro - Março	----
Mer Bou Grara (Tunísia)	Zaouali, 1975c	Dezembro - Janeiro	Verão	Janeiro - Março	----
Costa Sudoeste (Portugal)	presente estudo	Fevereiro - Março	Primavera Verão - Outono	Junho	----

Se considerarmos a opinião de que o índice de condição elimina os efeitos do crescimento podendo detectar uma acumulação ou perda de matéria orgânica associada à reprodução (LUCAS & BENINGER, 1985; BODOY *et al.* 1986), a simultaneidade do decréscimo nos dois índices (índice de condição e índice de repleção da gónada) não pode deixar de significar a existência da libertação de produtos sexuais para a água durante o segundo período de reprodução daquela espécie.

No Outono caíram grandes chuvadas, com a conseqüente descida de temperatura e de salinidade, para além do aumento do caudal e corrente, pelo que deverão ter sido ultrapassados os valores limite para a sobrevivência / fixação das larvas.

*Cardium edule* inicia a reprodução um pouco mais tarde de modo que apresenta uma postura estival. Após a emissão dos gâmetas a maioria dos indivíduos entra em repouso. Em Outubro parece começar a delinear-se o recomeço de um novo período reprodutivo que, provavelmente, iria culminar numa época de postura em Fevereiro-Março, período do ano em que se desenvolveu a época reprodutiva que originou o recrutamento de 1988.

Os poucos dados referentes a populações destas espécies no litoral português indicam que a época de recrutamento para *C. edule* vai de Fevereiro a Julho-Agosto (VILELA, 1947; GORDO, 1982; BASTOS, 1991).

Neste trabalho evidencia-se que em ambas as espécies a gametogénese se desenvolve na Primavera.

Segundo vários autores (BOYDEN, 1971b; KINGSTON, 1974b, WOLOWICZ, 1987; YANKSON, 1986; SAURIAU & WOLOWICZ, pré print ) a gametogénese terá início no Outono-Inverno com o retardamento do desenvolvimento dos gâmetas até à Primavera seguinte quando se observa uma aceleração dos processos reprodutivos.

Pelas observações efectuadas no decorrer deste trabalho não parece ser este o processo que ocorre nestas populações, pelo menos no que respeita a *C. glaucum*. Os cortes histológicos corados mostram que durante o Outono se formaram e desenvolveram gâmetas que provavelmente foram emitidos. A evolução do índice de condição sugere que essas emissões existiram se bem que fracas pois não lhe provocaram grandes oscilações.

Os resultados aqui obtidos para *C. edule* estão, no geral, de acordo com os de BASTOS (1991) para a Ria de Aveiro. Esta autora, no seguimento de opinião geralmente aceite (BAYNE, 1975; LUBET, 1976), realça a dependência da duração da maturação dos gâmetas com a temperatura média do Inverno. Quando as temperaturas de Inverno são elevadas a maturação é mais precoce e as posturas efectuam-se mais cedo.

Neste trabalho, como já foi referido, não foi possível seguir a evolução da população após as chuvas de Outubro-Novembro. De notar, no entanto, que, nestes animais que se reproduziam pela primeira vez, a primeira gametogénese, maturação e emissão dos gâmetas se efectuou durante a época considerada, normalmente, como o período de reprodução, isto é de maturação e emissão de gâmetas, assistindo-se, pois, a uma aceleração dos processos reprodutivos. A dependência da gametogénese da temperatura do Inverno precedente fica assim questionada (FIG. 7.14).

GIMAZANE & LUBET (1972) referem que o início da gametogénese de *Cardium edule* coincide com as baixas temperaturas da água (8-9°C) aumentando de velocidade com a subida da temperatura. Aqueles valores de temperatura não foram detectados nestes sistemas, (FIG. 7.14) o que leva a que, necessariamente, outro ou outros factores deverão, nestas populações, ser os desencadeadores dos processos reprodutivos.

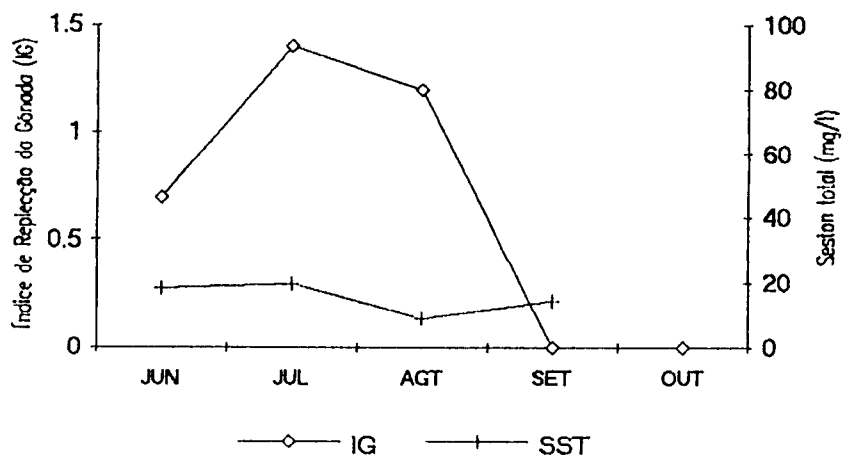
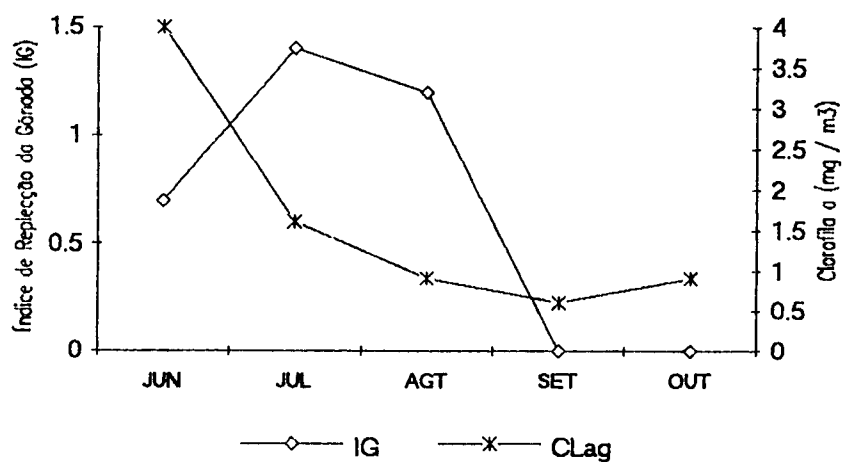
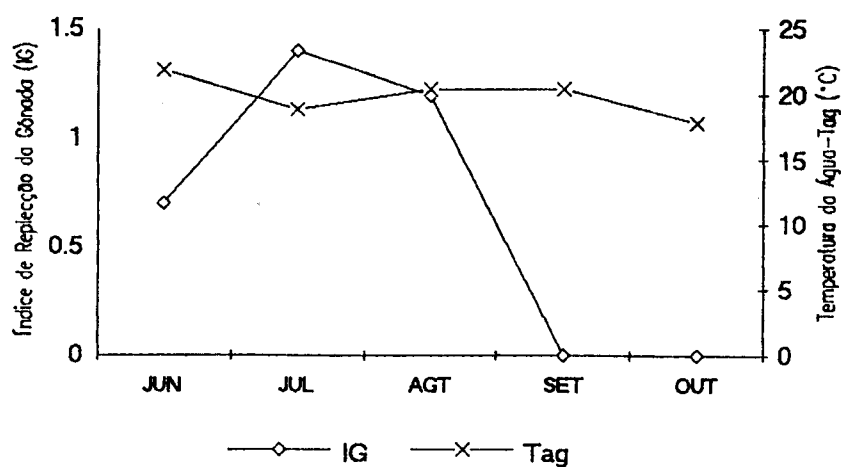
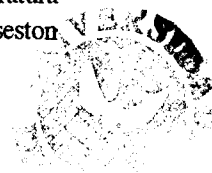


FIG. 7.14: *Cardium edule* - Evolução do Índice de Repleção da Gónada (IG), da temperatura da água (Tag, °C), da concentração na água de clorofila *a* (CLag, mg/m<sup>3</sup>) e da concentração de seston total (SST, mg/l)



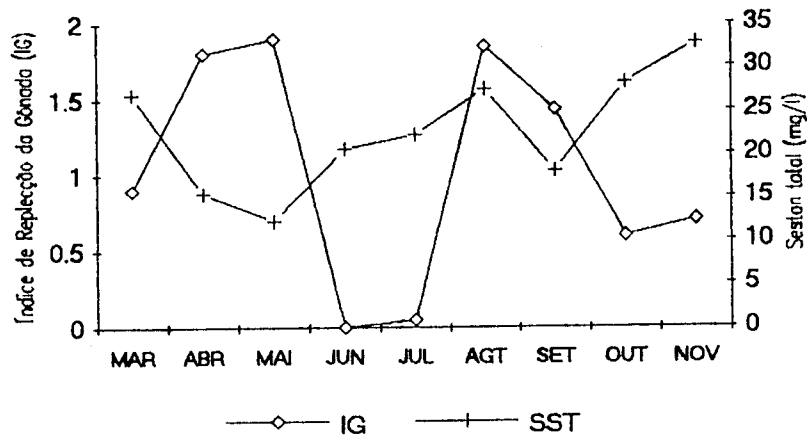
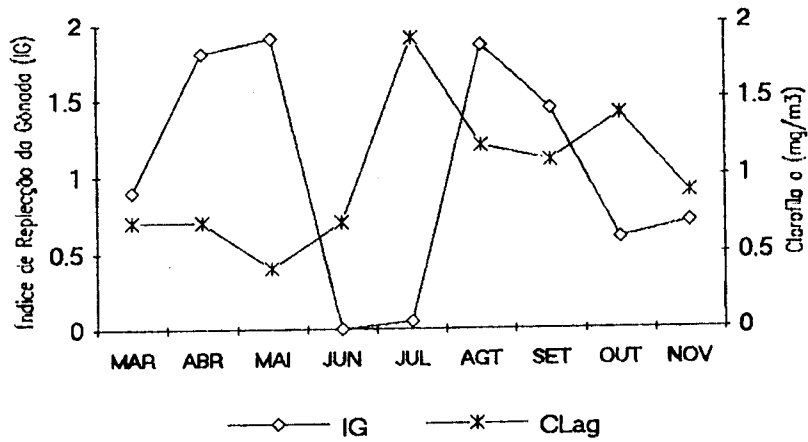
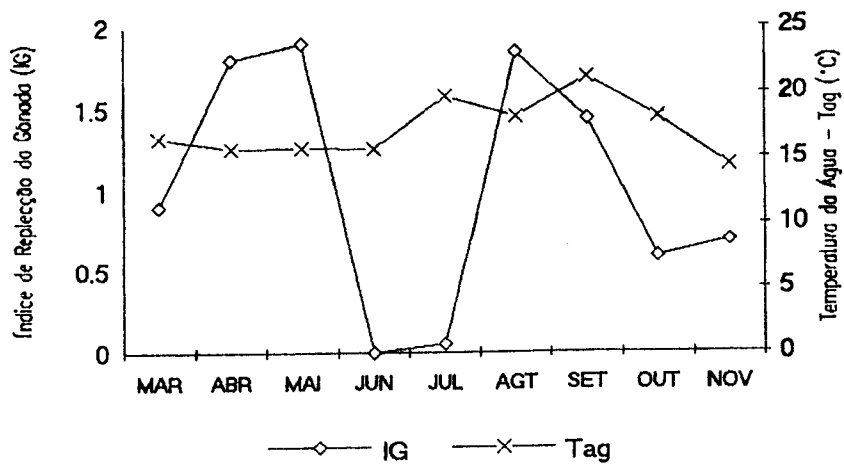


FIG. 7.15: *Cardium glaucum* - Evolução do Índice de Repleção da Gónada (IG), da temperatura da água (Tag, °C), da concentração na água de clorofila *a* (CLag, mg/m<sup>3</sup>) e da concentração de seston total (SST, mg/l)

De entre os factores que normalmente são referidos como importantes para a reprodução pode-se referir como tendo maior importância os endócrinos e os que dizem respeito ao alimento. A PCA e a análise hierárquica assinalam uma correlação positiva entre a gametogénese de *C. edule* e a concentração de fitopigmentos na água, facto bem evidenciado pela evolução conjunta do índice da gónada e deste parâmetro (FIG 7.14). A gametogénese de *C. edule* pode ser iniciada com um aumento de temperatura mas só se desenvolve se o animal tiver reservas alimentares suficientes ou se existir alimento em quantidade no ambiente, como já assinalara GIMAZANE (1972).

Apesar de não se ter detectado nenhuma correlação forte entre o alimento existente na água e a gametogénese em *Cardium glaucum*, se se considerar a evolução do índice da gónada face à concentração de fitopigmentos na água (FIG. 7.15) observa-se que os períodos de repleção de gónada sucedem, com aproximadamente um mês de desfasamento, os picos de clorofila. SAURIAU & WOLOWICZ (pré print) demonstraram que a reprodução nestas espécies além de depender da temperatura da água está, em parte, relacionada com a quantidade de alimento no meio ambiente. O facto do desenvolvimento dos gâmetas ocorrer na época do ano em que há alimento em quantidade favorece a sobreposição dos processos do desenvolvimento das gónadas com a acumulação das reservas de energia.

Nos bivalves os processos de acumulação-utilização das reservas e a produção de gâmetas podem estar claramente separados no tempo (*Macoma balthica* e *Mytilus* spp.) ou então serem mais ou menos coincidentes (BAYNE, 1975). No decorrer deste trabalho não se observou um desenvolvimento significativo do tecido interfolicular com a diminuição da actividade reprodutiva, pelo menos nas populações de *C. edule*, o que está de acordo com as observações de BOYDEN (1971b).

*Cardium glaucum* apresentou, no entanto, um aumento, tanto em quantidade como em desenvolvimento das células vesiculosas, do tecido de reserva durante o abrandamento da reprodução, período em que os valores de fitopigmentos foram elevados (FIG. 7.15). A PCA e a análise hierárquica confirmam esta dependência ao indicar uma correlação positiva entre os estados de abrandamento e os parâmetros tróficos. Salienta-se que nesta população, como foi referido, o estado de abrandamento comporta-se como uma fase intermédia para o repouso mas também como um reinício dos processos reprodutivos. O tecido de reserva foi rapidamente esgotado ao reiniciar-se a reprodução. Confirma-se, assim, a hipótese de IVELL (1979a; 1979b) de que no desenrolar dos processos reprodutivos esta espécie responde directamente aos estímulos ambientais.

