



**Universidade do Algarve
Faculdade de Ciências e Tecnologia**

**Padrões verticais e inter-anuais nas assembleias de larvas de
peixe junto ao substrato rochoso do Parque Marinho da
Arrábida**

Tese de Mestrado em Biologia Marinha
Especialização em Ecologia e Conservação Marinha

João Marcos da Silva Afonso
Faro 2009



**Universidade do Algarve
Faculdade de Ciências e Tecnologia**

**Padrões verticais e inter-anuais nas assembleias de larvas de
peixe junto ao substrato rochoso do Parque Marinho da
Arrábida**

Tese de Mestrado em Biologia Marinha
Especialização em Ecologia e Conservação Marinha

Dissertação orientada por: Doutora Rita Borges

Co-orientadores: Doutor Emanuel Gonçalves

Doutora Ester Serrão

João Marcos da Silva Afonso
Faro 2009

O documento apresentado é da inteira responsabilidade do autor

(João Marcos da Silva Afonso)

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à Doutora Rita Borges por ter aceite orientar esta tese prontamente apesar de todo o trabalho que tinha e tem em mãos. Queria agradecer também por toda a ajuda e paciência e também por todo o conhecimento transmitido sobre as larvas de peixe. Mesmo estando longe sempre se disponibilizou a ajudar apesar de todas as dificuldades inerentes à distância e ao facto de ter muito trabalho e outras teses para orientar. Quero agradecer também por ter possibilitado a minha visita ao Parque Marinho da Arrábida e ter uma semana muito divertida a fazer amostragens nocturnas num sítio de uma beleza enorme apesar das dificuldades que as armadilhas de luz teimavam a dar.

Ao Doutor Emanuel Gonçalves por ter aceite co-orientar a minha tese. É um privilégio e honra ter alguém tão prestigiado neste mundo das larvas como co-orientador.

À Doutora Ester Serrão por ter aceite co-orientar a minha tese e por toda a ajuda que sempre deu. Também quero agradecer pela disponibilidade e simpatia que sempre teve connosco.

Ao Projecto Biomares (LIFE NAT/P/192), financiado pela programa LIFE da União Europeia e pela empresa cimenteira SECIL, Companhia de Cal e Cimentos SA,

Portugal.



À Prof. Margarida e à Dona Rosa por toda a simpatia e por terem disponibilizado o laboratório J23 e todo o material necessário para a triagem e identificação das larvas de peixe.

À Ana Faria por ter despertado o meu interesse pelas larvas de peixe e pelos artigos disponibilizados durante o trabalho experimental que ajudaram em muito nesta tese.

Ao Samuel, Rita, Isa e Patrícia por todos os momentos divertidos que tivemos no mestrado e por toda a ajuda não só nesta tese mas também durante todo o mestrado, conseguimos formar um grupo coeso que com espírito de entreaajuda e amizade foram determinantes para o culminar desta fase.

À Renata e Joana por todos os momentos divertidos e o apoio dado. Conseguiram transformar momentos menos bons em momentos de descontração total com muitas

gargalhadas, é sempre bom ter alguém com a vossa disposição por perto. Também quero agradecer à Renata pela ajuda na contagem dos *Tripterygion delaisi* e por ter aprendido tão rapidamente a identificar larvas.

Aos meus amigos olhanenses Toni, Hélio, Iuri, Cácia e Luís (primão) por todas as jogatanas de futebol e PS3 que ajudaram a relaxar muito nos momentos mais difíceis. É sempre bom ter bons e verdadeiros amigos por perto.

Ao meu grande amigo Victor por toda a ajuda e amizade ao longo destes anos. Apesar de não haver laços de sangue é como um verdadeiro irmão, (um pouco distraído é verdade) sempre presente nos momentos mais difíceis e não só, os momentos de diversão superam todos os outros. Também quero agradecer à Soraia que tem sido uma excelente amiga com quem tenho aprendido muito e a quem também devo muito.

À Ritinha por todo o apoio ao longo destes anos todos de Universidade tanto na licenciatura como no mestrado. Os almoços do Gang e todos os outros momentos divertidos foram essenciais para manter a sanidade mental nos momentos mais difíceis. Uma verdadeira amiga, das poucas que encontrei durante este percurso.

À Lia pela amizade e apoio durante a licenciatura. Apesar de não ter estado presente durante o mestrado teve sempre uma palavra de apoio. Também quero agradecer por ter eliminado o meu preconceito acerca dos golfinhos.

À minha grande amiga Eloise por todo o apoio, paciência e ajuda não só durante o percurso académico universitário, mas também nos momentos mais difíceis da vida. Pelos bons conselhos e lições que deu, dá e sempre dará e pelas palavras de conforto e apoio, é bom ter alguém com perspicácia, sabedoria e sentido de preocupação somente característico dela, presente na nossa vida. Mas também tenho que referir os momentos bons, as jogatanas de póker, as sessões de filmes, os almoços, as piadas e gargalhadas que sempre ajudam muito e com ela esses momentos estão sempre a acontecer. O meu grande Obrigado. Estarei eternamente agradecido

Por último quero agradecer aos meus pais por todo o apoio, encargos financeiros e sacrifícios que fizeram durante o meu percurso académico. Sempre acreditaram nas minhas capacidades assim como me incentivaram a seguir o rumo dos estudos para ter um futuro melhor. Graças a eles é que tenho tudo o que tenho hoje. Muito obrigado.

Quero dedicar ainda este trabalho à Bárbara. Apesar de a nossa convivência ter sido encurtada bruscamente, todo o carinho e amizade que me deste ficará para sempre comigo e nunca me esquecerei de ti. Aprendi muito contigo...Obrigado...Até um dia destes Bázita.

“Our knowledge is a receding mirage in an expanding desert of ignorance”

(Will Durant)

Resumo

Em regiões temperadas, as flutuações na disponibilidade larvar podem afectar os padrões de recrutamento das populações de peixes que vivem associados a recifes. De modo a investigar a variação inter-anual (2007 e 2008) e vertical (fundo e superfície) da composição, estrutura, abundância e diversidade das assembleias larvares, foram capturadas larvas de peixe recorrendo a armadilhas de luz muito próximo dos recifes onde vivem os adultos. Foi capturado um total de 6.601 (371 nas amostras no fundo e 6230 nas amostras na superfície) larvas, correspondendo a 28 espécies pertencentes a 8 famílias, sendo a maioria pertencente a espécies costeiras. Não se registaram grandes diferenças inter-anuais entre 2007 e 2008 na diversidade, contudo, a análise à estrutura permitiu detectar uma clara distinção entre estes anos havendo uma alteração na composição das espécies que mais contribuíram para a similaridade entre amostras. Relativamente à distribuição vertical, a superfície (2008) apresentou maior diversidade taxonómica enquanto que o fundo (2008) apresentou maior diversidade específica. Também foi encontrada uma clara diferença na estrutura das assembleias capturadas na superfície e no fundo em 2008, revelando padrões a uma escala espacial fina: nas amostras de fundo dominaram larvas da família Gobiidae, enquanto que à superfície *Tripterygion delaisi* foi a espécie mais abundante. Foram também registados para algumas espécies (*Gobius xanthocephalus* e *Pomatoschistus pictus*), padrões verticais ontogenéticos específicos, indicando a possibilidade de retenção larvar perto dos recifes. Para outras espécies como *Parablennius pilicornis* e *Parablennius gattorugine* apenas larvas pouco desenvolvidas (pré-flexão) foram registadas, o que pode indicar a produção local de larvas e a dispersão dos estados mais desenvolvidos. A utilização de armadilhas de luz revelou ser um método eficaz para a amostragem das assembleias larvares de peixes de recifes temperados, podendo ser no futuro conjugado com outras metodologias para uma melhor compreensão dos processos que regulam estas populações.

Palavras-chave: larvas de peixe, “nearshore”, MPAs, retenção, armadilhas de luz.

Abstract

The fluctuations in fish larval supply can strongly affect the recruitment patterns of reef fish species. In order to understand the interannual and small scale vertical patterns in the composition, abundance, structure and diversity of fish larval assemblages, fish larvae were sampled with light traps at the “nearshore” environment of the Arrábida Marine Park. A total of 6,601 larvae corresponding to 28 species of 8 families were collected (371 close to the bottom and 6230 at the surface). There were no great differences between diversity of larvae in 2007 and 2008, but the structure of the assemblages differed significantly, with different species in different years. At the surface (2008) there was a greater taxonomic diversity but in the bottom (2008) there was greater specific diversity. The structure of the assemblages at the surface also differed significantly from those close to the bottom within the same year: gobies dominated the bottom assemblages while *Tripterygion delaisi* was clearly the most abundant species at the surface. Ontogenetic patterns in the distribution of larvae could also be found for some species (*Gobius xanthocephalus* and *Pomatoschistus pictus*) indicating the possibility of retention near the reefs. For all the species in this study the larvae collected in the bottom were larger and more developed than those from the surface with the exception of *Tripterygion delaisi*. For other species like *Parablennius pilicornis* and *Parablennius gattorugine* only undeveloped larvae (pre-flexion) were caught, revealing the probable dispersal of more developed stages. The light-traps showed to be an effective sampling method to sample fish larvae assemblages in temperate “nearshore” reefs and in the future it can be used along with other methods to improve the knowledge of the factors regulating reef fish populations.

Key-words: fish larvae, “nearshore”, MPAs, retention, light-traps.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Relação entre recrutamento e a disponibilidade larvar.....	1
1.2 Dispersão vs Retenção larvar.....	4
1.3 Factores que afectam o transporte e retenção larvar.....	7
1.3.1 Factores físicos.....	7
1.3.2 Factores biológicos.....	8
1.4 Consequências da dispersão e retenção larvar.....	8
1.5 Estudos em zonas temperadas e na zona costeira.....	10
1.6 Objectivos.....	12
2. Material e Métodos.....	14
2.1 Local de estudo.....	14
2.2 Amostragem.....	15
2.3 Análise de dados.....	18
2.3.1 Composição e abundância: padrões inter-anuais e verticais das assembleias larvares.....	18
2.3.2 Diversidade: padrões inter-anuais e verticais.....	18
2.3.3 Estrutura: padrões inter-anuais e verticais das assembleias larvares.....	19
2.3.4 Padrões ontogenéticos de distribuição vertical.....	20
3. Resultados.....	21
3.1 Composição e abundância: padrões inter-anuais e verticais das assembleias larvares.....	21
3.2 Diversidade: padrões inter-anuais e verticais.....	28
3.3 Estrutura: padrões inter-anuais e verticais das assembleias larvares.....	28
3.4 Padrões ontogenéticos de distribuição vertical.....	34
4. Discussão e Conclusão.....	43
5. Referências bibliográficas.....	57
6. Anexos	