A evolução do índice de condição evidencia que com a paragem dos processos reprodutivos não há um verdadeiro aumento nas reservas tanto para uma como para outra espécie. HANCOCK & FRANKLIN (1972) e NEWELL & BAYNE (1980) apontaram a capacidade que *C. edule* tem de crescer e acumular carboidratos durante o período de postura. IVELL (1979a) evidenciou que há um maior consumo de glicogénio e uma diminuição no peso seco durante e após a postura de *C. glaucum* e uma reconstituição dessas reservas durante a gametogénese.

Nas populações de *C. edule* aqui estudadas salienta-se que a época de crescimento intenso - de 10mm a 20mm em cerca de quatro - cinco meses - coincide com a época de formação e desenvolvimento dos gâmetas. Verifica-se, assim, que neste período existia alimento suficiente para que a gametogénese, desencadeada nos jôvens pelo aumento de temperatura de Abril a Junho, se desenrolasse normalmente. A sobreposição da fase de crescimento intenso com a gametogénese indica que os berbigões são espécies oportunistas (ANSELL, 1972; YANKSON, 1986; NAVARRO *et al.*; 1989) cuja estratégia de sobrevivência passa por um rápido crescimento inicial e por uma reprodução precoce (SEED & BROWN, 1978), não sendo necessária uma

fase prévia de acumulação de reservas que serão esgotadas durante a reprodução como por exemplo para *Mytilus edulis* (LUBET, 1973) e *Mytilus galloprovincialis* (SALDANHA, 1974; LUBET, 1976; MACHADO & COSTA, 1979; COSTA, 1987).

As observações efectuadas nestas populações do litoral de Portugal, inseridas na zona meridional da sua área de distribuição geográfica, evidenciam a existência de vários ciclos anuais.

No norte da área de distribuição geográfica o ciclo reprodutivo destas espécies caracteriza-se pela reprodução ter lugar na Primavera com a emissão de gâmetas de Maio-Junho até Julho-Setembro. Após a postura os animais entram num longo período de repouso que vai de Agosto-Outubro até Janeiro-Fevereiro (RYGG, 1970; BOYDEN, 1971; HANCOCK & FRANKLIN, 1972; KINGSTON, 1974b; SEED & BROWN, 1977; NEWELL & BAYNE, 1980). BOYDEN (1971b) referiu que a influência do meio ambiente na reprodução se reflecte na precocidade e na maior duração das épocas de postura das populações que se localizam mais a Sul. Nos países mais frios a emissão de gâmetas é bem centrada no Verão enquanto que nas zonas meridionais há um alargamento do período de emissões podendo os processos reprodutivos apresentar uma configuração policíclica (ZAOULI, 1972; 1980; LUBET, 1976; GUILLOU *et al.*, 1990), facto que se confirma neste trabalho.

Tanto em *C. edule* como em *C. glaucum* as emissões de gâmetas foram parciais, o que já anteriormente tinha sido observado (BOYDEN, 1971b; KINGSTON, 1974b; YANKSON, 1986; SAURIAU & WOLOWICZ, pré-print.). As posturas nestas espécies não têm um padrão bem definido apresentando-se totais e epidémicas ou parciais e periódicas. O tipo de emissão varia não só com a latitude como também, na mesma população, pode ser diferente de ano para ano.

YANKSON (1986) considera que as emissões mais usuais em *Cardium edule* são as intensas e bem definidas enquanto que para *C. glaucum* são as parciais que se



repetem periodicamente. A gónada de *C. glaucum* pode regredir logo a seguir às emissões parciais (KINGSTON 1974b), pode mesmo não existir nenhuma emissão de gâmetas, sendo estes totalmente absorvidos (IVELL 1979a). O desenvolvimento de uma gametogénese não implica a existência obrigatória de uma emissão de gâmetas. Os factores que desencadeiam a gametogénese e os que controlam a emissão dos gâmetas não são necessariamente os mesmos ou, no caso de o serem, apresentam valores diferentes.

Um pequeno incremento de uma temperatura mínima limitante é apontado como o "gatilho" para que uma postura se inicie (IVELL, 1979a). Após o começo, uma emissão de gâmetas já não pára, mesmo que a temperatura diminua um pouco (GIMAZANE, 1972). De um modo geral aceitam-se os choques térmicos e salinos e a agitação mecânica como factores que desencadeiam a emissão dos gâmetas maduros. Um abaixamento ou uma elevação brusca de temperatura com retorno ao valor inicial desencadeia a emissão dos gâmetas maduros de bivalves estabulados.

Em condições adversas, por exemplo após um Inverno extraordinariamente frio (YANKSON 1986) ou após alterações no regime de maré (HUMMEL & BOGAARDS, 1989), as emissões de gâmetas nestes Cardidae podem apresentar-se de tipo contrário ao que geralmente é aceite. Segundo estes autores essas alterações fariam parte da estratégia para a manutenção da espécie no local, visto originarem geralmente fortes recrutamentos.

No presente trabalho os poucos indivíduos que conseguiram sobreviver às enxurradas não conseguiram responder positivamente de modo que o recrutamento do ano seguinte foi esparso e muito fraco. Independentemente destes dados respeitantes à reprodução local também não se verificou fixação de larvas provenientes doutros sistemas, o que tinha acontecido com *C. edule* no ano de 1988. As alterações

provocadas no sedimento pelas fortes correntes poderão explicar a inibição da fixação das larvas.

A posição batimétrica destes berbigões sujeita-os a variações periódicas tanto de salinidade como de temperatura correspondentes ao regime da maré. A variação entre a temperatura atmosférica, a que os berbigões ficam sujeitos na maré vazia, e a temperatura da água poderá ser, em parte, responsável por emissões parciais e periódicas.

Porque parciais as posturas foram, de facto, pouco eficazes, devido à quantidade de gâmetas não emitidos que permaneceram nos folículos e aí foram autolisados. Simultaneamente à reconstrução da gónada verificou-se a absorção dos oócitos residuais. A utilização directa dos metabólitos provenientes da autólise dos gâmetas residuais para a reconstrução da gónada foi referenciada inicialmente para *Mytilus* (BAYNE 1976), desencadeando-se este processo quando são ultrapassados os valores limitantes de temperatura e de concentração de alimento. O processo é mais intenso nas fêmeas devido à quantidade de energia e matéria necessária para a vitelogénese. BOYDEN (1971) constatou que tanto *C. edule* como *C. glaucum* eram capazes de reabsorver os oócitos e os espermatozóides não emitidos. Esses processos seriam mais rápidos em *C. edule* do que em *C. glaucum*.

Considera-se que o desenvolvimento das gónadas, em ambas as espécies, é síncrono nos dois sexos, podendo existir um ligeiro desfasamento no último estado pós-postura (KINGSTON, 1974b; SAURIAU & WOLOWICZ, pré-print.). Neste trabalho é óbvia a existência de sincronismo em *C. edule* ao longo de todos os estados do ciclo. De novo se salienta que a maioria das amostras diziam respeito a indivíduos 0+ que se reproduziam pela primeira vez o que pressupõe a primazia dos processos endócrinos sobre as respostas individuais ao ambiente.

Em *C. glaucum* a espermatogénese parece ser mais rápida do que a oogénese, assim como a passagem dos machos para os estados de fim de ciclo. O desenvolvimento do oócito maduro passa por uma fase de acumulação de reservas no citoplasma (vitelogénese) o que significa uma duração superior para o desenvolvimento da oogénese em relação à espermatogénese, principalmente quando os oócitos são relativamente grandes como em *C. glaucum*. Nesta espécie os oócitos podem atingir 86µm (WOLOWICZ, 1987), enquanto que em *C. edule* têm cerca de 50µm (VON ORTZEN, 1972)

As emissões de gâmetas parecem ser também mais completas nos machos do que nas fêmeas. Serão estas mais susceptíveis às alterações do meio durante a postura?

Verificou-se um desfasamento no período de emissão de gâmetas entre *Cardium edule* e *Cardium glaucum* nas populações do Sudoeste de Portugal, aqui estudadas.

O sincronismo no período da postura de *C. edule* e *C. glaucum* não é óbvio. Alguns trabalhos indicam desfasamento entre estas espécies em populações simpátricas (RYGG, 1970; BOYDEN, 1971) enquanto outros estudos indicam sobreposição das épocas de postura (KINGSTON 1974b; BROCK, 1982). A não existência de um padrão bem definido para as épocas de emissão de gâmetas nas duas espécies será devida, essencialmente, às diferenças de habitat e não ao desenvolvimento de um carácter divergente nas populações em simpatria (BROCK, 1982).

#### 7.4 - CONCLUSÕES

Os Cardiidae aqui estudados inserem-se na zona sul das suas áreas de distribuição geográfica. Os ciclos reprodutivos esboçados para *Cardium edule* e *Cardium glaucum* indicam duas épocas de reprodução por ano separadas por uma fase

de repouso que pode ser total ou ser apenas um abrandamento dos processos germinativos.

A análise dos dados referentes à reprodução destas duas espécies face à variação da latitude evidencia que há uma tendência nítida para que as populações mais meridionais tenham o seu ciclo mais alargado.

Os vários aspectos que se expuseram ao longo deste capítulo sugerem que *Cardium glaucum* tem tendência para desenvolver com sucesso a reprodução em qualquer altura do ano, no caso de existir alimento em quantidade e dos limites dos factores abióticos não serem ultrapassados, aproximando-se assim dos bivalves com ciclo contínuo, e que *Cardium edule* apresenta um ciclo reprodutivo do tipo boreal com duas épocas de emissão de gâmetas uma na Primavera e outra no Verão.

A não existência de padrões típicos quer para a taxa de maturação dos jovens, quer para as emissões de gâmetas, juntamente com o facto de *C. glaucum* responder directamente aos estímulos ambientais e de *C. edule* apresentar sobreposição nas épocas de crescimento e reprodução, sugerem a possibilidade destas espécies poderem ser consideradas como oportunistas e possuidoras de uma estratégia reprodutiva de tipo *r*.

Já MACKIE (1984), na revisão que fez sobre a reprodução dos moluscos, salienta que os bivalves de águas pouco profundas ocupam habitats relativamente instáveis evidenciando, geralmente, taxas de fecundidade e de mortalidade elevadas, maturações sexuais precoces e curtas esperanças de vida, demonstrando ser estratégias do tipo *r* ao contrário dos bivalves de águas profundas. E também que, de um modo geral, se pode efectuar a mesma distinção entre bivalves suspensívoros (filter-feeders) e detritívoros (deposit-feeders) adoptando os primeiros uma estratégia reprodutiva do tipo *r*.

## 8 - NICHOS ECOLÓGICOS

O conceito de nicho está fortemente relacionado com o princípio de exclusão competitiva. GAUSE (1934 *in* KREBS, 1978) considera que não é possível duas espécies semelhantes ocuparem o mesmo nicho. Essas espécies apresentam, necessariamente, especializações ao nível dos processos alimentares e/ou modo de vida que lhes conferem vantagens na competição interespecífica.

HUTCHINSON (1958 *in* KREBS, 1978) considerou o nicho ecológico como o conjunto de intervalos de tolerância dos parâmetros ambientais que permitem a sobrevivência e reprodução da espécie, visualizando-o como um volume multidimensional, em que a cada dimensão corresponde um parâmetro ambiental. Este seria o nicho "fundamental" da espécie correspondente ao hipervolume máximo. Mas em cada circunstância concreta o hipervolume ocupado é substancialmente menor para o que contribuem as coacções bióticas, de carácter competitivo ou outro. Este hipervolume designa-se por nicho "realizado". A descrição do nicho fundamental para uma espécie acarreta dificuldades práticas visto que implica um número virtualmente infinito de dimensões (físico-químicas e biológicas) que deveriam ser medidas ordenada e linearmente.

MacARTHUR (1968 *in* ODUM, 1971) considera que a comparação entre nichos de espécies semelhantes que vivem no mesmo local (habitat) pode ser feita com precisão quando a comparação envolve um pequeno número de medições funcionalmente significativas. Tem-se, assim, uma quantificação do nicho funcional numa situação concreta com base nos intervalos explorados pela espécie dentro dos gradientes dos vários parâmetros ambientais.

A distribuição de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* observada nestes ecossistemas do litoral sudoeste não deverá ter sido fortemente influenciada por parâmetros da água, devido à proximidade das populações e à dinâmica dos sistemas, ao contrário dos parâmetros sedimentares, cujas variações microgeográficas podem ser detectadas pelos bivalves (WILSON & SHELLEY, 1986).

Na abordagem do nicho espacial destas duas espécies nos locais de amostragem procedeu-se à análise das ocorrências destes bivalves em função do substrato.

A avaliação de possíveis diferenças de nicho trófico foi efectuada pela composição pigmentar do alimento ingerido. A justificação da adopção de metodologias espectrofotométricas prende-se com o facto de se tratar de uma forma expedita de caracterização qualitativa do tipo de material algal ingerido. Esta caracterização poderia ser obtida por cocientes pigmentares (clorofilas c / a, clorofilas b / a) ou por espectros de absorção num intervalo de comprimentos de onda. Estes "perfis" pigmentares constituem como que uma assinatura espectral permitindo a eventual caracterização do material algal por comparação com perfis relativos a diversos taxa tomados como referência.

## 8.1 - MATERIAL E MÉTODOS

### 8.1.1 - Nicho espacial

Com o objectivo de se avaliar as preferências quanto ao tipo de substrato destas duas espécies de *Cardium* efectuou-se a análise multivariada (análise em componentes principais e análise hierárquica) sobre os valores mensais de densidade dos bivalves (OTU's) e os valores dos parâmetros que caracterizam o sedimento

(variáveis) em cada zona de amostragem. Com o objectivo de se avaliar as diferenças entre estes bivalves, considerados como filtradores ("filter feeders"), e outro bivalve (igualmente presente nas zonas de amostragem) com diferente comportamento trófico - essencialmente detritófago ("deposit-feeder") - consideraram-se, ainda, dados respeitantes a *Scrobicularia plana*.

A metodologia utilizada foi semelhante à adoptada anteriormente (CAPS. 5 e 7).

O grau de exploração dos gradientes dos parâmetros sedimentares foi medido pela amplitude de nicho (B) de LEVINS (1968) calculada sobre os valores das densidades de indivíduos/m<sup>2</sup> ocorridas nas várias classes definidas no gradiente do parâmetro, procedendo-se à sua estandardização (Bs). Utilizaram-se as seguintes equações:

$$B = \sum_{j=1}^r (p_j^2)^{-1}$$

em que j é o número de ordem da classe, r é o número de classes e p é a proporção da classe j no gradiente do recurso.

$$B_s = (B-1) (r-1)$$

A sobreposição de nicho ("niche overlap") entre duas espécies foi calculada pela equação de SCHOENER (1970):

$$q_{1,2} = 1 - 0,5 \sum_{j=1}^r |p_{1j} - p_{2j}|$$

em que p<sub>1j</sub> é a proporção da classe j na 1ª espécie e p<sub>2j</sub> é a proporção da mesma classe na 2ª espécie.

### 8.1.2 - Nicho trófico

As características pigmentares do alimento de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* foram obtidas por leitura espectrofotométrica de extractos da massa visceral (hepatopâncreas) e do material fecal. As metodologias utilizadas foram semelhantes às anteriormente adoptadas (cf. CAP 4).

A primeira abordagem efectuou-se sobre material proveniente das colheitas de Aljezur (Outubro 1988). Imediatamente após a colheita dos exemplares procedeu-se à extracção do hepatopâncreas que se colocaram em acetona a 90%. Foram mantidos refrigerados por um período máximo de 3 horas sendo depois conservados a -20°C até se proceder às determinações em laboratório.

Face aos resultados obtidos optou-se por prosseguir o trabalho em condições laboratoriais. Procurou-se avaliar eventuais processos de preferência ou rejeição pelas alterações fitopigmentares registadas nas fezes e pseudo-fezes relativamente ao alimento potencial. Foram tomados como referência (1) o espectro de absorção (antes e após acidificação) de cada tipo de alga utilizado e da mistura destas e (2) diversos parâmetros pigmentares: razões clorofilas c / a, clorofilas b / a, Índice de Moss e Índice de degradação (feopigmentos/clorofila a + feopigmentos), LORENZEN, 1967)

Para cada espécie foram utilizados quatro indivíduos de comprimento médio igual a 25,1mm e de 29,8mm para *C. edule* e *C. glaucum* respectivamente. Durante o período dos ensaios de alimentação foram mantidos em condições semelhantes de temperatura (20-22°C), salinidade (28‰) e luminosidade moderada.

Os taxa de algas foram escolhidos em função das diferentes dimensões e características pigmentares. A alimentação foi constituída por uma mistura de *Chlorella* sp. (Chlorophyceae, 5µm aprox.), *Isochrysis* sp (Chrysophyceae, 10µm



aprox.) e *Skeletonema* sp. (Bacillariophyceae, 20µm aprox.), sendo 2,5 : 7,8 : 1,0 a proporção respectiva na mistura relativamente a clorofila *a*. A dieta foi elaborada de modo a oferecer algas dentro da gama de dimensões de que estes animais se alimentam (MOHLENBERG & RIISGARD, 1978). A escolha das algas teve ainda em consideração as diferentes proporções das várias clorofilas em cada uma delas; as Chlorophyceae apresentam clorofilas *a* e *b* e as Chrysophyceae e Bacillariophyceae possuem clorofilas *a* e *c*.

O volume de água foi de 4dl e a sua concentração em clorofila *a* algal foi de 40 mg/m<sup>3</sup>.

Antes de serem alimentados os animais foram submetidos a um período de jejum de 12 horas. Durante o período de alimentação procedeu-se à agitação da água para minimizar os fenómenos de deposição ou de agregação das algas.

Ao longo de 5 horas procedeu-se à recolha, por intermédio de pinças e de pequenos dispositivos de sucção, de material fecal e de pseudo-fezes sendo o material agrupado por períodos de tempo. A colheita das fezes e das pseudo-fezes foi realizada à medida a que estas iam sendo produzidas. Não foi, no entanto, possível evitar que algum material, por fragmentação, não fosse colhido. Tendo a determinação dos pigmentos um objectivo qualitativo considerou-se aquela limitação irrelevante. O material foi conservado a -20° C até se proceder à extracção e leitura das concentrações de pigmentos pelos métodos já referidos (cf. CAP. 4).

Utilizou-se um espectrofotómetro de varrimento (Hitachi U 2000), e efectuaram-se leituras no intervalo entre 410 e 750nm. As algas utilizadas na alimentação foram provenientes de culturas do Laboratório Marítimo da Guia (Fac. de Ciências de Lisboa).

## 8.2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 8.2.1 - Nicho espacial

A análise em componentes principais (PCA) mostra uma clara separação entre as amostras mensais com *Cardium glaucum* (amostras - AB) e as restantes amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (FIG. 8.1), as quais, no seu conjunto, explicam 53,7% da variação (QUADRO 8.1).

Quadro 8.1: Análise em Componentes Principais sobre os parâmetros do sedimento e das densidades das três espécies de bivalves mais abundantes *Cardium edule*, *Cardium glaucum*, *Scrobicularia plana*, Matriz de vectores.

DESCRITOR	COMPONENTES PRINCIPAIS		
	1ª	2ª	3ª
Densidade de <i>Cardium edule</i> (CE)	0,368	0,552	-0,490
Densidade de <i>Cardium glaucum</i> (CG)	-0,704	-0,174	-0,179
Densidade de <i>Scrobicularia plana</i> (SCR)	-0,763	-0,358	-0,104
Matéria Orgânica (MO1)	-0,860	-0,059	-0,035
Matéria Orgânica (MO2)	-0,424	-0,425	0,448
Percentagem de água (AG)	-0,829	0,077	-0,222
Peso específico (PE)	0,941	-0,037	0,168
Clorofila a (CLA)	-0,489	0,532	0,421
Feopigmentos(FEP)	-0,661	0,318	-0,122
Clorofila b(CLB)	-0,008	-0,418	-0,137
Clorofila c (CLC)	-0,049	0,261	0,580
Carotenos (CAR)	-0,828	0,305	0,066
Valor próprio	5,070	1,374	1,115
Percentagem absorvida	42,25	11,45	9,29
Percentagem acumulada	42,25	53,69	62,98

Os descritores que mais contribuem para a formação da 1ª Componente são as percentagens de água e matéria orgânica (450°C), a que se associam as densidades de *C. glaucum* e *S. plana*, que se opõem ao peso específico do sedimento.



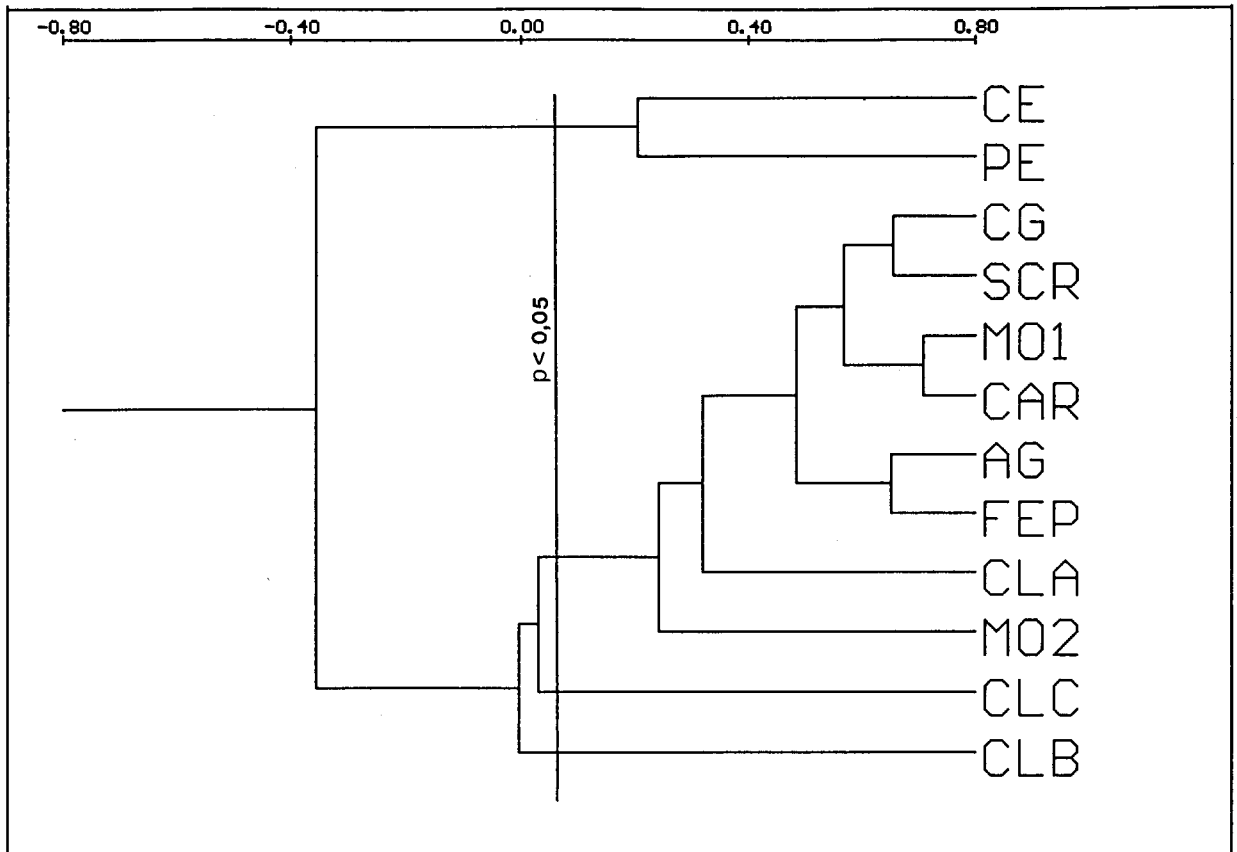


Fig. 8.2: Análise Hierárquica (método UPGMA) realizada sobre as amostras mensais de sedimento e densidade de *C. edule*, *C. glaucum* e *S. plana*.

A análise hierárquica evidencia correlações significativas entre *C. edule* e o peso específico e entre *C. glaucum* e *S. plana* com os restantes parâmetros do sedimento com exceção das clorofilas *b* e *c* (FIG. 8.2).

Com base nestes resultados calculou-se para os parâmetros com maior importância - peso específico, matéria orgânica e clorofila *a* - a amplitude do nicho (QUADRO 8.2 e FIG. 8.3) e a sua sobreposição.

Quadro 8.2: Amplitudes de nicho de *Cardium edule*, *Cardium glaucum* e *Scrobicularia plana* relativas aos parâmetros do substrato.

Parâmetros do sedimento	<i>C. edule</i>	<i>C. glaucum</i>	<i>S. plana</i>
	<b>Amplitude de Nicho - B e (Bs)</b>		
Peso específico	1,38 (0,13)	2,93 (0,65)	3,19 (0,73)
Matéria orgânica (%)	2,19 (0,17)	6,01 (0,72)	5,86 (0,70)
Conteúdo em clorofila <i>a</i>	5,87 (0,70)	5,23 (0,60)	5,67 (0,67)

O peso específico do sedimento é o parâmetro relativamente ao qual as três espécies evidenciam maiores diferenças, apresentando *Cardium edule* a menor amplitude e *Scrobicularia plana* a maior amplitude. O comportamento destas populações perante o gradiente de matéria orgânica é semelhante ao do peso específico sendo, no entanto, de *Cardium glaucum* a que explora uma maior heterogeneidade de situações. As diferenças no conteúdo de clorofila *a* não são marcantes. A amplitude de nicho um pouco inferior de *C. glaucum* traduz a ocupação de um leque de sedimentos de maior homogeneidade pigmentar (e de concentrações ligeiramente mais elevadas - cf. 4.3.2.3) do que o de *C. edule* (QUADRO 8.2 e FIG. 8.3).

É necessária grande prudência na interpretação deste tipo de resultados em termos de preferência (selectividade) já que, muito frequentemente, múltiplos parâmetros ambientais se relacionam entre si. É justamente o caso dos parâmetros sedimentares aqui considerados (FIG. 8.2). Pode-se, no entanto, proceder à avaliação do grau de especialização, evidenciado pelas populações, na ocupação de gradientes do biótopo.

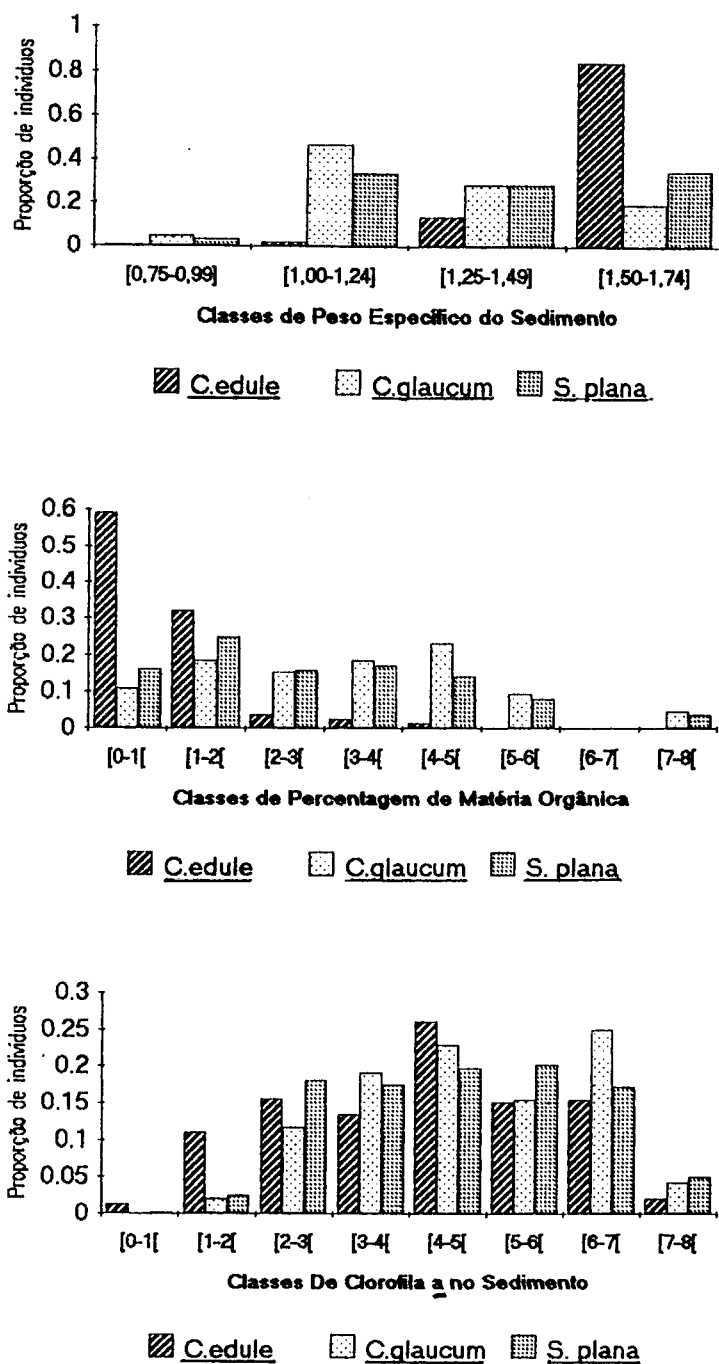


Fig. 8.3: Distribuição das proporções nas classes dos parâmetros do sedimento.