Índice de Figuras

- Figura 1 – Local de estudo e respectivo enquadramento geográfico.....página 14
- Figura 2 – Armadilha de luz utilizada para as amostragens e dimensões respectivas.....página 17
- Figura 3 – Esquema de colocação das armadilhas.....página 17
- Figura 4 – Composição das assembleias por família, nos 2 anos e profundidades amostradas.....página 24
- Figura 5 – Composição das assembleias por espécie, nos 2 anos e profundidades amostradas.....página 25
- Figura 6 – Abundância total média e respectivo desvio-padrão para cada conjunto de amostras.....página 26
- Figura 7 – Abundância total média e respectivo desvio-padrão (barras de erro) para as espécies mais representativas ($N \geq 25$ na amostra): a) *Tripterygion delaisi* (valores representados em logaritmo devido ao elevado número de indivíduos presentes nas amostras); b) *Sardina pilchardus*; c) *Gobius xanthocephalus*; d) *Pomatoschistus pictus*; e) *Parablennius gattorugine*; f) *Parablennius pilicornis*; g) *Lepadogaster candolii*; h) *Lepadogaster* *lepadogaster*; i) *Atherina presbyter*.....página 27
- Figura 8 – Gráfico 2-D “Non-Metric multidimensional scaling” (MDS) para cada ano e respectiva profundidade (S07-Superfície 2007, F08-Fundo 2008 e S08-Superfície 2008). Os números representam as diferentes amostras.....página 29
- Figura 9 - Gráfico 2-D “Non-Metric multidimensional scaling” (MDS) para cada substrato e respectiva profundidade. Os números representam as diferentes amostras.....página 29

Figura 10a – Gráficos “MDS 2-D Bubble” (stress mínimo de 0,13) para as espécies mais abundantes nas amostras (*Parablennius pilicornis*, *Parablennius gattorugine*, *Lepadogaster candolii*, *Lepadogaster lepadogaster*, *Tripterygion delaisi* e *Sardina pilchardus*). S07- Superfície 2007, F08- Fundo 2008 e S08- Superfície 2008.....página 32

Figura 10b - Gráficos “MDS 2-D Bubble” (stress mínimo de 0,13) para as espécies mais abundantes nas amostras (*Pomatoschistus* sp., *Pomatoschistus pictus*, *Gobius xanthocephalus*, *Symphodus* spp., *Atherina presbyter*). S07- Superfície 2007, F08- Fundo 2008 e S08- Superfície 2008.....página 33

Figura 11 – Valor médio do comprimento da notocorda (pré-flexão) ou standard em mm e respectivo desvio-padrão (barras de erro) em cada ano e profundidade amostrados (2007 Superfície: Max-min=2-23, N=368; 2008 superfície: Max-min=3-26, N=2547; 2008 Fundo: Max-min=3-26, N=371).....página 34

Figura 12a – Distribuição por classes de tamanho das espécies (Gobiidae e Gobiesocidae) que ocorrem em ambos os anos ou nas duas profundidades: a) *Pomatoschistus pictus*; b) *Gobius xanthocephalus*; c) *Pomatoschistus* sp.; d) *Lepadogaster candolii*; e) *Lepadogaster lepadogaster*.....página 37

Figura 12b – Distribuição por classes de tamanho das espécies (Clupeidae e Tripterygiidae) que ocorrem em ambos os anos ou nas duas profundidades: f) *Sardina pilchardus*; g) *Tripterygion delaisi*.....página 38

Figura 13 – Distribuição por fase de flexão da notocorda, em valores totais percentuais, para cada ano e profundidade.....página 39

Figura 14a – Distribuição por fase de flexão do notocorda (Gobiidae e Labridae), em valores totais, para cada ano e profundidade das espécies mais abundantes nas amostras: a) *Gobius xanthocephalus*; b) *Pomatoschistus* sp.; c) *Pomatoschistus pictus*; d) *Symphodus* spp.; e) *Symphodus* sp1.página 41

Figura 14b – Distribuição por fase de flexão do notocorda (Gobiesocidae, Clupeidae, Tripterygiidae e Blenniidae), em valores totais, para cada ano e profundidade das espécies mais abundantes nas amostras: f) *Lepadogaster lepadogaster*; g) *Lepadogaster candolii*; h) *Sardina pilchardus*; i) *Tripterygion delaisi* (o eixo dos yy encontra-se em escala logarítmica devido aos elevados valores); j) *Parablennius gattorugine*; k) *Parablennius pilicornis*.....página 42

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Composição por espécies e abundância respectiva em valores médios das amostras recolhidas. Os símbolos representam as diferentes fases de flexão da notocorda que as larvas apresentam: • Pre-flexão, + Flexão, « Pos-flexão.....página 23

Tabela 2 – Valores médios e respectivos desvios-padrão dos índices de diversidade de Shannon (H') e distância taxonómica (Δ^*) para cada ano e profundidade. A amostra de AL4 (21) de 2008 não foi considerada na análise visto apenas apresentar 1 larva.....página 28

Tabela 3 – Valores de R e respectiva significância obtidos na Análise de similaridade “one-way” (ANOSIM) com comparações entre os diferentes anos e profundidades. Foram utilizadas 999 permutações para os testes.....página 30

Tabela 4 – Resultados da Análise de Percentagem de Similaridade (SIMPER) para fundo e superfície dos anos amostrados (2007 e 2008). Estão representados os valores de similaridade média e a contribuição em percentagem das espécies mais representativas para a similaridade média dentro de cada grupo, depois de uma transformação raiz quadrada e um corte para contribuições de 90%.....página 31

Tabela 5 – Composição por espécies e valores médios de comprimento standard ou comprimento total caso a larva esteja em pre flexão (em mm) e os respectivos, desvio-padrão e mínimos e máximos.....página 35

Índice de Anexos

Anexo 1 – Descrição das larvas cuja identificação não foi possível efectuar com certeza até à espécie.....	página 65
Anexo 2 – Fotos das diferentes larvas cuja identificação não foi possível efectuar com certeza absoluta até à espécie.....	página 66
Anexo 3 – Tabela de informação referentes à amostragem realizada em 2007 e 2008.....	página 67

1. Introdução

Tal como acontece para muitas espécies marinhas, os teleósteos apresentam fases larvares pelágicas (que duram desde alguns dias até meses), o que influencia a sua dinâmica populacional e o recrutamento (Doherty e Fowler, 1994; Sponaugle *et al.*, 2002; Guan *et al.*, 2008). Durante este período, a mortalidade é elevada e ocorrem alterações significativas em termos morfológicos, comportamentais e ecológicos (Leis, 1986; Leis, 1991; Swearer *et al.*, 2002; Leis, 2006; Guan *et al.*, 2008). É também durante este período que a capacidade de dispersão é maior (Leis 2002), principalmente nas espécies em que os indivíduos na fase adulta vivem associados a um substrato bentónico. Este processo é considerado o principal responsável pela conectividade entre populações de organismos marinhos demersais.

As flutuações anuais e regionais na abundância de peixes e recursos marinhos, desde muito cedo que despertaram o interesse não só do mundo académico mas também económico (Sector pesqueiro). Com o aumento da população mundial verificou-se um aumento da procura de produtos provenientes da actividade pesqueira (Trippel e Chambers, 1997). Estas variações, desde o início do século XX, foram consideradas dependentes do recrutamento (Hjort 1994).

Desde muito cedo, o recrutamento nas populações de peixes de recifes tem sido alvo de vários estudos. Surgiram assim, várias hipóteses, baseadas em aspectos do recrutamento, para explicar e ajudar a uma melhor percepção dos processos que afectam as variações nas populações.

1.1 Relação entre recrutamento e a disponibilidade larvar

O recrutamento está relacionado com o processo de entrada de novos indivíduos na população adulta, constituindo assim, um parâmetro crítico para a demografia populacional das espécies. Este processo é precedido do assentamento, que é definido por um período biológico preciso. A partir desta fase as larvas dos peixes demersais ficam associadas ao substrato e a fase pelágica larvar termina (Caley *et al.*, 1996; Irisson *et al.*, 2004).

Estas mudanças assumem maior importância quando se trata de espécies de peixes marinhos que habitam zonas de recife, em que a fase pelágica larvar alterna com fase bentónica em adulto (Leis, 1991; Leis e Carson-Ewart, 2000; Irisson *et al.*, 2004). O tempo passado em cada fase aumenta o número de factores que afecta a dinâmica populacional de cada espécie (Irisson *et al.*, 2004).

Desde que Hjort em 1914 sugeriu a “hipótese de período crítico” que a complexidade dos modelos e hipóteses que explicam o recrutamento têm vindo a aumentar. As primeiras hipóteses sugeridas por diferentes cientistas estão relacionadas com as características biológicas das espécies e disponibilidade de alimento (Houde 2008).

Mais tarde surgiram as hipóteses que relacionavam fontes de alimento com condições climáticas e processos oceanográficos. Exemplo disso é a hipótese sugerida por Lasker em 1981, que considera como essencial a estabilidade da coluna de água.

Mais recentemente surgiram modelos que integram processos físicos que justificam a dispersão. Exemplo disso é a explicação dada por Reiss *et al.* (2000) para explicar a retenção de larvas de peixe em áreas de recirculação de água (zonas tidais de grande energia). As variações na sobrevivência das larvas e recrutamento podem estar associadas a mecanismos de retenção causados por processos oceanográficos.

Outro exemplo da influência dos processos físicos oceanográficos é o estudo efectuado por Kingsford (1990). Este autor sugere que o recrutamento pode estar dependente de frentes (regiões de transição entre massas de água misturadas e estratificadas) que formam zonas distintas de separação ou agregação de larvas e alimento.

Os modelos mais recentes incorporam vários aspectos da interacção entre as larvas e o ambiente. É possível um bom exemplo disso na teoria das “Tríades” de Bakun (1996) que considera a existência de 3 factores determinantes para a reprodução: enriquecimento com nutrientes, disponibilidade de presas, retenção local larvar.

Os processos oceanográficos podem por si só explicar a distribuição das larvas mas quando existe um determinado comportamento associado (e.g. procura de alimento) este pode alterar a distribuição provocada pelos processos físicos. O recrutamento pode

assim estar associado à interacção entre comportamento larvar e processos oceanográficos.

Actualmente os modelos que têm vindo a surgir, tentam incorporar vários elementos como: Duração do tempo de desova e relações parentais (Trippel *et al.*, 1997), Factores hidrodinâmicos (Brownam e Skiftesvik 1996 in Borges 2006), Tamanho das larvas e capacidade energética (Hutchings 1997) e “Regime-shifts” (Duffy-Anderson *et al.*, 2005).

Vários modelos foram desenvolvidos para explicar as variações temporais e espaciais do recrutamento (Borges 2006). Existem modelos que consideram que se a mortalidade depois do recrutamento está dependente da densidade, então grandes pulsos de recrutas serão acompanhados de elevadas taxas de mortalidade na população de modo a manter o equilíbrio (Sale 2004). Nestes casos a estrutura das populações de adultos é então previsível (Borges 2006).

As populações de peixes de recifes ao contrário do que se verifica para as espécies pelágicas, foram durante muito tempo consideradas estáveis, não estando dependentes de recrutamento (Doherty e Williams 1988).