Quadro 8.3: Sobreposição de nicho de *Cardium edule*, *Cardium glaucum* e *Scrobicularia plana* relativamente aos parâmetros do substrato.

Parâmetros	<i>C. edule</i>	<i>C. edule</i>	<i>C. glaucum</i>
	<i>e</i>	<i>e</i>	<i>e</i>
	<i>C. glaucum</i>	<i>S. plana</i>	<i>S. plana</i>
Peso específico	0,35	0,50	0,85
Matéria orgânica (%)	0,52	0,62	0,87
Conteúdo em clorofila <i>a</i>	0,83	0,84	0,88

Entre os Cardiidae o que apresenta maior amplitude de nicho é *Cardium glaucum*, que se aproxima de *S. plana*, enquanto que *C. edule* é, aparentemente, mais exigente em relação a estas dimensões do nicho.

A menor sobreposição de nicho espacial ocorre entre as duas espécies de *Cardium*, enquanto, que as sobreposições nas várias dimensões para *Cardium glaucum* e para *S. plana* são as que mais se aproximam da unidade, ou seja, da sobreposição total (QUADRO 8.3).

### 8.2.2 - Nicho trófico

A análise dos pigmentos extraídos dos hepatopâncreas dos animais provenientes de Aljezur indicam, para as duas espécies, cocientes entre clorofila *c* e clorofila *a* significativamente diferentes (ANOVA,  $p < 0,001$ ): *Cardium edule* -  $c/a = 0,50 \pm 0,097$  e *Cardium glaucum* -  $c/a = 0,12 \pm 0,115$ . Este facto levanta a hipótese do tipo de alimento ser diferente para as populações das duas espécies visto que as clorofilas *c* provêm, nestes meios estuarinos, essencialmente, das diatomáceas e não existem nas clorófitas (JEFFREY, 1981).

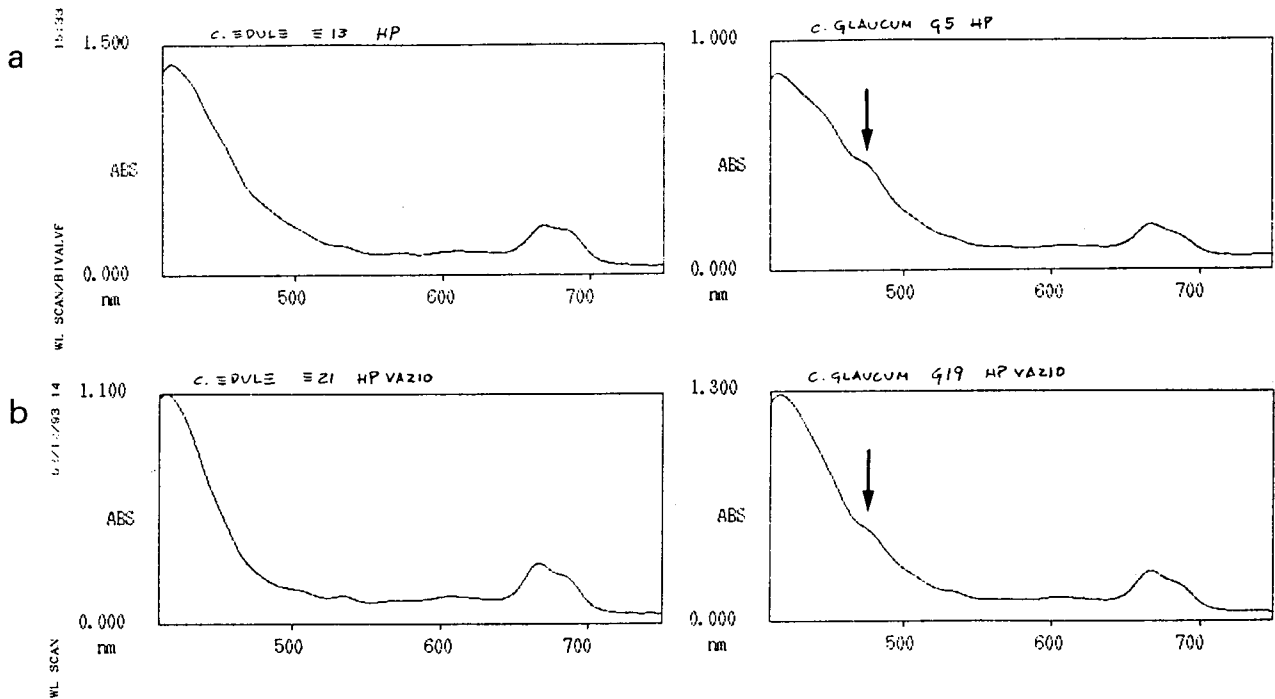


Fig. 8.4: Espectros de absorção de hepatopâncreas com alimento (a) e vazios (b) de *Cardium edule* e *Cardium glaucum*.

A comparação dos espectros pigmentares das duas espécies evidencia serem muito semelhantes mas mostra diferenças entre 470 e 480 nm (FIG. 8.4a). *Cardium glaucum* apresenta uma pequena elevação nessa zona que não tem correspondência em *C. edule*. A análise de hepatopâncreas vazios, provenientes de animais sujeitos a mais de 24 horas de jejum, evidencia, novamente esta marca (FIG. 8.4b) o que aponta para uma provável diferença interespecífica na configuração pigmentar, possivelmente a nível dos carotenos que têm um dos picos no espectro de absorção a 476nm (MARGALEF, 1983), e que poderá constituir um caracter específico discriminante.



Os resultados obtidos sobre os pigmentos dos hepatopâncreas vazios não são elucidativos na avaliação das interferências introduzidas pelo próprio hepatopâncreas nos pigmentos do alimento.

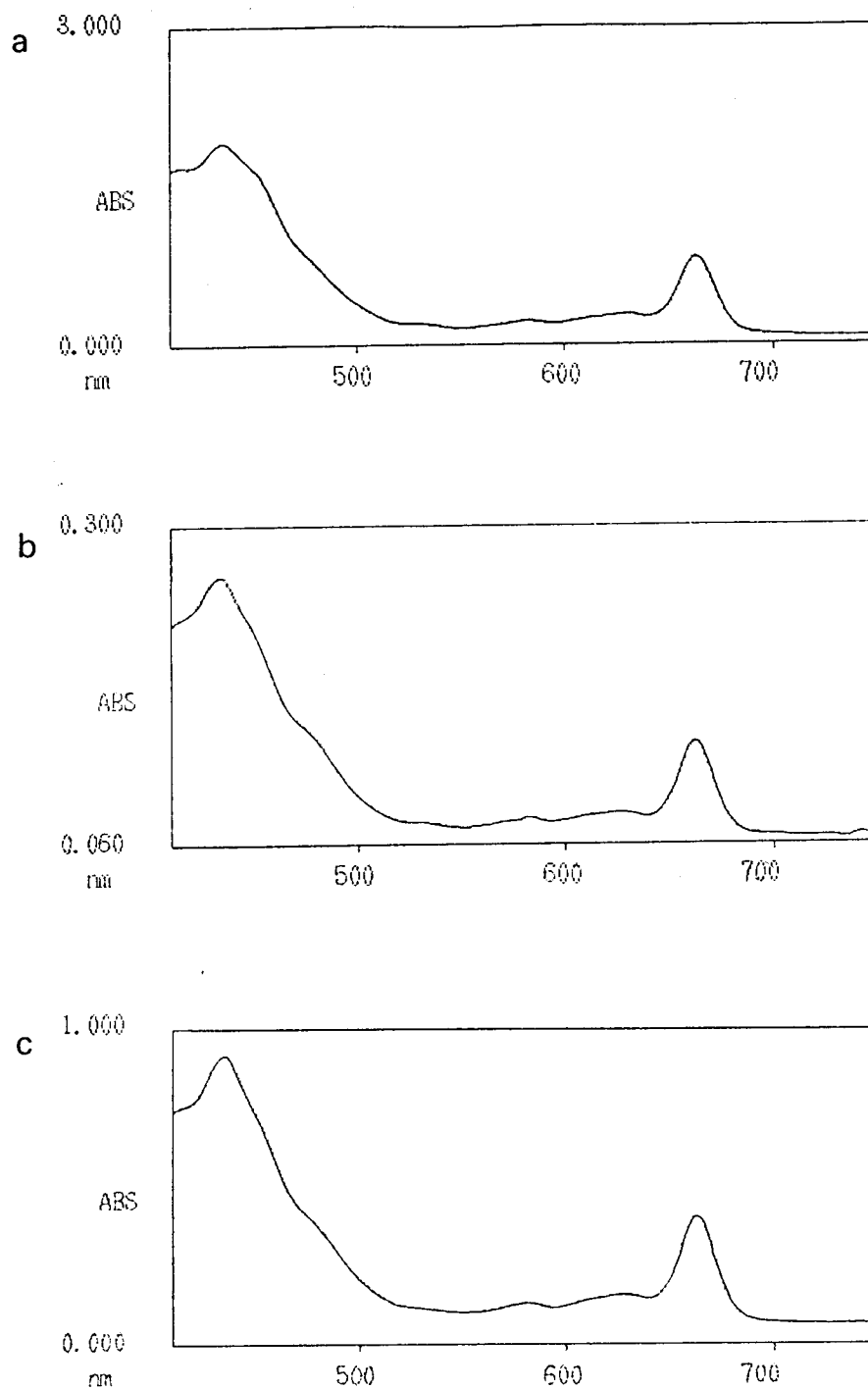


Fig. 8.5: Espectros de absorção da mistura de algas utilizada como alimento (a), de material fecal de *Cardium edule* (b) e *Cardium glaucum* (c).

O grau de interferência da massa visceral, inviabilizando a leitura directa dos perfis pigmentares do alimento, levou à tentativa de se avaliar a discriminação entre os nichos tróficos experimentalmente, em laboratório.

Os espectros do material fecal não evidenciam diferenças assinaláveis entre as duas espécies e a mistura de algas utilizada como alimento (FIG. 8.5).

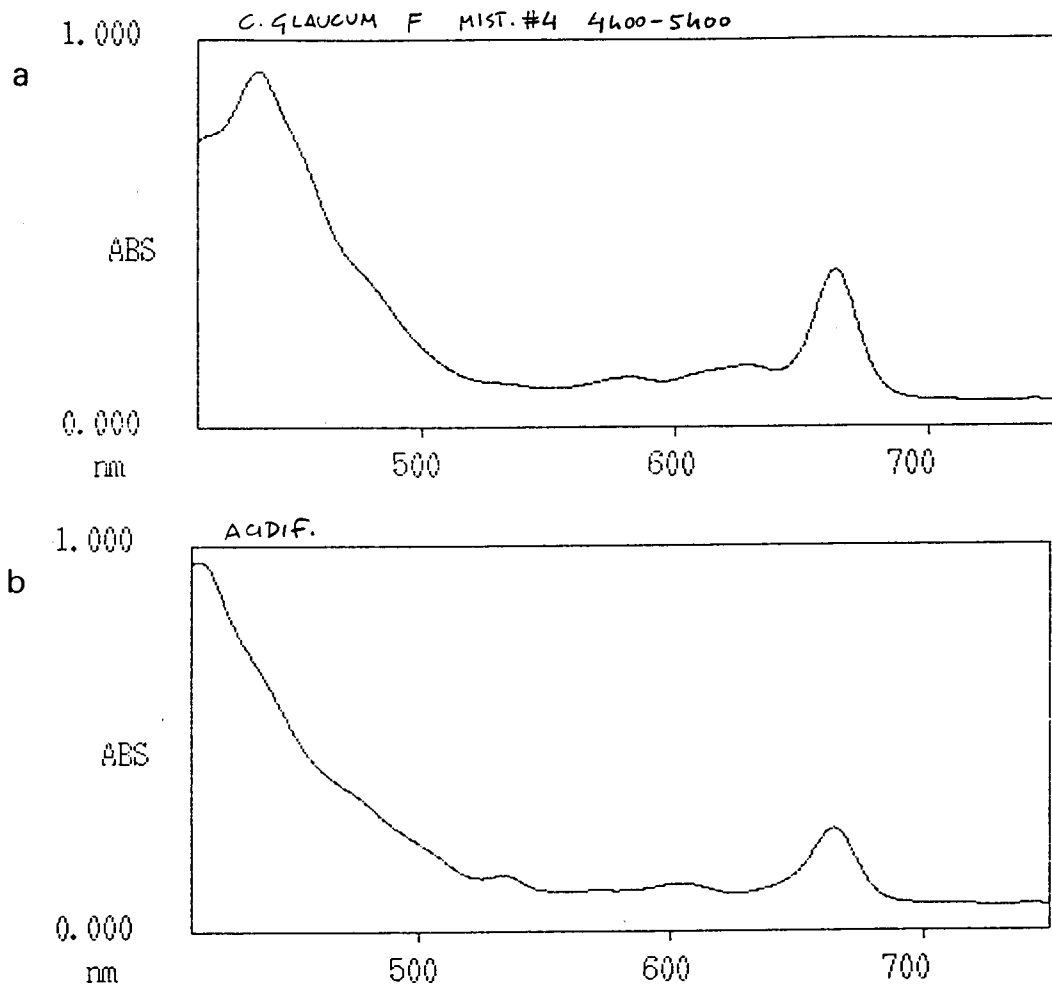


Fig. 8.6: Espectros de absorção de material fecal antes (a) e após a acidificação (b) dos pigmentos

Os valores para o índice de degradação do material fecal mostram que, nas duas espécies, o alimento é pouco degradado o que é, também, evidenciado pelos espectros antes e após a degradação total dos pigmentos (100% de índice de

degradação) por acidificação (FIG. 8.6). A média dos índices de degradação de *Cardium edule* - 56,6% ( $\pm 23,47$ )- é significativamente superior (ANOVA,  $p < 0,003$ ) à de *Cardium glaucum* - 18,9% ( $\pm 5,95$ ). Estes valores são confirmados pelo Índice de Moss que apresenta o valor mais elevado (i.e. menor degradação) para *C. glaucum* - 1,18 - e o menor para *C. edule* - 1,05. Estes baixos índices de degradação poderão significar uma fraca taxa de assimilação por parte dos bivalves, mas também poderão justificar-se pela aceleração do trânsito digestivo provocada pelo jejum anterior.