No entanto, outros estudos demonstraram que o recrutamento nas populações de peixes de recife pode variar grandemente, tanto temporal como espacialmente (Caley *et al.*, 1996; Sale 2004). Como a disponibilidade larvar está dependente de um grande número de factores, o recrutamento pode não ser suficiente para saturar os habitats bentónicos (Borges 2006). Surgem assim, os modelos que assumem que a estrutura das populações não é previsível. Estes baseiam-se no facto de que os recursos não são factores limitantes para a abundância e que as espécies não se encontram saturadas em termos de recrutamento devido às grandes variações no mesmo (Borges 2006).

Assim, a fase larvar, assume grande importância quando se reconhece que estes modelos podem explicar a estrutura e dinâmica das comunidades de peixes de recife e de que o recrutamento está dependente de vários factores bióticos e abióticos (Caley *et al.*, 1996). Estas populações podem estar assim, dependentes por um lado da disponibilidade larvar e por outro de mecanismos que dependem da densidade, verificando-se um padrão que pode ser variável de população para população.

Torna-se assim, essencial perceber até que ponto as flutuações que podem ocorrer no recrutamento, podem ser influenciadas pela disponibilidade larvar.

Mas a disponibilidade larvar não é constante podendo variar bastante de ano para ano. Como é possível verificar em alguns estudos (Brogan 1994; Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007a; Borges *et al.*, 2007b; Patrick e Strydom 2008; López-Sanz *et al.*, 2009) a disponibilidade larvar pode registar diferenças interanuais. É assim de enorme importância o estudo destas flutuações e de que modo, estas podem afectar o recrutamento de um ano específico.

1.2 Dispersão vs Retenção larvar

O conceito de população aberta com troca de larvas entre populações desde muito cedo dominou estes estudos (Caley *et al.*, 1996). Como as larvas de invertebrados e peixes marinhos podem sofrer uma grande dispersão associada a uma larga distribuição de larvas no plâncton, períodos planctónicos extensos, fracas capacidades natatórias e a evidência de fluxo genético entre populações assumiu-se tradicionalmente de que a troca de larvas entre populações é a regra. Alguns trabalhos indicam que as larvas podem assentar em populações muito distantes das de origem, constituindo evidência para a existência de populações abertas (Swearer *et al.*, 2002; Levin, 2006).

Assim, as populações de peixes marinhos demersais são geralmente consideradas abertas, em que, o recrutamento é proveniente, não de larvas originadas na mesma população, mas sim de populações muitas vezes situadas a muitos quilómetros de distância. Assim, tradicionalmente assumia-se que as diferentes populações de peixes marinhos demersais estão ligadas entre si pela dispersão que ocorre durante o estado larvar, e o nível a que elas se encontram ligadas denomina-se de conectividade. O processo de dispersão ocorre maioritariamente durante a fase larvar pelágica, determinando a sua duração a escala para a conectividade e o tamanho geográfico das populações de peixes (Sabatés 1990; Cowen 2002; Irisson *et al.*, 2004; James *et al.*, 2002; Jones *et al.*, 2005; Leis, 2006).

No entanto, alguns trabalhos recentes (Swearer *et al.*, 1999; Cowen *et al.*, 2000) e revisões (Mora e Sale, 2002) sugerem que a retenção de larvas perto da sua população de origem pode ser mais frequente do que o esperado, sendo assim, as populações podem ser menos “abertas” do que originalmente se aceitava (Leis 1991; Swearer *et al.*, 1999; Cowen 2002; Leis 2002; Leis e McCormick 2002; Sponaugle *et al.*, 2002, Swearer *et al.*, 2002; Taylor and Hellberg 2003; Paris e Cowen 2004; Guan *et al.*, 2008).

Um exemplo disso é o trabalho realizado por Cowen *et al.*, 2003 nas Caraíbas. Neste trabalho Cowen e os seus colegas, demonstram a existência de retenção perto da zona de desova. Os seus resultados são consistentes com a hipótese de que algumas populações marinhas podem depender mais de mecanismos de auto-recrutamento do que fontes provenientes de populações distantes.

O estudo realizado em Lizard Island, por Leis em 1986, aponta para possível ocorrência de retenção num sector da ilha, mais protegido dos ventos dominantes, e dispersão para a parte em que é afectada pelos ventos dominantes. Assim, este autor concluiu que a retenção pode ser acidental ou o resultado da interacção entre correntes e comportamento larvar, ou resultado de estratégias utilizadas pelas larvas.

Para zonas temperadas os estudos sobre as larvas que ocorrem na zona costeira de baixa profundidade são escassos, sendo a maioria dos trabalhos existentes para larvas que ocorrem mais ao largo da costa e orientados para espécies comerciais, devido às dificuldades em amostrar ambientes pouco profundos com substratos muito heterogéneos. Estas dificuldades são aumentadas quando se conjuga os processos oceanográficos e as características biológicas do ciclo de vida dos peixes.

Modelos desenvolvidos na Costa Escocesa, por Reiss *et al.*, 2000, usando o método de dispersão de partículas, indicam o potencial para a existência de retenção larvar em áreas pouco energéticas apontando como principais factores a interacção entre locais de desova, correntes geostróficas, independentes de uma resposta comportamental por parte das larvas.

O trabalho realizado por Borges *et al.*, 2007a na área em que se realizou este estudo, demonstra também a existência de retenção mas para algumas espécies, sendo no entanto a dispersão o mecanismo que prevalece para outras. Estes estudos indicam assim, que a dispersão nem sempre ocorre e que em algumas zonas particulares verifica-se um padrão de retenção perto da zona de origem das larvas.

A duração da fase larvar pelágica (PLD) é outro factor a ter em conta quando se aborda o tema da dispersão vs retenção. Espécies com um PLD curto apresentam transporte larvar reduzido e curto em termos de distância, favorecendo assim, a possibilidade de retenção, pois se dispersarem poderão não encontrar um substrato adequado ao assentamento. Em contraste, poderia pensar-se que espécies com maior PLD tivessem uma dispersão maior, mas tal nem sempre se verifica, pois o comportamento larvar, que desempenha um papel muito importante nestes processos, pode alterar o padrão de dispersão (Sponaugle *et al.*, 2002; Pineda *et al.*, 2007).

O conhecimento dos padrões de dispersão ou retenção nos recifes torna-se então um requisito essencial para a compreensão da dinâmica e gestão das comunidades de recifes. Surgem assim, questões relevantes em ecologia marinha: até que distâncias as larvas de espécies pelágicas ou bentónicas dispersam e como conseguem localizar os locais de assentamento mais adequados, se ocorre retenção em detrimento de dispersão, ou a compreensão dos mecanismos que os favorecem (processos oceanográficos, comportamento larvar, estímulos) (Leis 1991; Swearer *et al.*, 1999; Cowen 2002; Leis 2002; Leis e McCormick 2002; Sponaugle *et al.*, 2002, Swearer *et al.*, 2002; Taylor and Hellberg 2003; Paris e Cowen 2004; Guan *et al.*, 2008). Estes assuntos são essenciais para a compreensão dos padrões espaciais e temporais nos ambientes marinhos, e na variabilidade de recrutamento, com importantes implicações na pesquisa pesqueira e no delineamento de áreas marinhas protegidas (MPAs) (Man *et al.*, 1995; Lubchenco *et al.*, 2003; Hillborn *et al.*, 2004; Guan *et al.*, 2008).

1.3 Factores que afectam o transporte e retenção larvar

1.3.1 Factores físicos

Alguns estudos realizados no final do século XX documentam a importância dos processos oceanográficos na dispersão ou retenção de estados larvares das espécies marinhas (Houde, 2008). A sua influência é observada tanto a pequena escala (alguns metros) como a grande escala (milhares de quilómetros) (Bruce *et al.*, 2001)

Muitos processos oceanográficos de larga escala como, El Niño, afloramento costeiro, “eddies” e ondulação são suficientemente energéticos para afectar o transporte larvar, podendo contribuir para um aumento da dispersão ou, por outro lado, para uma maior retenção de larvas em determinadas áreas (Cowen *et al.*, 2000; Sponaugle *et al.*, 2002; Pineda *et al.*, 2007). As massas de água de diferentes temperaturas podem também influenciar os processos de dispersão ou retenção larvar, por exemplo através da formação de uma termoclina que impede o transporte vertical das larvas (Pineda *et al.*, 2007). A orientação destes processos em relação à costa também assume preponderância nos processos de dispersão e retenção (Pineda *et al.*, 2007).

Os processos oceanográficos na zona costeira, que influenciam a dispersão larvar são geralmente diferentes dos processos oceanográficos de larga escala, devido a características únicas como a proximidade da linha de costa, as baixas profundidades e a interacção das correntes com a topografia do fundo (Cowen 2002; Sponaugle *et al.*, 2002). A esta escala, eventos como frentes de água, correntes tidais e estratificação térmica ou salina, são alguns dos factores que podem induzir a uma maior ou menor dispersão ou retenção (Borges 2006). As células de Langmuir e recirculação de água provocada pela ondulação, podem também influenciar a dispersão ou retenção larvar (Kingsford, 1990).

As marés constituem outro processo que pode afectar enormemente o transporte larvar e a retenção (Boehlert e Mundy 1988). Estas podem criar padrões de pequena escala devido à sua interacção com a topografia do fundo (Cowen 2002; Pineda 2007).

Outro factor que aparenta ser importante é a localização das populações. No caso das populações que se encontram isoladas, o auto-recrutamento pode assumir grande importância (Sponaugle *et al.*, 2002).

1.3.2 Factores biológicos

Existem diversos factores biológicos que podem interagir com os factores físicos a diferentes escalas, influenciando os padrões de dispersão (Sponaugle e Cowen, 1997; Cowen 2002; Leis e McCormick 2002; Sponaugle *et al.*, 2002; Leis 2006; Pineda 2007).

Os factores que assumem destaque são: Fecundidade (e.g. ovos pequenos e numerosos), Mobilidade (Migrações verticais e horizontais) e Padrões de desova (Ciclos de desova e locais de desova). As espécies de peixes que geralmente apresentam ovos demersais apresentam muitas vezes cuidado parental. Sendo assim, as larvas destas espécies são maiores e mais desenvolvidas quando comparadas com larvas de espécies pelágicas. Estas larvas podem apresentar capacidades natatórias muito cedo no seu desenvolvimento (Leis 2002; Sponaugle *et al.*, 2002; Hickford e Schiel 2003; Leis 2006; Pineda *et al.*, 2007). As capacidades natatórias mais desenvolvidas podem permitir que as larvas contrariem a deslocação passiva através das correntes, alterando assim os padrões de dispersão horizontal e vertical, assim como a capacidade busca de fontes de alimento e de fuga a predadores (Leis 2006; Pineda *et al.*, 2007). Estes comportamentos podem assim influenciar a dispersão e a retenção de larvas (Sponaugle *et al.*, 2002).

1.4 Consequências da Dispersão e Retenção larvares

Apesar da dispersão larvar apresentar benefícios (fuga a predadores, procura de alimento, etc.) para as larvas de peixe de recife, existem algumas desvantagens. Por exemplo, é necessário que as larvas retornem a um habitat adequado para assentamento no final da fase planctónica (Sale, 2004). A escala a que a dispersão ocorre impossibilita uma migração activa, mas existe uma variedade de processos oceanográficos que podem

transportar as larvas de peixe para habitats costeiros de baixa profundidade (Kingsford 1990). Contudo, estes processos são muito variáveis tanto em ocorrência como em eficácia. Assim, as larvas que se encontram competentes para o assentamento, quando não são transportadas para habitats adequados morrem (Sale 2004).

Em 1994, um estudo realizado por Brogan no Golfo da Califórnia em habitats perto de recifes, indica que a retenção larvar que ocorre perto de recifes pode aumentar a taxa de mortalidade das larvas, tanto em fase de pré como de pós-assentamento. Devido à presença de predadores e aumento de competição por alimento verificada nestes habitats, a taxa de mortalidade das larvas pré-competentes para assentamento pode aumentar. No entanto, as larvas em fase de assentamento que se encontram mais perto dos recifes encontram mais facilmente os habitats adequados e fontes de alimento do que as larvas que se encontram mais distantes.

Na revisão de Sale em 2004, este autor considera que se as larvas ficam retidas predominantemente em escalas espaciais locais (alguns quilómetros), os processos selectivos responsáveis ocorrem em escalas espaciais locais semelhantes. As comunidades de peixes existentes são fundamentalmente sistemas equilibrados, estruturados primariamente por interacções bióticas, isto é, existe uma saturação de larvas sendo os mecanismos dependentes da densidade que actuam preferencialmente nestas populações.

Pelo acima exposto, apesar de a dispersão poder garantir a conectividade e fluxo genético entre populações, também pode originar elevadas taxas de mortalidade, diminuindo em algumas espécies, o possível recrutamento para as populações adultas.

Actualmente ainda persiste um debate na comunidade científica no que diz respeito à existência de retenção larvar perto dos locais de origem em detrimento da dispersão para outros locais. Se por um lado há trabalhos que revelam a existência de dispersão, há cada vez mais estudos que evidenciam que algumas larvas de peixe são organismos bem adaptados e complexos a nível comportamental (e.g. Grandes capacidades natatórias desenvolvidas), que não dispersam passivamente podendo exercer um controlo da sua posição tanto horizontal como verticalmente (Leis e Stobutzki 1999; Fisher *et al.*, 2000; Leis 2002). As capacidades natatórias podem então determinar a escala a que ocorre retenção (Stobutzki, 2001; Mora e Sale, 2002; Sale 2004). Devido aos vários estudos descritos acima, que indicam que a retenção pode

existir e que são vários os processos e mecanismos que a possibilitam, Leis (2002) propôs uma nova hipótese, a “New Emerging View”. Esta opõe-se ao tradicional paradigma das populações abertas, afirmando que a uma escala ecológica as populações são mais fechadas do que previamente assumido.

Este debate acerca da escala espacial da conectividade é importante para a gestão de zonas de recife e de actividade pesqueira. Também tem implicações importantes para a compreensão da estrutura e dinâmica destas comunidades.

O conhecimento dos padrões de dispersão ou retenção torna-se então um requisito essencial para a compreensão da dinâmica e gestão das comunidades de recifes. Estes factores assumem maior importância na implementação de Áreas Marinhas Protegidas (AMPs). As AMPs são áreas marinhas designadas para melhorar a protecção dos recursos marinhos e podem também ser desenhadas para alimentar zonas de pesca adjacentes mas fora dos seus limites (Man *et al.*, 1995; Lubchenco *et al.*, 2003; Hillborn *et al.*, 2004).

O encerramento de certas áreas à pesca tem um efeito imediato em termos locais, aumentando a abundância, tamanho médio e biomassa de espécies alvo (Man *et al.*, 1995). Assim, as AMPs podem funcionar como fonte de recrutamento para populações que se encontram em depleção, aumentando assim, a sua manutenção (Man *et al.*, 1995; Borges 2006). Por outro lado, em populações mais fechadas em que o grau de auto-recrutamento seja maior, as AMPs podem assegurar um maior recrutamento dentro dos seus limites (Borges *et al.*, 2007).

1.5 Estudos em zonas temperadas e na zona costeira

Actualmente um dos grandes desafios da comunidade científica é determinar até que nível as populações marinhas são sustentadas, por auto-recrutamento ou dispersão de larvas de fontes externas. Como é possível ocorrer os dois processos na mesma população torna-se então essencial perceber a importância relativa de ambos e a que escala espacial ocorrem. Mas a identificação e compreensão da origem dos recrutas estão limitadas pelas dificuldades logísticas no acompanhamento dos indivíduos durante todo o período larvar que pode atingir vários meses. Contudo, algumas espécies

apresentam fases larvares de curta duração o que torna difícil o acompanhamento desde a desova até ao assentamento. Outro problema associado a estes estudos deve-se ao facto do tamanho diminuto da maior parte das diferentes fases larvares e do dinamismo do ambiente pelágico e metodologias de recolha (Swearer *et al.*, 2002).

Estes estudos são ainda limitados devido às dificuldades inerentes ao estudo do comportamento de organismos pelágicos, em que mudanças a nível morfológico, fisiológico e comportamental ocorrem rapidamente. De referir ainda o reduzido número de estudos de fisiologia das capacidades sensoriais destes organismos principalmente para espécies de recifes temperados (Sale, 2004). Ainda assim os resultados são promissores.

Assim maior parte dos estudos sobre ictioplâncton é realizada em águas costeiras ou em pleno oceano. Em zonas costeiras estes são mais difíceis de realizar devido à amostragem muito perto da costa e os substratos muito heterogéneos (Smith *et al.*, 1987).

Para a costa Portuguesa (mais ao largo da costa) há a destacar os estudos realizados por Ré (1984 e 1986), Afonso (1989 e 1995), Ré *et al.* (1990), Andres *et al.* (1992), Jonh e Ré 1993, Afonso e Lopes (1994) e Lopes e Afonso (1995) (todos in Borges 2006). Em recifes rochosos ainda existem poucos estudos efectuados. Os exemplos dos estudos de Suthers e Franks (1991), Brogan (1994), Hickford e Schiel (2003) e Sabatés *et al.* (2003), López-Sanz *et al.* (2009) são de grande importância. Mais recentemente destaca-se o trabalho realizado por Borges *et al.* 2006 no Parque Marinho da Arrábida.

Alguns estudos realizados (Brogan 1994; Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007a; Patrick e Strydom 2008; López-Sanz *et al.*, 2009) obtiveram resultados que apontam para a existência de retenção e padrões ontogenéticos específicos em zonas costeiras para algumas espécies.

Nomeadamente para a área de estudo há a destacar os trabalhos de Beldade *et al.* (2006) e Borges *et al.* (2007a e b). Os resultados que indicam a possibilidade de algumas espécies (*Gobius xanthocephalus* e *Pomatoschistus pictus*) completarem o seu ciclo de vida perto dos habitats das populações adultas favorecendo assim, a sua retenção. Assim, poderá existir algum auto-recrutamento para algumas espécies

enquanto que outras poderão depender maioritariamente de fontes vindas de outras populações. Torna-se assim, necessário avaliar a que extensão estes mecanismos ocorrem no Parque Marinho da Arrábida e como variam ao longo do tempo.

Nos trabalhos acima citados as metodologias empregues foram, no entanto, diferentes. No estudo de Brogan (1994) no Golfo da Califórnia foram utilizadas armadilhas de luz, enquanto que nos trabalhos mais recentes no Parque Marinho da Arrábida (Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007) foram utilizados arrastos de plâncton. Hickford e Schiel (1999) avaliaram as duas metodologias e concluíram que os arrastos de plâncton permitiam a amostragem de um maior número de espécies, na Nova Zelândia. O menor número de espécies nas armadilhas de luz pode dever-se ao facto de nem em todas as espécies as larvas possuírem elevada fototaxia ou não estarem desenvolvidas sensorialmente para poder detectar a luz. As armadilhas de luz são selectivas e permitem geralmente a captura de larvas de maiores dimensões e mais desenvolvidas, que podem evitar as redes dos arrastos de plâncton. Assim, uma complementariedade destes dois métodos de amostragem pode traduzir-se numa melhor compreensão da estrutura das assembleias larvares permitindo assim avaliar os mecanismos existentes no Parque Marinho da Arrábida que garantem o recrutamento.

1.6 Objectivos

Todos os factores e processos acima referidos podem levar à ocorrência de flutuações inter-anuais na disponibilidade larvar. De modo a ajudar à compreensão dos mecanismos e processos que afectam a distribuição e variação da comunidade larvar presente no Parque Marinho da Arrábida e da possível ocorrência de retenção larvar junto aos recifes, os objectivos do presente trabalho são:

- Estudar a composição das assembleias larvares existentes na zona costeira e a sua variabilidade inter-anual de 2007 para 2008;
- Investigar a existência de diferentes fases de desenvolvimento das larvas de peixe junto aos recifes, que possam indicar crescimento local;

- Analisar padrões específicos e ontogenéticos de distribuição vertical das assembleias larvares que ocorrem à noite perto dos recifes, que possam indicar a ocorrência de retenção.

2. Material e Métodos

2.1 Local de estudo

Este estudo foi realizado no Parque Marinho da Arrábida, na zona situada entre Sesimbra e o Portinho da Arrábida, que se localiza a cerca de 30 km para sul de Lisboa (9°00'15'' – 9°03'48'' W e 38°26' - 38°27' N) (Fig.1). Situado na costa Oeste Portuguesa, esta zona encontra-se orientada para sul, o que confere protecção dos ventos predominantes de Norte e Noroeste tal como da ondulação. Assim, estas características permitem que a amostragem seja efectuada durante todo o ano e numa zona muito próxima da costa. Nesta área as correntes tidais são predominantemente paralelas à costa (Henriques *et al.*, 1999). Próxima do estuário do Sado, esta área encontra-se pouco influenciada pelo mesmo. Outra característica importante é a cadeia montanhosa da Arrábida que se encontra adjacente a esta área (Henriques *et al.*, 1999). Devido aos processos de erosão que ocorrem, existe uma grande desintegração das arribas calcárias em rochas de diferentes dimensões, que conduz à formação de habitats rochosos subtidais muito heterogéneos, ideal para muitas espécies demersais. Constitui assim um local de enorme riqueza específica. O substrato rochoso estende-se para “offshore” em algumas dezenas de metros e a profundidade não ultrapassa os 13 m (Henriques *et al.*, 1999).