A evolução das razões das clorofilas  $c/a$  e  $b/a$  ao longo do período de alimentação parece mostrar uma tendência das duas espécies consumirem preferencialmente *Chlorella* sp. (alga mais pequena e sem esqueleto silicioso) na 1ª hora inicial. É nessa fase que o cociente  $c/a$  é mais baixo ( $0,19 \pm 0,049$  para *C. edule* e  $0,15 \pm 0,100$  para *C. glaucum*) assistindo-se, posteriormente, ao seu aumento ( $0,24 \pm 0,312$  para *C. edule* e  $0,28 \pm 0,033$  para *C. glaucum*), embora não significativas estatisticamente (ANOVA,  $p > 0,05$ ).

### 8.3 - CONCLUSÕES

Confirma-se a maior plasticidade ecológica de *Cardium glaucum* perante os factores abióticos e salienta-se que *Cardium edule* ao localizar-se, inequivocamente, num substrato arenoso relativamente pobre em matéria orgânica demonstra ser menos tolerante ou pelo menos mais específico (distribuição leptocúrtica no gradiente) relativamente às condições do substrato.

*C. glaucum* ao apresentar um nicho de maior amplitude, sobrepondo-se com *Scrobicularia plana*, evidencia ser bastante mais euriécio do que a sua espécie par. A sobreposição relativamente a estas dimensões de nicho espacial, levando à

coexistência das populações, não implica a exploração de nichos idênticos. Espacialmente encontram-se em profundidades diferentes - *Cardium* enterra-se mais superficialmente do que *S. plana* - e sob o ponto de vista trófico *C. glaucum* é considerada filtradora e *S. plana* detritófaga.

A avaliação dos nichos tróficos por métodos espectrofométricos de caracterização fitopigmentar não evidenciou diferenças marcantes. Salienta-se, contudo, o carácter preliminar do estudo realizado e a necessidade de se virem a considerar pigmentos de maior valor discriminativo para os estudos desta natureza, como as xantofilas, e o recurso a técnicas cromatográficas (HPLC), complexas e morosas, mas com grande capacidade de discriminação pigmentar.

É assinalada a baixa degradação sofrida pelo alimento, em particular para *Cardium glaucum* e a aparente preferência para as duas espécies de *Cardium* de clorofíceas de pequenas dimensões relativamente a algas maiores com ou sem esqueleto silicioso.

## 9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do presente trabalho procedeu-se ao estudo de alguns aspectos bio-ecológicos de populações estuarinas de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* localizados em dois pequenos sistemas salobros do Sudoeste de Portugal que se inserem na zona intermédia da área de distribuição geográfica destas espécies.

A hidrologia e a sedimentologia das ribeiras de Odeceixe e Aljezur são reguladas, essencialmente, pela interacção entre a descarga fluvial, que pode atingir valores próximos do zero, e a entrada de água do mar. A fraca permeabilidade dos terrenos das bacias destes cursos, o que provoca uma intensa escorrência superficial (FONSECA, 1988), confere-lhes características torrenciais com períodos de enxurradas e cheias coincidentes com as precipitações mais elevadas. Em situações de fraco fluxo fluvial a comunicação com o mar pode ser interrompida pela formação de cordões dunares, que podem ser destruídos pelos fortes caudais fluviais que ocorrem após períodos muito chuvosos. Esta dinâmica ora confere a estes sistemas características próprias dos meios lagunares, ora características mais próximas dos estuários. Na fase estuarina, a circulação, é dominada pelas correntes de maré excepto nos períodos que se seguem imediatamente às fortes chuvadas (COSTA *et al.* 1987,1988).

O estuário de Odeceixe, onde a estratificação salina só desaparece nos períodos de chuva intensa em que o caudal fluvial anula o efeito do fluxo de água marinha, pode ser incluído no grupo dos estuários parcialmente estratificados (DAY, 1981). Aljezur apresenta uma maior homogeneização da massa de água e uma salinidade média superior à de Odeceixe, consequência da grande importância das correntes de maré neste estuário, razões que permitem classificá-lo como homogéneo (DYER, 1979). O

estuário de Odeceixe é mais dependente da escorrência continental do que o de Aljezur. Essa dependência é detectada não só pela permanência da estratificação salina como, também, pelas maiores concentrações de sílica e de nitratos, e pela evolução do seston total.

Os estudos electroforéticos efectuados nas amostras provenientes do litoral de Portugal permitiram: (1) confirmar a existência de *Cardium edule* e de *Cardium glaucum*. (2) reforçar o carácter universal do padrão electroforético de MDH, estabelecido anteriormente por BROCK (1978), (3) evidenciar diferenças interespecíficas nos sistemas enzimáticos hepatopancreais de LAP e esterases não específicas, (4) estabelecer um conjunto de características morfológicas que distinguem, efectivamente, estas espécies no litoral de Portugal.

Dois dos caracteres dados como mais diagnosticantes - a junção das valvas no bordo posterior e a visibilidade do ligamento - apresentam uma considerável percentagem de excepções aos respectivos estados característicos (*C. edule* 15,3% e 42,2% e *C. glaucum* 52,9% e 12,9% respectivamente). No litoral de Portugal a separação efectiva entre *Cardium edule* e *Cardium glaucum* é efectuada por um conjunto das caracteres qualitativos e semi-quantitativos: perfil das valvas na zona mediana da concha, junção das valvas no bordo ventral, tipo de escamas calcárias. cor da concha. A utilização conjunta do perfil das valvas e da junção das valvas no bordo posterior demonstrou uma eficácia total na identificação destas espécies. Com efeito não foi encontrado, na totalidade da amostra, um único exemplar de qualquer uma das espécies que apresentasse em simultâneo estados não característicos relativamente a estes dois caracteres.

No período em que decorreu este estudo *Cardium edule* e *Cardium glaucum* distribuíam-se de modo diverso nas secções terminais destas Ribeiras do Sudoeste - a primeira espécie ocorreu nos dois sistemas (Odeceixe e Aljezur) e a segunda só em

Aljezur. As populações de *Cardium edule* eram compostas por jovens nascidos nesse ano cujos progenitores se localizavam noutros sistemas. A população de *Cardium glaucum* estabeleceu-se na Rib. de Aljezur no ano em que este sistema passou à fase lagunar (1987) tendo sobrevivido ao período chuvoso desse ano e ao processo de ligação com o mar.

*C. glaucum* possui tolerância elevada a vários factores - salinidade, temperatura, oxigénio - e suporta melhor os constrangimentos dos ambientes instáveis (BROCK, 1980) o que poderá explicar, em certa medida, esta sua permanência no estuário de Aljezur ao contrário de *C. edule*. No entanto, esta população, apesar da reprodução desenvolvida não teve um recrutamento anual com êxito, os adultos apresentaram pequeno crescimento linear e baixo índice de condição factos que se concretizaram num valor negativo para a produção somática anual. As condições ambientais não seriam, assim, as melhores para o sucesso desta população, o que foi confirmado pela sua extinção no local. As alterações ambientais provocadas pelas passagens entre fases estuarinas e lagunar que decorreram durante o estabelecimento-fixação-crescimento desta população poderão estar na origem daquela extinção. *C. glaucum* possui uma maior adaptabilidade às condições lagunares preferindo locais permanentemente alagados e não sujeitos à acção das ondas. A fixação das larvas é condicionada pela exposição às ondas e ao ar e os adultos, ao contrário de *C. edule*, não apresentam a capacidade de utilizar o oxigénio atmosférico quando emersos (BOYDEN, 1972). A população em causa pode-se desenvolver num período lagunar mas, posteriormente, face às alterações do meio provocadas pela dinâmica estuarina não teve capacidade de se renovar no local da sua fixação.

*Cardium edule* ao distribuir-se de um modo agregado e localizando-se num substrato arenoso relativamente pobre em matéria orgânica demonstrou ser menos tolerante ou pelo menos mais específico (distribuição leptocúrtica no gradiente) relativamente às condições do substrato do que *C. glaucum*. Independentemente do

sedimento de toda a área amostrada ser composto por areia média-fina com uma produção activa de clorofila *a*, a zona onde esta última espécie se localizava apresentava características próprias de transição para os sedimentos vasosos. *Cardium glaucum*, ao apresentar um nicho de maior amplitude, sobrepondo-se com *Scrobicularia plana*, evidencia ser mais euriécio do que a sua espécie par. A abordagem preliminar, aqui efectuada, sobre o nicho trófico não evidenciou diferenças entre espécies.

Não se detectaram diferenças interespecíficas nas relações alométricas entre as dimensões lineares das conchas e as relações entre o comprimento e o peso seco do animal e da concha. O comprimento é a dimensão que mais aumenta em relação às outras sendo esse aumento maior na relação comprimento vs. espessura. O crescimento destas duas espécies pode ser expresso pelo modelo de Von Bertalanffy que não evidencia diferenças entre as espécies, e indica valores para  $L_{\infty}$  elevados e semelhantes aos obtidos por outros autores.

Os ciclos reprodutivos de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* indicam duas épocas de reprodução por ano, separadas por uma fase de repouso que pode ser total ou ser apenas um abrandamento dos processos germinativos. *Cardium glaucum* manifesta tendência para desenvolver com sucesso a reprodução em qualquer altura do ano, no caso de existir alimento em quantidade e dos limites dos factores abióticos não serem ultrapassados, aproximando-se assim dos bivalves com ciclo contínuo. *Cardium edule* apresenta um ciclo reprodutivo do tipo boreal com duas épocas de emissão de gâmetas, uma na Primavera e outra no Verão. A precocidade da maturação sexual dos jovens juntamente com o facto de *C. glaucum* responder directamente aos estímulos ambientais e de *C. edule* apresentar sobreposição nas épocas de crescimento e reprodução sugerem a possibilidade destas espécies poderem ser consideradas como oportunistas e possuidoras de uma estratégia reprodutiva de tipo *r* o que confirma a



hipótese de MACKIE (1984) de que os bivalves de águas pouco profundas e os bivalves filtradores adoptam uma estratégia reprodutiva deste tipo.

O valor obtido para a produção somática de *Cardium edule* ( $P/B=0,4$ ) é pouco elevado pois corresponde à fase inicial do crescimento da população. Este valor diz respeito, apenas, a um período de cinco meses visto que com as cheias do Outono de 1988 a população desapareceu. O crescimento mensal de *Cardium edule* foi bastante elevado - 2 a 3,4mm/mês durante os primeiros meses após o assentamento, atingindo-se um comprimento médio de 21mm e uma biomassa média de cerca de  $14g/m^2$  ao fim de cinco meses de crescimento, a que não correspondeu um índice de condição elevado. A obtenção de baixos índices de condição prende-se necessariamente com o facto de se tratar de jovens em que a proporção gónada-corpo é baixa, não só pela pequena dimensão da gónada como pelo pequeno número de gâmetas. O substancial aumento do comprimento da concha não foi acompanhado por um incremento semelhante do peso seco orgânico. De facto, a estratégia de sobrevivência desta espécie passa por um crescimento acelerado durante o primeiro ano de vida, que lhe permite ultrapassar as dimensões exploradas pelos predadores, e por atingir rapidamente a maturidade sexual (SEED & BROWN, 1978).

Os predadores dos berbigões são as aves aquáticas os crustáceos e alguns peixes sendo considerada a predação como o processo mais importante na regulação da densidade e da estrutura das populações destas espécies. Facto que se confirmou para estes estuários só que, devido às suas dimensões e características, não é a predação por parte dos predadores ditos naturais que mais condiciona o êxito das populações mas sim a colheita pelo Homem. O rápido crescimento desta espécie funciona perfeitamente como um meio de "fuga" relativamente aos predadores naturais mas confere-lhes rapidamente uma dimensão apetecível para o consumo humano o que é agravado pelo facto dessa dimensão ser atingida no período estival. Assim, verifica-se que nestes estuários estes animais não ultrapassam os dois anos de vida.

Os fortes caudais fluviais no período chuvoso asseguram a manutenção da abertura ao mar e a remoção das areias do assoreamento alterando completamente as características do meio. Essas alterações têm importantes repercussões na fauna e na flora. A composição específica e a mortalidade neste grupo de bivalves foi drasticamente influenciada pela precipitação do fim do Verão e princípio do Outono que provocou grandes fluxos fluviais e consequentes cheias. A espécie mais abundante na zona de colheitas, para além de *Cardium edule* e *Cardium glaucum*, era *Scrobicularia plana* que demonstrou ser a menos afectada pelo regime pluviométrico. Entre os *Cardiidae* ocorreram respostas diferentes a estes fenómenos, sendo o desaparecimento de *Cardium edule* imediato, enquanto que, *Cardium glaucum* permanece, com uma densidade muito baixa, ainda por alguns meses na Rib. de Aljezur.

As oscilações populacionais são frequentes na zona litoral, onde as comunidades bentónicas ocupam um habitat relativamente instável que condiciona as suas distribuições no tempo e no espaço. Nas espécies que apresentam fases larvares planctónicas essas condicionantes são reforçadas pela irregularidade dos padrões de recrutamento.

Essas populações apresentam, geralmente, processos que lhes permitem colonizar e estabelecer-se rapidamente nos biótopos que lhes são propícios, nomeadamente, taxas de fecundidade elevadas e maturações sexuais precoces. Mas, face aos condicionantes biológicos e ambientais registam-se taxas de mortalidade elevadas e curtas esperanças de vida. Nestes dois estuários do Sudoeste de Portugal as condicionantes ambientais que maior influência parecem ter na evolução-estruturação de populações de *Cardium edule* e *Cardium glaucum* já estabelecidas são o regime pluviométrico e o impacto da colheita por parte da população humana.