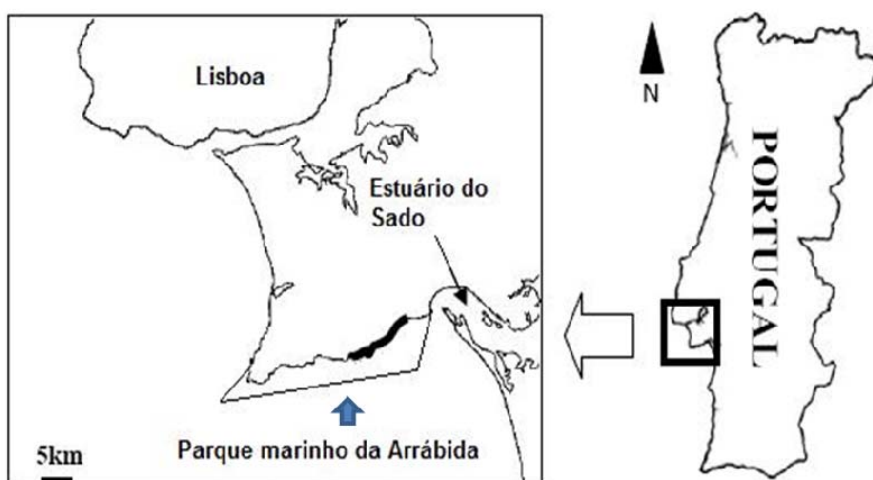


Figura 1 – Local de estudo e respectivo enquadramento geográfico. (Adaptado de Borges *et al.*, 2006).

2.2 Amostragem

A amostragem foi realizada muito perto da costa durante a época de reprodução para a maior parte das espécies, Primavera-Verão, mais concretamente durante o mês de Junho. A amostragem ocorreu nos anos 2007 e 2008. Em 2007 apenas a superfície foi amostrada (N=7), enquanto que em 2008 tanto o fundo (N=9) como a superfície (N=5) foram amostradas. Esta amostragem desigual em diferentes anos e profundidades ocorreu devido a problemas técnicos com as armadilhas de luz, que não permitiram o cumprimento do desenho experimental inicialmente pensado, em que o número de amostras recolhido seria idêntico em cada situação. A amostragem ocorreu durante a noite e durante todas as fases de maré. As amostras foram recolhidas em 4 locais: Derrocada (9°04'06'' W 38°44' N), Risco (9°01'63'' W 38°45' N), Portinho (8°97'82'' W 38°47' N) e Anicha (8°58'24'' W 38°28' N) (Anexo 3).

As amostras foram recolhidas utilizando armadilhas de luz. Estas são estruturas cilíndricas constituídas por uma armação de metal, com 0,50 m de diâmetro e 0,80 m de altura e cobertas por uma rede com uma malha de 500 µm (Fig.2). Na estrutura encontram-se diversos funis cónicos, que possibilitam a entrada das larvas e no final da estrutura um copo colector onde ficam retidas, com uma janela de rede de igual malhagem. As larvas são atraídas por uma lâmpada que se encontra ligada a uma bateria de 12V no interior de uma caixa estanque. Quanto ao processo de amostragem em si, as armadilhas foram colocadas na água consoante a profundidade (fundo ou superfície) (Fig.3). Para a superfície as armadilhas eram colocadas a 1m de profundidade, enquanto no fundo esta variou entre os 4 e os 11 m, mas sempre a 1m acima do substrato. Depois de 1h dentro de água as armadilhas foram recolhidas e o seu conteúdo foi preservado numa solução de formol a 4%, tamponizada com borato de sódio, ou em álcool etílico a 80% durante 1 mês. O formol permite uma melhor conservação dos tecidos e pigmentação o que facilita a identificação das larvas, mas destrói os ácidos nucleicos. O álcool apesar de não conservar as estruturas morfológicas tão bem quanto o formol, permite que mais tarde seja efectuada identificação recorrendo ao ADN. Mais tarde procedeu-se à triagem e identificação das larvas até ao nível taxonómico mais baixo (espécie sempre que possível) utilizando uma lupa binocular. Foram identificadas 99,95% larvas até ao nível da família (99,95% nas amostras de fundo e 99,86% e 99,96% nas de superfície), 99,86% até ao nível do género (99,80% para o fundo e

99,96% para a superfície) e 98,56% até ao nível da espécie (97,31% para o fundo e 99,96% para a superfície).

Quando a identificação até à espécie não foi possível, fotografou-se a larva em questão com a ajuda de uma câmara fotográfica digital anexada à lupa. Foi efectuada uma descrição detalhada para facilitar a identificação posterior das larvas.

Procedeu-se ainda ao registo da fase de desenvolvimento das larvas utilizando a flexão da notocorda como critério. As larvas foram classificadas consoante as seguintes fases de flexão: pré-flexão, início de flexão, final da flexão e pós-flexão. O critério utilizado para a atribuição dos diferentes estados de flexão foi o seguinte: pré-flexão (as larvas não apresentavam nenhuma diferenciação da notocorda), início de flexão (ligeira torção da notocorda), final de flexão (torção da notocorda quase completa) e pós-flexão (barbatana caudal completamente formada). Para o fundo, a cerca de 3.7% das larvas não foi possível atribuir uma fase de flexão, enquanto que não foi possível determinar o estado de torção em 5,41% das larvas à superfície.

Registou-se também o comprimento do corpo, para todas as larvas: CN (comprimento da notocorda) para as larvas em pré-flexão e início de flexão, e o CS (comprimento standard) para larvas em fases avançadas de flexão (fase final e pós-flexão). Para esse registo utilizou-se papel milimétrico e as larvas foram medidas até uma escala mínima de 0,1 mm. Cerca de 7,45% das larvas capturadas no fundo e 6,56% das larvas capturadas à superfície não se encontravam em condições para poderem ser medidas.

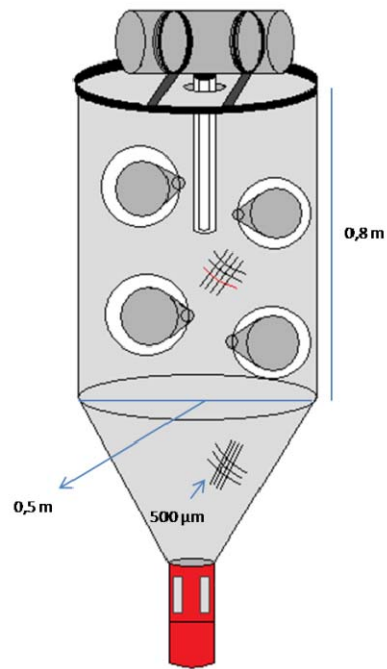


Figura 2 – Armadilha de luz utilizada para as amostragens e dimensões respectivas.

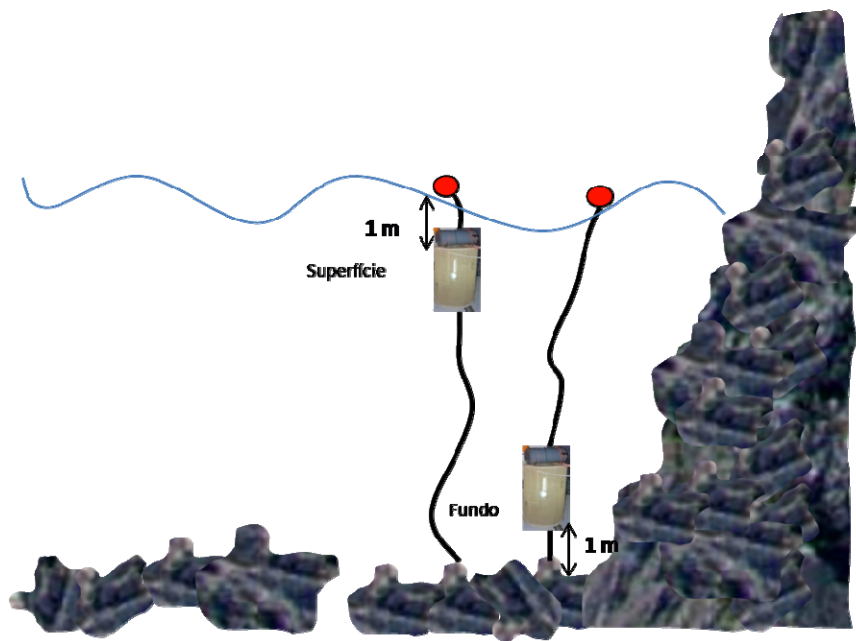


Figura 3 – Esquema de colocação das armadilhas.

2.3 Análise de dados

2.3.1 Composição e abundância: padrões inter-anuais e verticais das assembleias larvares

Para todos os taxa identificados, foi calculada a abundância total média e o respectivo desvio-padrão para cada amostra e representada graficamente para cada factor analisado. De modo a salientar a importância de cada espécie e família para a amostra, calcularam-se as contribuições relativas em percentagem de cada espécie e família e estas foram representadas graficamente. Para as amostras 1 e 4 foi feita uma calibração relativamente ao número de larvas devido ao facto de não terem ficado 1h a amostrar como as restantes derivado a problemas técnicos.

As diferenças nas abundâncias totais das larvas foram testadas com a ANOVA 1-way e o teste post hoc Newman-Keuls, sempre que se verificou homogeneidade depois de testada com o teste de Levene. Sempre que necessário procedeu-se à transformação $\log(x+1)$ e raiz quadrada das variáveis. Quando não se verificou homogeneidade, foi feito o teste KruskalWallis. Para comparar apenas 2 níveis procedeu-se ao teste T ou ao teste U de Mann-Whitney quando não se verificou o pressuposto de homogeneidade. Seguiu-se o mesmo procedimento para a abundância das espécies mais relevantes das amostras.

2.3.2 Diversidade: padrões interanuais e verticais

Calcularam-se dois índices de diversidade para cada amostra, o índice de diversidade de Shannon (H'), utilizando o logaritmo natural, e o índice de distinção taxonómica (Δ^*). Em relação ao índice de Shannon, quanto mais alto o seu valor, maior será a diversidade nessa amostra. O Δ^* reflecte a distinção taxonómica entre os indivíduos de uma mesma amostra, baseando-se não só na abundância mas também na distância taxonómica entre cada par de indivíduos (Clarke e Gnorley 2006). Assim valores altos de Δ^* (Máximo=100) significam maior diversidade taxonómica na assembleia. Foram utilizados quatro níveis taxonómicos para esta análise: Espécie, Género, Família e Ordem. A todos os níveis taxonómicos utilizados, foi atribuído igual peso quando efectuada a análise (Clarke e Gnorley 2006). A seguir calculou-se a média e desvio-padrão destes 2 índices conforme cada grupo de amostras (2007 Superfície,

2008 Fundo e 2008 Superfície). As diferenças entre grupos para os índice de Shannon e o índice de distância taxonómica, foram testadas com a ANOVA 1-way e o teste post hoc Newman-Keuls, sempre que se verificou homogeneidade depois de testadas com o teste de Levene. Sempre que necessário procedeu-se à transformação $\log(x+1)$ e raiz quadrada das variáveis. Quando não se verificou homogeneidade foi feito o teste KruskalWallis e posteriormente o teste de Dunn.

2.3.3 Estrutura: padrões interanuais e verticais das assembleias larvares

As larvas não identificadas não foram consideradas para esta análise (0,07% para as amostras de fundo; todas as larvas das amostras de superfície foram utilizadas).

Para verificar a existência de diferenças entre as assembleias de cada conjunto de amostras, foi feita uma análise MDS (Non-Metric Multidimensional scaling) com uma representação gráfica em 2 dimensões. A análise foi realizada através de uma matriz de similaridades com base no índice de Bray-Curtis, após uma transformação raiz quadrada dos dados. Quanto maior for a proximidade espacial entre amostras, nesta representação gráfica, maior será a sua semelhança. O coeficiente de stress determina a relação, entre amostras, de grupos distintos (Clarke e Gnorley 2006).

Consideraram-se 3 grupos distintos conforme o ano e a profundidade: 2007 superfície, 2008 Fundo e 2008 Superfície. A seguir foi efectuada uma análise de similaridade (ANOSIM), para testar diferenças entre os 3 grupos considerados, obtendo-se um valor global de **R**. Valores altos de **R** indicam maior diferença entre grupos. Para determinar a contribuição para a assembleia larvar das espécies mais importantes, efectuou-se uma análise de similaridade percentual (SIMPER) (Clarke e Gnorley 2006). Procedeu-se a uma transformação $\log(x+1)$ para os dados e estabeleceu-se um valor de corte de 90%.

2.3.4 Padrões ontogenéticos de distribuição vertical

De modo a verificar a existência de possíveis diferenças ontogenéticas, calcularam-se os valores médios de tamanho e desvio-padrão, para as espécies que mais representativas nas assembleias larvares. De seguida procedeu-se à representação gráfica das médias consoante a classe de tamanhos. Foram ainda representadas graficamente as abundâncias totais por fase de flexão para as espécies mais abundantes em cada grupo de amostras. As diferenças nos tamanhos totais das larvas foram testadas com a ANOVA 1-way e o teste post hoc Newman-Keuls, sempre que se verificou homogeneidade depois de testadas com o teste de Levene. Sempre que necessário procedeu-se à transformação $\log(x+1)$ e raiz quadrada das variáveis. Quando não se verificou homogeneidade foi feito o teste Kruskal-Wallis e o teste post hoc de Dunn. Para comparar apenas 2 níveis procedeu-se ao teste T e ao teste U de Mann-Whitney quando não se verificou o pressuposto de homogeneidade. Seguiu-se o mesmo procedimento para as espécies mais abundantes nas amostras.

Para a análise de dados e cálculo dos diferentes índices de diversidade foram utilizados os programas PRIMER 6 (análise multivariada e índices de diversidade), Excel 2007 e Statistica.

3. Resultados

3.1. Composição e abundância: padrões inter-anuais e verticais das assembleias larvares

Durante a amostragem foi recolhido um total de 6601 larvas provenientes de 21 amostras (371 larvas nas amostras recolhidas no fundo e 6230 nas amostras de superfície), correspondendo a 28 espécies pertencentes a 8 famílias (Tabela 1). A maior parte das larvas recolhidas pertencem a espécies cujos adultos habitam águas costeiras e colocam ovos demersais (Blenniidae, Gobiidae, Gobiesocidae, Tripterygiidae e alguns Labridae). Foram encontradas algumas larvas provenientes de ovos pelágicos (Sparidae e uma espécie de Labridae), assim como espécies que habitam e desovam em águas costeiras como a *Sardina pilchardus* (Clupeidae) (Tabela 1).

Quanto à composição por família, do ano 2007 para o 2008 verifica-se uma alteração das famílias predominantes nas amostras. Em 2007 as famílias predominantes foram Tripterygiidae (71%), Gobiidae (12%) e Blenniidae (9%). Em 2008 as famílias Gobiidae (35%), Gobiesocidae (30%) e Tripterygiidae (9%) assumem maior importância, verificando-se ainda um aumento substancial das Famílias Gobiidae e Gobiesocidae em detrimento de Tripterygiidae (Figura 4).

Para o ano 2008 à superfície, a amostra é dominada quase exclusivamente por larvas de Tripterygiidae (98%). A segunda família mais abundante nestas amostras é Gobiesocidae representada por 2 espécies (*Lepadogaster candolii* e *Lepadogaster lepadogaster*) (Figura 4).

Também é possível verificar que a família Blenniidae também se encontra representada em todos os grupos, embora com maior representatividade em 2007 à superfície (Figura 4).

Relativamente à composição por espécie, verificam-se diferenças entre as amostras recolhidas na superfície entre os diferentes anos. Em 2007 existe uma predominância de *Tripterygion delaisi* (71%) seguido de *Gobius xanthocephalus* (8%), *Parablennius pilicornis* (5%), *Parablennius gattorugine* (4%), *Lepadogaster candolii* (3%), *Pomatoschistus pictus* (3%) e *Sardina pilchardus* (2%). Este conjunto de espécies representa cerca de 96% da amostra (Figura 5).

Para a superfície no ano 2008 existe um domínio quase que total da amostra por parte das larvas de *Tripterygion delaisi* (98%) (Figura 5)

Nas amostras de fundo este padrão é alterado verificando-se uma predominância das espécies *Pomatoschistus pictus* (35%), *Lepadogaster candolii* (30%) e *Gobius xanthocephalus* (11%), com as larvas de *Tripterygion delaisi* a representarem apenas 9% da amostra (Figura 5).

Resultados

Tabela 1 – Composição por espécies e abundância respectiva em valores médios das amostras recolhidas. Os símbolos representam as diferentes fases de flexão da notocorda que as larvas apresentam: • Pre-flexão, + Flexão, « Pos-flexão.

Família	Espécie	Superfície		Fundo			Superfície			Estat	Tipo de ovo
		Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Flexão	Média	Desvio-padrão	Flexão		
Atherinidae	<i>Atherina presbyter</i>	5	9,93	0,25	0,71	•+	0,4	0,55	•Δ	H =3,18 ns	Demersal
Blennidae	<i>Lipophrys pholis</i>	0,14	0,38	---	---	•	0,2	0,45	Δ		Demersal
	<i>Parablennius gattorugine</i>	20,14	46,77	---	---	•+«	---	---	---		Demersal
	<i>Parablennius pilicornis</i>	28,71	34,49	0,13	0,35	•	---	---	---	Z=3,18**	Demersal
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	10,86	11,81	1,63	3,46	•+«	1,4	2,61	Δ+«	F=6,64***	Pelágico
Gobiesocidae	<i>Apletodon dentatus</i>	0,14	0,38	1,13	1,55	•+«	---	---	---		Demersal
	<i>Lepadogaster candolii</i>	16,71	30,27	13,88	17,4	•+	4,2	5,02	•Δ	F=0,53 ns	Demersal
	<i>Lepadogaster lepadogaster</i>	3,86	8,21	0,63	1,41	•+«	1,6	1,52	•Δ+	F=0,67 ns	Demersal
Gobiidae	<i>Gobiidae</i> spp	0,71	1,5	0,13	0,35	•+«	---	---	---		Demersal
	<i>Gobius</i> spp	---	---	0,25	0,71	+	---	---	---		Demersal
	<i>Gobius paganellus</i>	---	---	0,13	0,35	«	---	---	---		Demersal
	<i>Gobius</i> tipo niger/paganellus	1,29	2,14	0,13	0,35	•+	---	---	---		Demersal
	<i>Gobius xanthocephalus</i>	40,86	105,46	4,88	9,48	•+«	---	---	---	T =0,59 ns	Demersal
	<i>Gobius</i> sp1	0,14	0,38	---	---	+	---	---	---		Demersal
	<i>Gobiusculus flavescens</i>	---	---	0,75	0,71	«	0,2	0,45	«		Demersal
	<i>Pomatoschistus pictus</i>	14,14	36,54	16,13	20,75	•+«	0,8	0,84	•+«	F=0,61 ns	Demersal
	<i>Pomatoschistus</i> sp.	5,14	11,44	1,38	3,11	•+	---	---	---		Demersal
Labridae	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	0,29	0,76	---	---	«	---	---	---		Pelágico
	<i>Symphodus</i> sp1	1,14	1,46	---	---	+«	---	---	---		Demersal
	<i>Symphodus</i> spp	3,71	5,91	---	---	•	---	---	---		Demersal
	<i>Symphodus melops</i>	0,57	1,51	---	---	«	---	---	---		Demersal
	<i>Symphodus roissali</i>	---	---	---	---	---	0,2	0,45	+		Demersal
Sparidae	<i>Boops boops</i>	0,29	0,49	0,38	0,74	+«	0,4	0,89	+		Pelágico
	<i>Diplodus sargus</i>	0,14	0,38	---	---	+	---	---	---		Pelágico
	<i>Oblada melanura</i>	0,14	0,38	0,13	0,35	•	---	---	---		Pelágico
	<i>Pagrus pagrus</i>	0,14	0,38	---	---	•	---	---	---		Pelágico
	<i>Sarpa salpa</i>	0,29	0,76	---	---	•+«	0,2	0,45	«		Pelágico
Tryperygidae	<i>Tripterygion delaisi</i>	371,29	978,36	4,38	4,23	•+«	499,6	1094,84	•Δ+«	F=0,76 ns	Demersal

F= valor da ANOVA 1-way; H= ANOVA Kruskal-Wallis; t= teste de t; Z= valor do teste U de Mann-Whitney; ns – não significativo.

* P < 0,05; ** P < 0,01; ***P < 0,001.

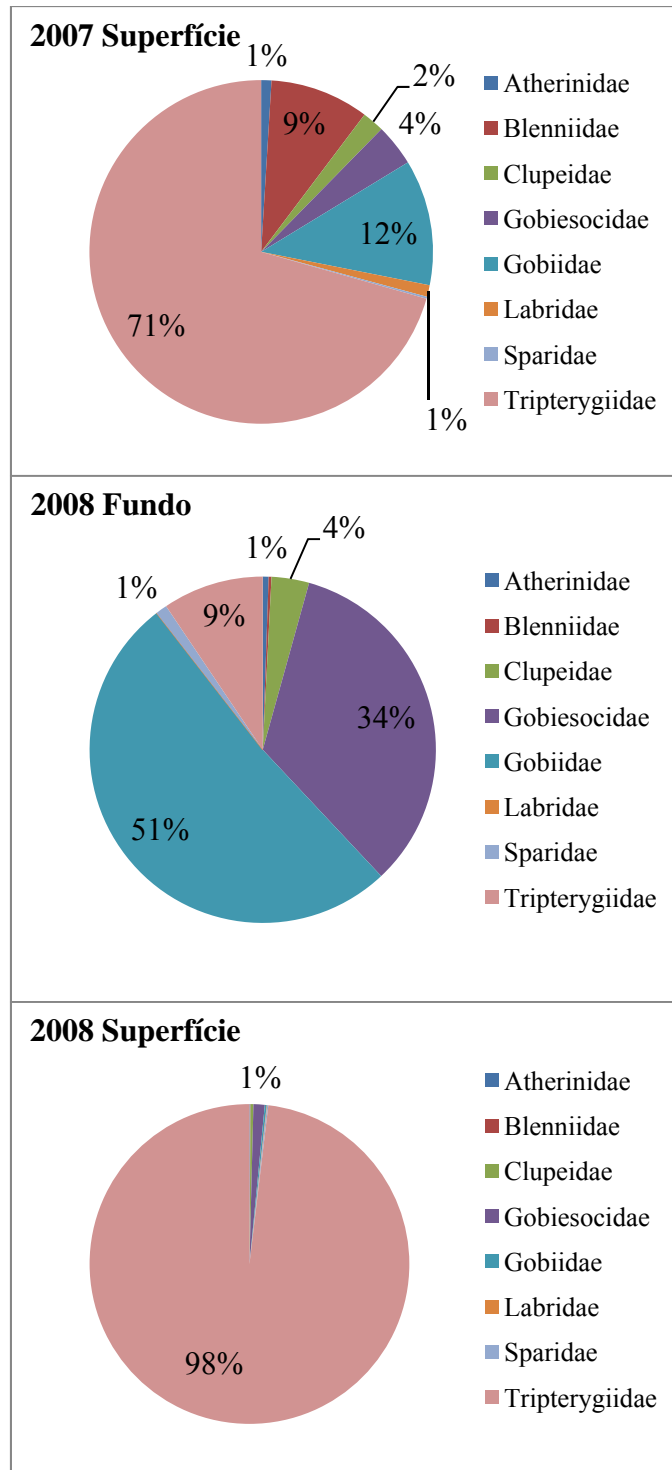


Figura 4 - Composição das assembleias por família, nos 2 anos e profundidades amostradas