## REFERÊNCIAS

- ALVES, M.H. (1988). *Contribuição para o estudo da ictiofauna das Ribeiras de Odeceixe e Aljezur*. Relatório de Licenciatura F.C.L., 130p. (policopiado).
- ANDRADE, F. (1986). *O estuário do Mira: caracterização geral e análise quantitativa da estrutura dos macropovamentos bentónicos*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 393pp.
- ANSELL, A.D., (1972). Distribution, growth and seasonal changes in biochemical composition for the bivalve, *Donax vittatus* (da Costa) from Kames Bay, Millport. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 10: 137-150.
- ANSELL, A.D., & TREVALLION, A., (1967). Studies on *Tellina tenuis* Da Costa. Seasonal growth and biochemical cycle. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 1: 220-235.
- ANSELL, A.D., BARNETT, P., BODOY, A., MASSÉ, H. (1981). Upper temperature tolerances of some european molluscs III. *Cardium glaucum*, *C. tuberculatum* and *C. edule*. *Mar. Biol.* 65: 177-183.
- AYALA, F.J., HEDGECOCK, F., ZUMWALT, G.S., VALENTINE, J.W. (1973). Genetic variation in *Tridacna maxima*, an ecological analog of some unsuccessful evolutionary lineages. *Evolution* 27 (2): 117-191.
- BACHELET, G. (1982). Quelques problèmes liés à l'estimation de la production secondaire. Cas des bivalves *Macoma balthica* et *Scrobicularia plana*. *Oceanologica Acta* 5 (4): 421-432.
- BADINO, G., CELEBRANO, G. (1978). Leucine aminopeptidase variation in two species of freshwater clam *Unio* (Bivalvia Eulamellibranchia). *Monitore zool. ital. (N.S.)* 12: 219--228.
- BAGGERMAN, B. (1953). Spatfall and transport of *Cardium edule*. *Arch. Neerland. Zoologie* 10: 315-342.
- BARNES, R. D. (1980) *Invertebrate Zoology*. Holt-Saunders International Editions.
- BARNES, R.S.K. (1973). The intertidal lamellibranchs of Southampton water, with particular reference to *Cerastoderma edule* and *C. glaucum*. *Proc. malac. Soc. Lond.* 40: 413-433.

BARNES, R.S.K. (1980). *Coastal lagoons - The natural history of a neglected habitat*. Cambridge University Press, Cambridge 106 pp.

BASTOS, A.C. (1991). *Estudo da dinâmica populacional de Cardium edule na Ria de Aveiro com vista à gestão nacional de stock*. JNICT-INIP- relatório de Bolsa BIC.

BAYNE, B. (1975). Reproduction in bivalve molluscs under environmental stress. in *Physiological Ecology of Estuarine Organisms* VENBERG, F.J. (ed) The Belle W. Baruch Library Marine Science nº 3. University of South Carolina Press, Columbia, South Caroline.

BERNARDO, J.M., (1990). *Dinâmica de um lagoa costeira eutrófica (Lagoa de Santo André)*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 322p.

BERNARDO, J.M., CANCELA DA FONSECA, L., COSTA, A.M.;VALE, C., (1987) Seasonal variation of water characteristics of St. André, a land-locked coastal lagoon: report on a short time opening period. *Simposio sobre Zonas Humedas Costeras. IV Congresso Espanol de Limnologia*, Sevilha, 5-8 de Maio.

BODOY, A., PROU, A., BERTHOMÉ, J.-P. (1986). Étude comparative de différents indices de condition chez l'huître creuse (*Crassostrea gigas*). *Haliotis*. 15: 173-182.

BOYDEN, C.R. (1971a). A comparative study of the reproductive cycles of the cockles *Cerastoderma edule* and *C. glaucum*. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 51: 605-622.

BOYDEN, C.R. (1971b). A note on the nomenclature of two European cockles. *J. Linn. Soc. (Zool.)* 50: 307-310.

BOYDEN, C.R. (1972). The behaviour, survival and respiration of the cockles *Cerastoderma edule* and *C. glaucum* in air. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 52: 661-680.

BOYDEN, C.R., RUSSELL, P.J.C. (1972). The distribution and habitat range of the brackish water cockle *Cardium (Cerastoderma) glaucum* in the British Isles. *J. Anim. Ecol.* 41: 719-734.

BROCK, V. (1974). Studies on the Reproductive Cycles of *Cardium edule* and *C. glaucum*. *Mar. Biol.* 28: 317-323.

- BROCK, V. (1978). Morphological and biochemical criteria for the separation of *Cardium glaucum* (Bruguière) from *Cardium edule* (L.). *Ophelia* . 17: 207-214.
- BROCK, V. (1979). Habitat selection of two congeneric bivalves, *Cardium edule* and *Cardium glaucum* in sympatric and allopatric populations. *Mar. Biol.* . 54: 149-156.
- BROCK, V. (1980). Notes on relations between density, settling, and growth of two sympatric cockles, *Cardium edule* (L.) and *C. glaucum* (Buguière). *Ophelia* 1: 241-248.
- BROCK, V. (1980a). The geographical distribution of *Cerastoderma* (*Cardium*) *edule* and *C. lamarcki* (Reeve) in the Baltic and adjacent seas related to salinity and salinity fluctuations. *Ophelia* 19 (2): 207-214.
- BROCK, V. (1980b). Evidence for niche differences in sympatric populations of *Cardium edule* (L.) and *Cardium glaucum* (Bruguière). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* . 2: 75-80
- BROCK, V. (1982). Does displacement of spawning time occur in the sibling species *Cerastoderma edule* and *C. lamarcki* ? *Mar. Biol.* . 67: 33-38
- BROCK, V. (1987). Genetic relations between the bivalves, *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule*, *C. lamarcki* and *C. glaucum* studied by means of crossed immunoelectrophoresis. *Mar, Biol.* . 93: 493-498
- BROCK, V, CHRISTIANSEN, G.,(1989). Evolution of *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* , *C. lamarcki* and *C. glaucum* : studies of DNA-variation. *Mar. Biol.* . 102: 505-511
- BROCK, V., KOFOED, L.H.,(1987). Species specific irrigatory efficiency in *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* and *C. lamarcki* (Reeve) responding to different environmental temperatures. *Biological Oceanography* 4 (3): 211-225
- CANÁRIO, A., ANDRADE, J.P. (1984). Sobre a ocorrência de *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789) na Ria Formosa (Algarve). *Actas do IV Simpósio Ibérico de Estudos do Benthos Marinho* . MARQUES, V.M.(ed) F.C.L., Lisboa vol 2: 341-348
- CAMACHO, A.P. & ROMÁN, G. (1984). Crecimiento, reprodución, mortalidad y producción del berberecho *Cerastoderma edule* (L.), en la Ría de Arousa. *Cuadernos da Area de Ciencias Mariñas, Seminario de Estudos Galegos* 1: 499-507.

CANCELA DA FONSECA, L. (1989). *Estudo da influência da "abertura ao mar" sobre um sistema lagunar costeiro: a Lagoa de Santo André*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 355p.

CANCELA DA FONSECA, L., COSTA, A.M., BERNARDO, J.M., (1989) Seasonal variation of benthic and fish communities in a shallow land-locked coastal lagoon (St<sup>o</sup> André, SW Portugal). *Topics in Marine Biology, Scientia Marina* 53: 663-669.

CARMO GOMES, M. (1987a). *Análise factorial em ecologia*. Trabalho de síntese, provas de aptidão pedagógica e de capacidade científica, Dept<sup>o</sup> Biol. Vegetal-FCL. 112p.

CARMO GOMES, M. (1987b). *Análise factorial em ecologia. Aplicação ao estudo da fauna demersal da plataforma continental portuguesa*. Dissertação de Mestrado em probabilidades e estatística, FCL. 149p.

CLAYTON, J.W., TRETIAK, D.N. (1972). Amine-citrate buffers for pH control in starch gel electrophoresis. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 29: 1169-1172

COSTA, A.M., (1987). Aspectos do ciclo reprodutivo em mexilhão (*Mytilus galloprovincialis*), *Actas do Seminário sobre Aquacultura*, Porto, Abril. (em publicação).

COSTA, A.M. & MACHADO, M.M., (1979). Estudo do ciclo sexual de *Mytilus galloprovincialis* Lmk do Estuário do Tejo. *Cuad. Marisq. Publ. Tec.* 7: 177-191.

COSTA, A.M., BERNARDO, J.M., CANCELA DA FONSECA, L., (1985) Breve caracterização da evolução recente da Lagoa de Santo André (1978-1985). *Actas do Congresso sobre o Alentejo*, III Vol.: 1429-1435.

COSTA, A.M., CANCELA DA FONSECA, L., BERNARDO, J.M., MOITA, I., (1987). Sistemas lagunares de Odeceixe, Aljezur e Carrapateira (SW de Portugal): algumas causas e implicações do seu assoreamento. *Actas do I Congresso Nacional de Áreas Protegidas* :393-399..

COSTA, A.M., BERNARDO, J.M., CANCELA DA FONSECA, L., (1988). Sistemas Lagunares de Odeceixe, Aljezur e Carrapateira (SW de Portugal): Confinamento e Produtividade. *Actas do 5<sup>o</sup> Congresso do Algarve*: 693-698.

COSTA, A.M., CRISTO M., DUARTE, P., FRANCO, J.E., ALVES, H.M., BERNARDO, J.M., CANCELA DA FONSECA, L., (1989). Contribuição para a caracterização ecológica dos sistemas lagunares costeiros de Odeceixe e Aljezur. *Actas do 6º Congresso do Algarve* 2: 497-523.

CREEK, G.A. (1960). The development of the lamellibranch (*Cardium edule*). *Pro. Zool. Soc. Lond.* 135: 243-260.

CRISP, D.J. (1971). Energy flow measurements. in *Methods for the study of Marine Benthos* HOLME, N.A. & McINTYRE, D. (ed). Blackwell, Oxford, England.

CRISTO M., DUARTE, P., FRANCO, J.E., COSTA, A.M., BERNARDO, J.M., CANCELA DA FONSECA, L., (1989). Caracterização ecológica dos sistemas lagunares costeiros de Odeceixe e Aljezur: I. Resultados físico-químicos. *Actas IV Seminário sobre Aquacultura*, Faro, 18-20 Janeiro (em publicação).

DAGET, J., (1976). *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson ed., Paris. 172p.

DAY, J.H. (1981). The nature, origin and classification of estuaries. in DAY, J.H. (ed), *Estuarine ecology; with particular reference to Southern Africa*: 7-25. A.A. Balkema, Rotterdam.

D.G.R.A.H. (1981). *Índice hidrográfico e classificação decimal dos cursos de água de Portugal*. Publ. do Ministério da habitação e obras públicas. 588p.

DESPREZ, M., DUCROTOY, J.P., ELKAIM, B. (1987). Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en Baie de Somme. I - Synthèse des connaissances biologiques. *Rev. Trav. Inst Pêches marit.* 49 (3/4): 215-230.

DUARTE, P. (1988). *O "Estuário" da Ribeira de Aljezur: estrutura e funcionamento dos povoamentos macrobentónicos*. Relatório de Licenciatura, F.C.L., 123p.

DUARTE, P., FRANCO, J.E., CANCELA DA FONSECA, L., COSTA, A.M., (1989). Caracterização ecológica dos sistemas lagunares costeiros de Odeceixe e Aljezur: II. Caracterização dos povoamentos macrobentónicos com especial referência às espécies com interesse em aquacultura. *Actas IV Seminário em Aquacultura*, Faro, 18-20 Janeiro (em publicação).



DUCROTOY, J.P., DESPREZ, M., ELKAIM, B. (1987). Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en Baie de Somme. II Impact de la dynamique biosédimentaire. *Rev. Trav. Inst Pêches marit.* 49 (3/4): 231-241.

EISMA, D. (1965). Shell characteristics of *Cardium edule* L. as indicators of salinity. *Neth. J. Sea Reserach.* 2 (4): 493-540.

ELEFTHERIOU, A. (1984). Macrofauna techniques. in : *Methods for Study of Marine Benthos*. HOLME, N.A. & McINTYRE, A.D. (eds). Blackwell Scientific Publications, Oxford. 373p.

ELLIOT, J.M. (1977). *Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates*. Freshwater Biological Association. Scientific Pub. No. 25: 157p.

EVANS, S. (1977). Growth, Production, and Biomass Release of a non-stable population of *Cardium edule* L. (Bivalvia). *Zoon* 5: 133-141.

FERNANDEZ, G., GOMEZ, C., MARTIN, A., LLOVO, O., MAURICIO, S., MIRANDA, J. (1984). Contribucion al conocimiento de la distribucion geografica y mortalidad de *Cerastoderma edule* L. en la ria de Arosa. *Actas do IV Simpósio Ibérico de Estudos do Benthos Marinho*. MARQUES, V.M.(ed) F.C.L., Lisboa vol 2: 315-328.

FERGUNSON, A.,(1980). *Biochemical systematics and evolution*. Blackie. London. 193p.

FISCHER-PIETTE, E., (1977). Révision des Cardiidae (Mollusques Lamellibranches) *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, nouvelle série (série A, zoologie) 101: 212p.

FONSECA, R. (1985). *Caracterização do ambiente sedimentar da Lagoa de Santo André*. Estágio de licenciatura de Geologia, F.C.L., policopiado, 108p.

FONSECA, R. (1988). *Paisagem protegida do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina Recolha e Sistematização de Dados Geológicos*. Liga para a Protecção da Natureza Projecto de Acção Pedagógica na Costa Sudoeste (1ª fase): 79p.

FONSECA, R., COSTA, A.M., BERNARDO, J.M., CANCELA DA FONSECA, L., (1987). Lagoa de Santo André (SW Portugal): Phytopigments as sedimentary tracers. *Limnetica* 3 (2): 299-306

FRANCO, J.E., DUARTE, P., MAGALHÃES, F., BERNARDO, J.M., COSTA, A.M., CANCELA DA FONSECA, L., (1988). Estudo comparativo dos macropovoamentos bentónicos de três sistemas lagunares da costa sudoeste portuguesa: Odeceixe, Aljezur e Carrapateira. *Actas Congresso Iberoamericano y del Caribe*, Ilha da Margarida, Venezuela, Maio.