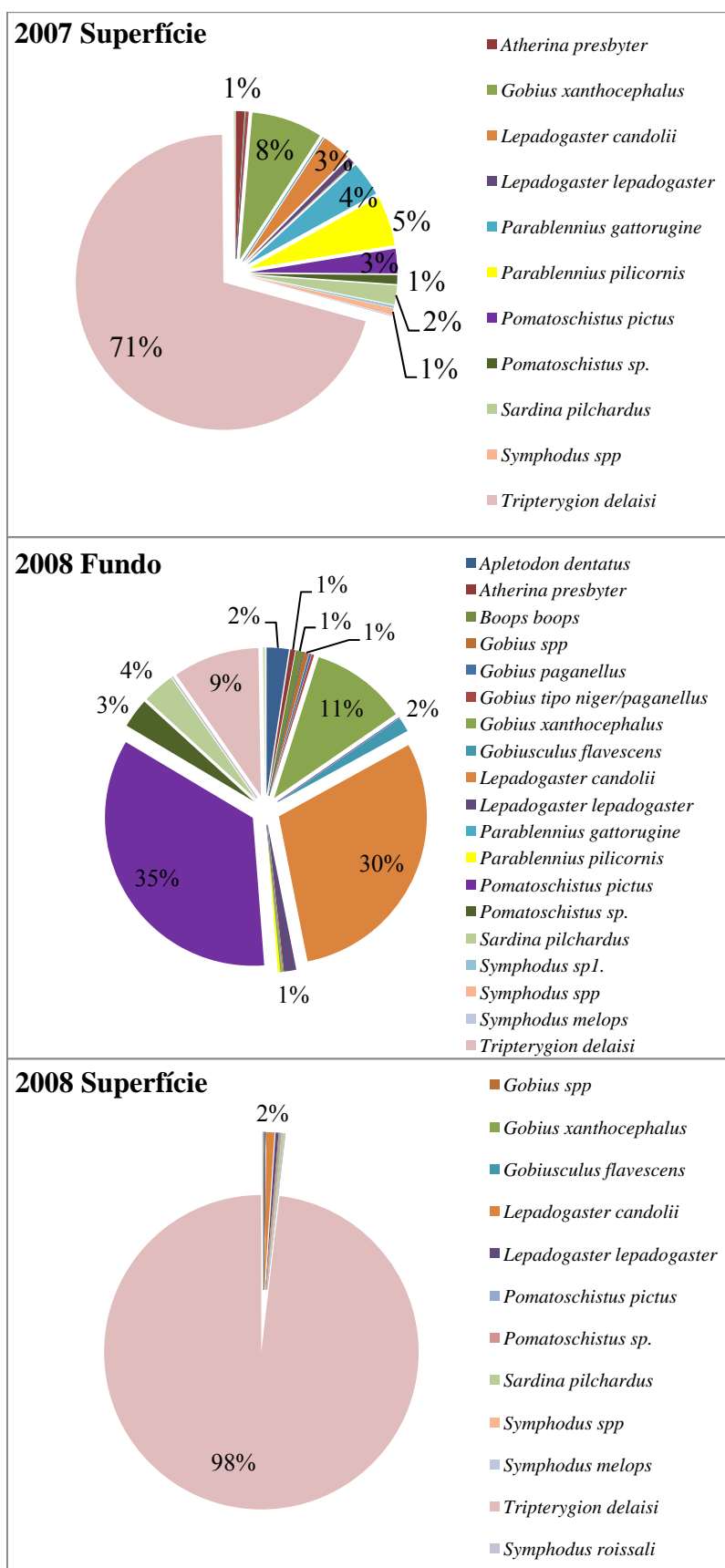


Figura 5 - Composição das assembleias por espécie, nos 2 anos e profundidades amostradas

As amostras de 2007 e 2008 da superfície apresentaram uma abundância média muito superior às amostras de 2008 fundo (Figura 6). Contudo estas variações não foram significativas ($F = 0,66$; $df = 2$; $P = 0,53$).

Apesar de terem sido analisadas mais amostras do ano 2008 de fundo ($N=9$), do que à superfície em cada ano ($N=7$ em 2007 e $N=5$ em 2008), em algumas amostras de superfície a concentração de *Tripterygion delaisi*, atingia os milhares de indivíduos. No ano de 2008, para o fundo, houve um maior número de espécies que contribuíram para a assembleia larvar (Tabela 1 e Figura 7).

Os resultados mostram que há 11 espécies com maior abundância nas amostras: *Gobius xanthocephalus*, *Pomatoschistus pictus*, *Pomatoschistus* sp., *Lepadogaster candolii*, *Lepadogaster lepadogaster*, *Parablennius pilicornis*, *Parablennius gattorugine*, *Sardina pilchardus*, *Atherina presbyter*, *Symphodus* spp, e *Tripterygion delaisi* (Figura 7 e Tabela 1).

Apesar destas diferenças apenas para 2 espécies se verificaram diferenças significativas na abundância entre grupos. Para a espécie *Sardina pilchardus* os testes efectuados demonstraram que a abundância de larvas desta espécie nas amostras da superfície de 2007 foi significativamente diferente da superfície como de fundo em 2008 (Tabela 1). Para *Parablennius pilicornis* também se verificaram diferenças significativas entre a superfície em 2007 e o fundo em 2008 (Tabela 1).

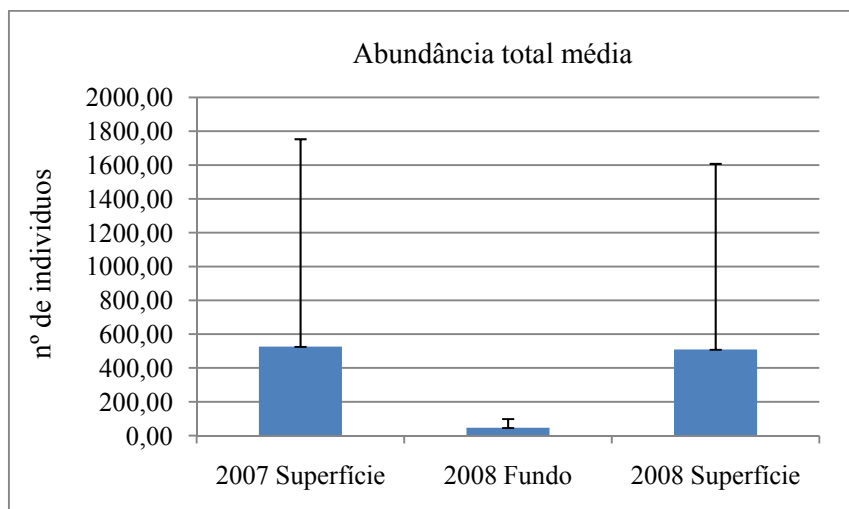


Figura 6 - Abundância total média e respectivo desvio-padrão (Barras de erro) para os diferentes anos e profundidades amostradas.

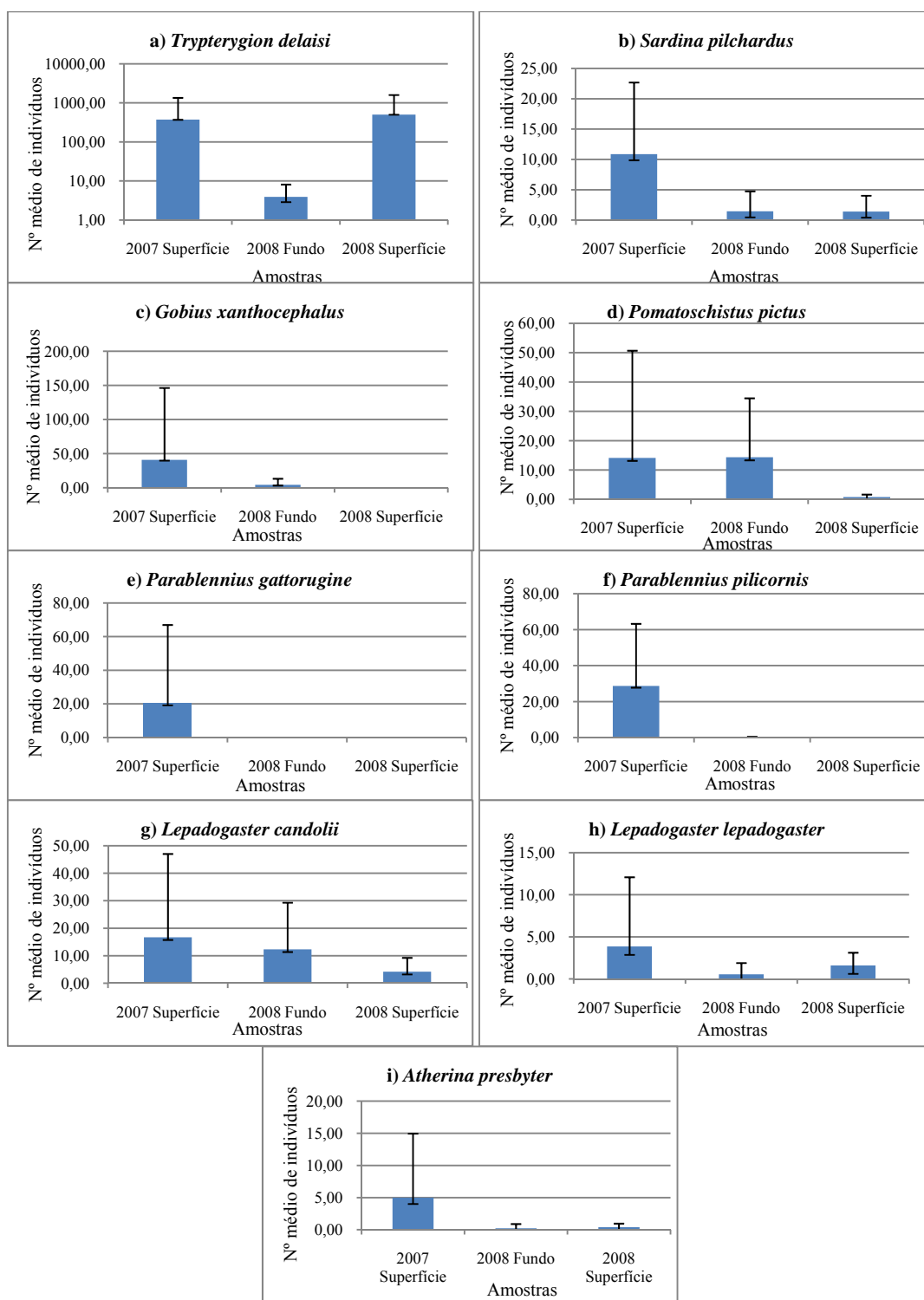


Figura 7 – Abundância total média e respectivo desvio-padrão (barras de erro) para as espécies mais representativas ($N \geq 25$ na amostra): a) *Trypterygion delaisi* (valores representados em logaritmo devido ao elevado número de indivíduos presentes nas amostras); b) *Sardina pilchardus*; c) *Gobius xanthocephalus*; d) *Pomatoschistus pictus*; e) *Parablennius gattorugine*; f) *Parablennius pilicornis*; g) *Lepadogaster candolii*; h) *Lepadogaster lepadogaster*; i) *Atherina presbyter*.