GAMITO, S.J. (1989). The benthic macrofauna of some water reservoirs of salt-pans from Ria Formosa (Portugal), *In Topics in Marine Biology*. ROS, J.D. (ed). *Scient. Mar.* , 53 (2-3): 145-158

GARCIA, A., OTERO, J. & COO, A. (in press). Contribucion al estudio del berberecho (*Cerastoderma edule* L.) en la Ria de Arosa.

GAUCH, H.G.JR., (1982). *Multivariate Analysis in community ecology*. Cambridge University Press. 298p.

GIMAZANE, J.P. (1972). Étude expérimentale de l'action de quelques facteurs externes sur la reprise de l'activité génitale de la coque, *Cerastoderma edule* , Mollusque bivalve. *C.R.Séanc. Soc. Biol.* 166: 587-589.

GIMAZANE, J.P. LUBET, P. (1972). Étude expérimentale de l'action de la nutrition, de la température et de la lumière sur le cycle sexuel de *Cerastoderma edule* , (Mollusque bivalve). *Ext. Bull. Soc. Lin. Normandie* . 103: 137-146.

GORDO, L. (1982). Aspects of the growth and density of *Cerastoderma edule* in the Alvor salt marsh, South Portugal. *Arq. Mus. Boc.* (Série A) 1 (19): 435-452.

GUELORGET, O. & MAZOYER-MAYERE, C. (in press). Croissance, biomasse et production de *Cerastoderma glaucum* dans une lagune mediterraneene: l' Etang du Prevost (Herault, France). *Vie et Milieu*

GUILLOU, J.; BACHELET, C.; DESPREZ, M.; DUCROTOY, J-P.; MADAMI, I.; RYBARCZYK, H.; SAURIAU, P-G.; SYLVAND, B.; ELKAIM, B.; GLEMAREC, M. (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.

GULLAND, J.A., (1969). Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatique. Première partie - Analyse des populations. *Manuels FAO de Science Halieutique* , 4. 106p.

HANCOCK, D.A. (1967). Growth and mesh selection in the edible cockle (*Cardium edule* L.). *J. Appl. Ecol.* 8: 137-157.

HANCOCK, D.A. & FRANKLIN, A. (1972). Seasonal changes in the condition of the edible cockle (*Cardium edule* L.). *J. appl. Ecol.* 9: 567-579.

HANCOCK, D.A. & URQUHART, (1965). The determination of natural mortality and its causes in an exploited population of cockles (*Cardium edule* L.). *Fishery Invest., Lond.* , Ser. 2, 24(2): 1-40.

HOPNER-PETERSEN, G.(1958) Notes on the growth and biology of the different *Cardium* species in the Danish brackish water areas. *Meddr Danm. Fisk. og Havunders.* (N.S.) 2 (22): 1-31.

HOPNER-PETERSEN, G., RUSSELL, P.J.C. (1973) The nomenclature and classification of some European shallow water *Cardium* species. *Malacologia* 14: 233-234.

HUMMEL, H. & BOGAARDS, R.H. (1989). Changes in the reproductive cycle of the cockle after disturbance by means of tidal manipulation. *in Reproduction, genetics and Distributions of Marine Organisms.* RYLAND, J. & TYLER, P. (eds) 23<sup>rd</sup> European Marine Biology Symposium. Olsen & Olsen Publ. Fredensborg, Denmark.: 133-136.

IGLESIAS, J.I.P. & NAVARRO, E. (1990). Shell Growth of the cockle, *Cerastoderma edule* in the Mundaca estuary (North Spain). *J. Moll. Stud.* 56: 229-238.

IVELL, R., (1979a). The biology and ecology of a brackish lagoon bivalve, *Cerastoderma glaucum* Bruguière, in a english lagoon, the Widewater, Sussex. *J. moll. Stud.* 45: 383-400.

IVELL, R., (1979b). The biology and ecology of a brackish lagoon bivalve, *Cerastoderma glaucum* Bruguière, in Lago Lungo, Italy. *J. moll. Stud.* 45: 364-382.

JEFFREY, S.W., (1981). Responses to light in aquatic plants *in* LANGE, O.L.,NOBEL, P.S. OSMOND, C.B.& SIEGLER, H. (eds). *Physiological Plant Ecology* I: 249-276. Springer-Verlag.

- JELNES, J.E., HOPNER-PETERSEN, G., RUSSELL, P.J.C., (1971). Isoenzyme taxonomy applied on four species of *Cardium* from Danish and British waters with a short description of the distribution of the species. (Bivalvia). *Ophelia* 9: 15-19.
- JENSEN, K.T. & JENSEN, J.N. (1985). The importance of some epibenthic predators on the density of juvenile benthic macrofauna in the danish Wadden Sea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 89: 154-174.
- JONES, A.M. & BAXTER, J.M. (1989). Monitoring and surveillance of sandy shores using the bivalve *Cerastoderma edule* (L.). in *Developments in Estuarine and Coastal Study Techniques* MCMANUS J. & ELLIOTT, M. 17<sup>th</sup> EBSA Symposium. Olsen & Olsen Publ. Fredensborg, Denmark.: 63-68.
- KINGSTON, P. (1973). Interspecific hybridization in *Cardium*. *Nature* 243: 360.
- KINGSTON, P. (1974a). 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.
- KINGSTON, P. (1974b) Studies on the reproductive cycles of *Cardium edule* and *C. glaucum*. *Mar.Biol.* 28: 317-323.
- KINNE, O. (ed) (1970). *Marine ecology*, Vol 1, Environmental factors, Part 1, Wiley, London.
- KOEHN, R.K., MILKMAN, R., MITTON, J.B., (1975). Population genetics of marine Pelecypods. IV - Selection, migration and genetic differentiation in the blue mussel *Mytilus edulis*. *Evolution* 30: 2-32.
- KOULMAN, J.G. & WOLFF, W.J. (1977). The Mollusca of the estuarine region of the rivres Rhine, Meuse, and Scheldt in relation to the hydrography of the area. V. The Cardiidae. *Basteria* 41: 21-32.
- KREBS, C.J. (1978). *Ecology, the experimental analysis of distribution and abundance*, (2<sup>nd</sup> ed). Harper & Row Pub., N.Y. 678p.
- KREGER, D. (1940). On the ecology of *Cardium edule* L. *Arch. Néerland. Zoologie* 4: 157-200.

KRISTENSEN, T.K., FRANDBSEN, F., CHRISTENSEN, A.G. (1987). *Bulinus africanus* - group snails in East and South East Africa, differentiated by use of biometric multivariate analysis on morphological characters (Pulmonata: Planorbidae). *Revue Zool. afr.* 101: 55-67.

LABOURG, P.J. & LASSERRE, G. (1979). Croissance et production d'une population de *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789) des lagunes aménagées de la région d'Arcachon. *Revue de Biologie et Ecologie méditerranéenne* 6 (3/4): 237-238.

LABOURG, P.J. & LASSERRE, G. (1980). Dynamique des populations de *Cerastoderma glaucum* dans une lagune de la région d'Arcachon. *Mar. Biol.* 60: 147-157.

LAMBERT, L. (1945) La coque (*Cardium edule* L). *Rev. Trav. Pêches Maritimes* 13: 441-475.

LAMOTTE, M.. (1971). *Initiation aux méthodes statistiques en biologie* Masson & Cie. Paris. 144p.

LEGENDRE, E. & LEGENDRE, P., (1984). *Écologie numérique. I - traitement multiple des données écologiques. II - La structure des données écologiques* (2ème ed) Masson Ed., Paris. 260+335p.

LE PENNEC, M. & YANKSON, K. (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.

LEVINS, R. (1968). *Evolution in changing environments*. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.

LEVINTON, J.S., (1973). Genetic variation in a gradient of environmental variability: Marine Bivalvia (Mollusca). *Science* 1 :75-76.

LEVINTON, J.S., (1975). Levels of genetic polymorphism at two enzyme encoding loci in eight species of the genus *Macoma* (Mollusca: Bivalvia). *Mar. Biol.* 33: 41-47.

LLOVO, J.R.O.; MARTIN, A.C.; FERNANDEZ, A.G.; GOMEZ, M<sup>a</sup>.C.L.; MAURICIO, S.G.; MIRANDA, J.L. (1984). Estudio biometrico comparado de una population de *Cerastoderma edule*, y *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1978) en la Ria

de Arosa (Galicia). *Actas do IV Simpósio Ibérico de Estudos do Benthos Marinho*. MARQUES, V.M.(ed) F.C.L., Lisboa vol 2: 307-314.

LOO, L-O, & ROSENBERG, R. (1989). Bivalve suspension-feeding dynamics and benthic-pelagic coupling in an eutrophicated marine bay. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 130: 253-276.

LORENZEN, C.J. (1967). Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12 (2): 343-346.

LOUREIRO, J. J. & NUNES, M.N. (1986) 12 -Ribeiras do Algarve in *Monografias hidrológicas dos principais cursos de água de Portugal continental*. D.G.R.H.A.H. (ED). Publ. do Ministério do plano e da administração do território. 569p.

LUBET, P. (1959). Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et des Pectinidés (Moll. Bivalves). *Rev. Trav. Inst. Pêches mar.* Paris. 23 (3): 387-548.

LUBET, P. (1973). Exposé synoptique des données biologiques sur la moule, *Mytilus galloprovincialis* Lmk. *Synop F.A.O.* 88: 1-85.

LUBET, P. (1976). Ecophysiologie de la reproduction chez les lamellibranches. *Haliotis* 7:49-55.

LUBET, P. (1984). Action de la température sur le cycle de reproduction des Lamellibranches. *Bull. Soc. Zool. France*: 2: 57-67.

LUBET, P. & CHOQUET, C. (1976). Cycles et Rythmes sexuels chez les mollusques bivalves et gastéropodes. *Haliotis* 1(2): 129-149.

LUCAS, A. & BENINGER, P.G., (1985). The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture* 44: 187-200.

MACHADO, M.M. (1985). *Estudo do crescimento de Mytilus galloprovincialis Lmk numa população médiolitoral da Ria de Aveiro*. Trabalho de síntese, provas de aptidão pedagógica e capacidade científica. Dept<sup>o</sup> Biologia da Universidade de Aveiro (policopiado).

MACHADO, M.M. & COSTA, A.M., (1992). Critérios enzimáticos e morfológicos de discriminação entre *Cardium edule* L. e *Cardium glaucum* Bruguière da costa portuguesa. 1º Encontro sobre a Ria Formosa. Olhão, 23-25 Novembro.

MACHADO, M.M. & COSTA, A.M., (*in press*). Enzymatic and morphological criteria for the discrimination between *Cardium edule* and *Cardium glaucum* from the Portuguese Coast. *Mar. Biol.*

MACKIE, G.L. (1984) Bivalves. *in The Mollusca* vol 7 - Cap. 5 Reproduction. 351-402. TOMPA A.S. (ed). Academic Press, USA.

MAGALHÃES, F. (1988). *Sistema lagunar da Bordeira/Carrapateira: caracterização ambiental e estudo dos povoamentos macrobentónicos*. Estágio de Licenciatura. F.C.L. 103p.

MAGALHÃES, F., CANCELA DA FONSECA, L., BERNARDO, J.M., COSTA, A.M., MOITA, I., FRANCO, J.E., DUARTE, P., (1987). Physical Characterization of Odeceixe, Aljezur and Carrapateira Lagunary Systems (SW Portugal). *Limnetica* 3 (2): 211-218.

MARGALEF, R. (1983). *Limnologia*. Ed. Omega, Barcelona.

MARS, P. (1951). Essai d'interprétation des formes généralement groupées sous le nom de *Cardium edule* Linné. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille* 11: 1-31.

MARTOJA, R. & MARTOJA P. M. (1967). *Initiation aux techniques de l'histologie animal*. Masson ed.

McDONALD, J.H., SEED, R., KOEHN, R.K. (1991). Allozymes and morphometric characters of three species of *Mytilus* in the North and Southern Hemispheres. *Mar. Biol.* 111: 323-333.

McLUSKY, D. (1981). *The estuarine ecosystem*. Blackie & Son, Glasgow, 150p.

MEDHIOUB, K. (1979). La Bahiret el Biban. Étude géochimique et sédimentologique d'une lagune du Sud-Est tunisien. *Trav. Lab. Géol., Ec. Norm. Sup.*, 13. 150p.

MEJUTO, J. (1984a). Primeros datos sobre la dinamica de la poblacion de *Cerastoderma edule* (L.) de la Ria de Pasaxe (NW de Galicia), estrategias de

explotacion. *Actas do IV Simpósio Ibérico de Estudos do Benthos Marinho*. MARQUES, V.M.(ed) F.C.L., Lisboa vol 2: 83-102.

MEJUTO, J. (1984b). Contribución al estudio de la dinamica de la poblacion de berberecho, *Cerastoderma edule* (L.), en la Ria de Noia, (Galicia). *Cuadernos da Área de Ciencias Mariñas, Seminario de Estudos Galegos* : 453-467.

MOHLENBERG, F. & RIISGARD, H.U. (1978). Efficiency of particle retention in 13 species of suspension feeding bivalves. *Ophelia* 17 (2): 239-246.

MOHLENBERG, F. & RIISGARD, H.U. (1979). Filtration rate, using a new indirect technique, in thirteen species of suspension-feeding bivalves. *Mar. Biol.* 54: 143-147.

MOLLER, P. & ROSENBERG, R., (1983). Recruitment, abundance and production of *Mya arenaria* and *Cardium edule* in marine shallow waters, Western Sweden. *Ophelia*, 22 (1): 33-35.

MORAIS, J. (1984). *Ictiofauna do Estuário da Ribeira de Aljezur (em fase lagunar). Estudo preliminar*. Estágio de Licenciatura F.C.L., 387p (policopiado).

MOREIRA, H. (1979). *Macoma balthica* (L.) in the Dee estuary. Thesis Univ. of Salford. 249p.

MOREIRA, H. (1988). Estudo da comunidade bêntica num banco de lodo intertidal na Ria de Aveiro, com especial incidência no crescimento, biomassa e produção do berbigão, *Cardium edule* (L.). *Ciênc. Biol. Ecol. Syst. (Portugal)*, 8 (1/2): 47-75.

MUNKSGAARD, C. (1990). Electrophoretic separation of morphologically similar species of the genus *Rissoa* (Gastropoda: Prosobranchia). *Ophelia* 31 (2): 97-104

MURDOCK, E.A., FERGUSON, A., SEED, R. (1975). Geographical variation in leucine aminopeptidase in *Mytilus edulis* L. from the Irish coast. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 19: 33-41

MUUS, B.J. (1967). The fauna of danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. *Medd. Dan. Fisk-Havundersogelser* , 5 (1): 1-316.



- NAVARRO E., IGLESIAS, J.I.P., LARRAÑAGA, A. (1989). Interannual variation in the reproductive cycle and biochemical composition of the cockle *Cerastoderma edule* from Mundaca Estuary (Biscay, North Spain). *Mar. Biol.* 101: 503-511.
- NEWELL, . E. (1964). Physiological aspects of the ecology of intertidal molluscs. in *Physiology of Mollusca* 59-81. WILBUR & YONGE (ed). Academic Press.
- NEWELL, R.I.E. & BAYNE, B.L. (1980). Seasonal changes in the physiology, reoroductive condition and carbohydrate content of the cockle *Cardium (=Cerastoderma) edule* (Bivalvia: Cardidae). *Mar. Biol.* 56: 11-19.
- NOBRE, A. (1932). *Moluscos marinhos de Portugal* 1º Vol. Instituto de Zoologia da Universidade do Porto. Imprensa Portuguesa. Porto. 463p.
- NOBRE, A. (1936). *Moluscos marinhos de Portugal* 2º Vol. Companhia Editora do Minho, Barcelos. 377p.
- NOGUEIRA, A.J. (1992). *ANAMOD-Extracção dos componentes modais de distribuições de frequências de variáveis biométricas*. Trabalho de síntese, provas de aptidão pedagógica e de capacidade científica, Deptº Zoologia da F.C.T. de Coimbra. 67p.
- ODUM, E.P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. 3ª Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 574p.
- ÓLAFSSON, E.B. (1988). Inhibition of larval settlement to a soft benthic community by drifting algal mats: an experimental test. *Mar. Biol.* 97: 571-574.
- PAÍS, X.M., CORTÉS, F., PAZÓ, J.P. (1979). Evolución del sustrato que sustituyó à una pradera de *Zostera marina* L. y dinamica de la poblacion de *Cerastoderma edule* L. assentada sobre éste. *Actas Primer Simposio de Bentos*, San Sebastian, 9-11 Abril: 610-626.
- PEREIRA, J.R., ARNAIZ, R., LINARES, F., GONZALEZ, V. (1984). Variacion estacional del indice de condicion, composicion bioquimica y contenido energetico de la poblacion de *Cerastoderma edule* L. situada en el banco natural de "El Lombo del Ulla" (Ria Arousa-Galicia-Espana) *Actas do IV Simpósio Ibérico de Estudos do Bentos Marinho*. MARQUES, V.M.(ed) F.C.L., Lisboa vol 2: 245-256.

- PÉRÈS, M. & PICARD, J. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl. Trav. St. mar. Endoume*, 31: 1-137.
- PERSSON, L-E. (1984). Effects of salinity and temperature on the survival and activity on three bivalves from the southern Sound. *Limnologica* (Berlin) 15(2): 503-506.
- PIELOU, E. C., (1977). *Mathematical Ecology*. J. Wiley & Sons, N.Y. 165p.
- PLANTE-CUNY, M.R. (1974). Evaluation par spectrophotométrie des teneurs en chlorophylle *a* fonctionnelle et en phéopigments des substrats meubles marins. *Doc. Sci. Mission O.R.S.T.O.M. Nosy-Bé*, 45: 1-76.
- POHLO, R.H. (1963). Notes on the discrimination between *Cardium edule* and *C. lamarcki* Reeve (Lamellibranchia) *Cah. Biol. mar.* 4: 177-182
- POOLE, R.W., (1974). *An Introduction to Quantitative Ecology*. McGraw-Hill, London. 532p.
- REIS, C.S., MONTEIRO, V.M., CALVÁRIO, J., MARQUES, J.C., MELO, J.C., SANTOS, R. (1982). Contribuição para o estudo dos povoamentos bentónicos (substrato móvel) da costa ocidental portuguesa. *Oecologia Aquatica*, 6: 91-105.
- REIS, J.E.P., (1983). *Contribuição para o conhecimento da variabilidade genética e morfológica em populações de Anodonta cygnea L.* Estágio de licenciatura. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- REISS, M.J. (1991). *The allometry of growth and reproduction*. Cambridge University Press, 182p.
- RICKER, W.E. (1973). Linear regressions in fishery research. *J. Fish. Res. Board. Can.* 30: 409-434.
- ROHLF, F.J. (1988). *NTSYS-pc Numerical taxonomy and multivariate analysis system*. Version 1.50. Exeter Software. New York
- ROSA, H., (1989). *O estudo electroforético de isozimas e seu significado em biologia*. Trabalho de síntese, provas de aptidão pedagógica e de capacidade científica, Deptº Zool. Antrop. - FCL. 62p.

- RUSSELL, P.J.C.(1971). A reappraisal of the geographical distribution of the cockles, *Cardium edule* and *C. glaucum* Bruguière. *J. Conch. Lond.* 27: 225-234
- RUSSELL, P.J.C.(1972a). A significance in the number of the ribs on the shells of two closely related *Cardium* species. *J. Conch.Lond.* 27: 401-409
- RUSSELL, P.J.C.(1972b). Biological studies on *Cardium glaucum*, based on some Baltic and Mediterranean populations. *Mar. Biol.* 16: 290-296
- RUSSELL, P.J.C., HOPNER-PETERSEN, G. (1973). The use of ecological data in the elucidation of some shallow water European *Cardium* species. *Malacologia* 14: 223-232
- RYGG, B.(1970). Studies on *Cerastoderma edule* (L.) and *Cerastoderma glaucum* (Poiret). *Sarsia* 43: 65-80
- SAAVEDRA MARTÍN, M. (1984). Dinámica de la población natural de berberechos (*Cerastoderma edule* L.) en el Río Guadiana (SW España). *Cuadernos da Área de Ciencias Mariñas, Seminario de Estudos Galegos* 1: 469-497.
- SALDANHA, L. (1972). Preparação e conservação de animais marinhos. *Arq. Mus. Boc., Sér. ECE*, 1 (9): 1-16.
- SALDANHA, L. (1974). Estudo do povoamento dos horizontes superiores da rocha litoral da costa da Arrábida (Portugal). *Arq. Mus. Boc.. (2ª Série)* 5 (1): 1-382.
- SANCHEZ-SALAZAR, M.E., GRIFFITHS, C.L., SEED, R. (1978a). The interactive roles of predation and tidal elevation in structuring populations of the edible cockle, *Cerastoderma edule*. *Estuarine, coastal and Shelf Science* 25: 245-260.
- SANCHEZ-SALAZAR, M.E., GRIFFITHS, C.L., SEED, R. (1978b). The effect of size and temperature on the predation of cockles *Cerastoderma edule* (L.) by the shore crab *Carcinus maenas*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 111: 181-193.
- SANTOS, A.C., CASTRO, J.J., RAIMUNDO, L. (1986). *O canal de Tavira ("Ria" Formosa-Algarve): caracterização da estrutura, dinâmica e produção das populações de Cerastoderma edule (L.), Solen marginatus Montagu, e Spisula solida (L.)*. Relatório de licenciatura em Biologia F.C.L. 251p.

SAURIAU, P. & WOLOWICZ, M. (pré-print). Effect of environmental factors on the reproductive cycle and the physiological condition of *Cardium edule* (L) and *Cardium glaucum* (Bruguere) in the Marennes-Oléron Bay.

SAVARI, A., LOCKWOOD, A.P.M., SHEADER, M., (1991). Variations in the physiological state of the common cockle (*Cerastoderma edule* (L.)) in the laboratory and in Southampton water. *J. Moll. Stud.* 57: 33-44.

SCHOENER, T.W. (1970). Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology* 51: 408-418.

SEED, R. (1976) Ecology. in *Marine Mussels: their Ecology and Physiology*. BAYNE, B.L. (ed), Cambridge University Press.

SEED, R. (1980). Shell growth and form in the Bivalvia. in *Skeletal growth of aquatic organisms biological records of environmental change* Vol 1 RHOADS, D. & LUTZ, R. (ed). Plenum Press, N.Y.: 23-67.

SEED, R. & BROWN, R.A. (1978). Growth as a strategy for survival in two marine bivalves, *Cerastoderma edule* and *Modiolus modiolus*. *Journal of Animal Ecology* 47: 283-292.

SILVA, J.A. (1991). *Ecologia dinâmica e produção de Scrobicularia plana (da Costa, 1778) (Mollusca Bivalvia) nos estuários dos Rios Mira e Tejo (Portugal)*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 294 p.

SILVA, M.J. (pré-print). Caracterização climática da costa sudoeste. *Ambiente em Discussão*, 2. L.P.N..

SNEATH, P.A. & SOKAL, R., (1973). *Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification*. Ed. W.H. Freeman and Co., San Francisco. 573p.

SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. (1981). *Biometry*. Freeman and Company. N.Y. 859p.

SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. (1987). *Introduction to Biostatistics*, Freeman and Company, N.Y. 363p.

STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R., (1972). A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries Research Board of Canada*, Bulletin 167. Ottawa. 310p.

STSC (ed) (1989). *Statgraphics-Statistical Graphics System* version 4.0

SUEUR, F., DESPREZ, M., DUCROTOY, J.-P., (1989). Avifaune et macrozoobenthos dans l'estuaire de la Sme: II. Le goéland cenrdré *Larus canus* et les populations de coques *Cerastoderma edule* (Mollusque: bivalve). *L' Oiseau et R.F.O.* 1989 (1): 56-72.

SUTHERLAND, W.J., (1982a). Spatial variation in the predation of cockles by oystercatchers at Treth Melynog, Anglesey. I. The cockle population. *Journal of Animal Ecology* 51: 481-489.

SUTHERLAND, W.J., (1982b). Spatial variation in the predation of cockles by oystercatchers at Treth Melynog, Anglesey. II. The pattern of mortality. *Journal of Animal Ecology* 51: 491-500.

SWANBERG, I.L. (1991). The influence of the filter-feeding bivalve *Cerastoderma edule* L. on microphytobenthos: a laboratory study. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 151: 93-111.

TEEBLE, N. (1976). *British bivalve seashells*. A handbook for identification. 2<sup>nd</sup> Edition. Edinburgh: Her Majesty's Stationery Office.

TEIXEIRA C. & GONÇALVES F. (1980). *Introdução à geologia de Portugal*. INIC. Lisboa. 475p.

TRACEY, M.L., BELLET, N.F., GRAVEM, C.D. (1975). Excess allozyme homozygosity and breeding population structure in the mussel *Mytilus californianus*. *Mar. Biol.* 32: 303-311

TRANCOSO, M.M. (1987). *Estudo sistemático de populações de Chondrostoma Agassiz, 1835 (Pisces, Cyprinidae). A especiação de Ch. polylepis Steind., 1865 e Ch. willkommii Steind., 1866*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 457p.

TULKKI, P., (1961). *Cardium lamarcki* Reeve in Norwegian waters. *Sarsia* 4: 55-56.

- VAN URK, R.M. (1973). Systematical notes on *Cardium edule* Brug. in the Netherlands I. *Basteria* 37: 95-112
- VILELA, H., (1947). Contribuição para o estudo das comunidades animais dos parcéis da Ria de Faro. *Arq. Mus. Boc.* T.XVIII. 159p.
- VON OERTZEN, J.A., (1972). Cycles and rates of reproduction of six Baltic Sea bivalves of different zoogeographical origin. *Mar. Biol.* 14: 143-149.
- WILKINS, N.P., (1976). Genetic variability in marine Bivalvia: implications and applications in molluscan mariculture. In: Persoone, G., Jaspers, E. (eds) *10th European Marine Biology Symposium*. Universa Press. Wetteren vol. 1:549-563
- WILSON, J.G. (1982). Distribution, biomass and production of bivalves in Dublin Bay. *Malacologia* 22(1/2): 377-384.
- WILSON, J.G. & SHELLEY, C. (1986). The distribution of *Nucula turgida* (Bivalvia: Protobranchia) from Dublin Bay, Ireland, and the effect of sediment organic content. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 66: 119-130.
- WINBERG, G.G. (1971). *Methods for the estimation of production of aquatic animals*. Academic Press, London. 175p.
- WOLOWICZ, M. (1984). *Cardium glaucum* (Poiret, 1789) population from Gdansk Bay (Baltic Sea). *Pol. Arch. Hydrobiol.* 31(1): 33-44.
- WOLOWICZ, M. (1987a). Observations écologiques sur *Cardium glaucum* (Poiret, 1789) dans les marais du bassin de Marennes-Oleron. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Maritime* 1. (5): 609-614.
- WOLOWICZ, M. (1987b). Larval development of *Cardium glaucum* and *C. hauniense* (Bivalvia) from Gdansk Bay. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 34(1): 107-117.
- WOLOWICZ, M. (1987c). A comparative study of the reproductive cycle of cockles *Cardium glaucum* (Poiret, 1789) and *C. hauniense* (Petersen, Russel 1971) - (bivalvia) from the Gdansk Bay. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 34(1): 91-105.
- YANKSON, K. (1986a). Reproductive cycle of *Cerastoderma glaucum* (Bruguière) and *C. edule* (L.) with special reference to the effects of the 1981-82 severe winter. *J. Moll. Stud.* 52: 6-14.

YANKSON, K. (1986b). Precocious sexual maturity in *Cerastoderma glaucum* (Bruguière) reared in laboratory. *J. Moll. Stud.* 52: 79-80.

ZAR, J.H. (1974). *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 620p.

ZAOUALI, J. (1975a). Influence des facteurs thermiques et halins sur la faune malacologique de quelques lagunes tunisiennes (lac Ichkeul, lac de Bizerte, lac de Tunis, mer de Bou Grara). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 23 (3): 99-101.

ZAOUALI, J. (1975b). Étude du cycle sexuel de *Cerastoderma glaucum* dans les deux lagunes hyperhalines tunisiennes: lac de Tunis, mer de Bou Grara. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 23 (3): 79-80.

ZAOUALI, J. (1975c). Étude de la croissance de *Cerastoderma glaucum* Poiret: mer de Bou Grara, Tunisie méridionale. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 23 (3): 77-78.