3.2. Diversidade: padrões interanuais e verticais

O índice de diversidade de Shannon foi significativamente diferente entre os tratamentos analisados ($H(2, 20) = 7.45$, $p < 0.05$). Os testes a posteriori revelam que em 2008 a diversidade foi significativamente menor à superfície do que no fundo ($p < 0.05$) (Tabela 2), apesar de este grupo de amostras ter apresentado a maior diversidade taxonômica (Tabela 2), embora as diferenças não tenham sido significativas ($H(2, N=20) = 0.60$, $p = 0.64$)

Tabela 2 – Valores médios e respectivos desvios-padrão dos índices de diversidade de Shannon (H') e distância taxonômica (Δ^*) para cada ano e profundidade. A amostra de AL4 (21) de 2008 não foi considerada na análise visto apenas apresentar 1 larva.

Profundidade	Ano	N	H' médio	Desvp H'	Δ^* médio	Δ^* Desvp
Superfície	2007	7	1,35	0,18	84,19	11,6
Superfície	2008	5	0,76	0,52	89,2	8,92
Fundo	2008	9	1,42	0,33	87,47	1,95

3.3 Estrutura: padrões interanuais e verticais das assembleias larvares

A representação gráfica MDS, não permite fazer uma clara distinção entre a estrutura das assembleias presentes à superfície e fundo (Figura 8). As amostras de superfície são poucas e encontram-se muito dispersas, sendo difícil identificar a formação de um grupo distinto em relação às amostras de fundo, contudo estas encontram-se mais próximas às de fundo 2008 do que 2007, sendo as amostras de superfície 2007 as que melhor se distinguem dos restantes dois grupos (Figura 8).

No entanto, a análise de similaridade (ANOSIM) revelou maiores diferenças na estrutura das assembleias entre as amostras de superfície 2007 e as de fundo 2008, mas também a existência de diferenças significativas na estrutura das assembleias entre a superfície e o fundo em 2008 (Tabela 3).

No ano 2008 registaram-se algumas diferenças entre o fundo e a superfície, demonstrando que as assembleias das 2 profundidades apresentam uma estrutura

diferente (Tabela 3). Também se registaram diferenças quando comparadas a assembleia larvar de 2007 superfície com a de 2008 superfície (Tabela 3).

Ao analisar graficamente o factor substrato verificaram-se algumas diferenças entre substrato rochoso de menor profundidade (RochosoB) e o substrato rochoso de maior profundidade (RochosoF) (Figura 9).

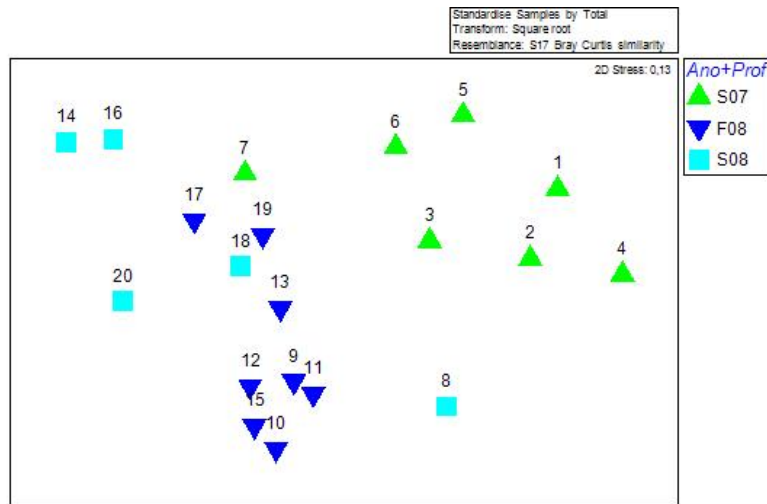


Figura 8 - Gráfico 2-D “Non-Metric multidimensional scaling” (MDS) para cada ano e respectiva profundidade (S07-Superfície 2007, F08-Fundo 2008 e S08-Superfície 2008). Os números representam as diferentes amostras.

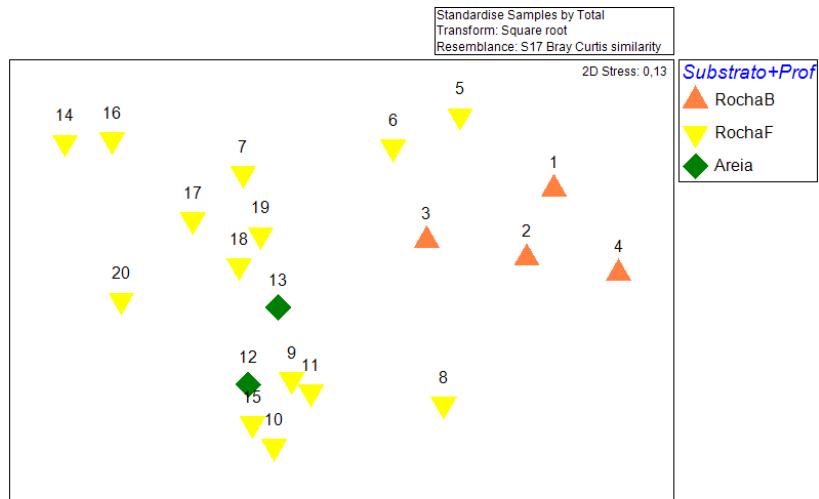


Figura 9 - Gráfico 2-D “Non-Metric multidimensional scaling” (MDS) para cada substrato e respectiva profundidade. Os números representam as diferentes amostras.

Tabela 3 – Valores de R e respectiva significância obtidos na Análise de similaridade “one-way” (ANOSIM) com comparações entre os diferentes anos e profundidades. Foram utilizadas 999 permutações para os testes.

	R	Significância
R Global	0,619	0,001
Superfície 2007 vs Superfície 2008	0,577	0,008
Superfície 2007 vs Fundo 2008	0,764	0,001
Superfície 2008 vs Fundo 2008	0,522	0,003

A análise SIMPER efectuada, revelou que em 2007 as famílias Clupeidae, Blennidae e Gobiesocidae contribuem para explicar mais de 79% da similaridade entre amostras de superfície e que um total de 7 taxa contribui para explicar 90% da similaridade destas amostras. Em 2008, as famílias Gobiesocidae, Gobiidae e Tripterygiidae contribuem em mais de 90% para a similaridade das amostras em cada grupo (tanto à superfície como no fundo) (Tabela 4) revelando uma clara diferença inter-anual para a mesma profundidade.

À superfície, as espécies que mais contribuíram foram: *Tripterygion delaisi*, *Lepadogaster candolii* e *Pomatoschistus pictus* (Tabela 4), sendo que a primeira explicou mais de 73% dessa similaridade. Para as amostras recolhidas no fundo nesse ano, 4 espécies pertencentes às mesmas 3 famílias contribuíram para explicar 90% da similaridade entre amostras (Tabela 4)

As larvas que contribuíram mais para a similaridade entre grupos pertencem quase exclusivamente a espécies costeiras que colocam ovos demersais, com a excepção da *Sardina pilchardus*, que coloca ovos pelágicos mas reproduzem-se perto da zona costeira (Tabela 4).

Em termos das espécies mais abundantes, verifica-se que quase todas atingiram o valor máximo de abundância numa amostra de superfície do ano 2007 (Figura 10), à excepção das espécies *Parablennius gattorugine* (valor máximo de abundância numa amostra de superfície do ano 2007 diferente) e *Tripterygion delaisi* (valores máximos numa amostra de superfície do ano 2007 e de superfície no ano 2008).

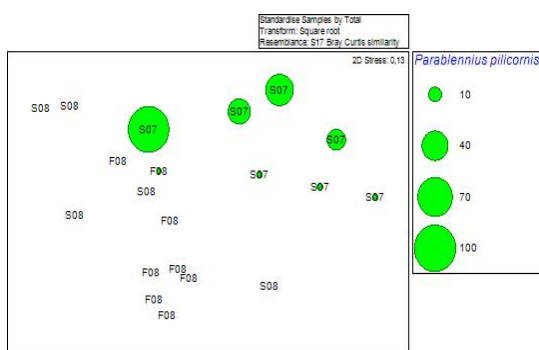
As espécies que apareceram em mais amostras de todos os tratamentos foram essencialmente: *Lepadogaster candolii* e *Lepadogaster lepadogaster*, *Sardina*

pilchardus, *Parablennius pilicornis* e *Parablennius gattorugine*, *Tripterygion delaisi*, *Pomatoschistus pictus*, *Pomatoschistus* sp., *Gobius xanthocephalus*, *Atherina presbyter* e *Symphodus* spp. (Figura 10a e 10b). As espécies *Parablennius pilicornis*, *Parablennius gattorugine* e *Symphodus* spp. apareceram quase que exclusivamente associadas a amostras de superfície de 2007. Por sua vez, os *Pomatoschistus* sp. e *Gobius xanthocephalus* apareceram em amostras de superfície de 2007 e amostras de fundo de 2008 sendo a sua abundância superior em 2007. As espécies *Lepadogaster lepadogaster*, *Lepadogaster candolii* e *Sardina pilchardus* foram as que apareceram em mais amostras, estando presente em todos os tratamentos sendo mais abundantes na superfície 2007 e também no fundo 2008. Quanto à espécie *Tripterygion delaisi* apenas foi registrada em poucas amostras, sendo que o seu número elevado é explicado por uma amostra na superfície de 2007 e duas para a superfície de 2008.

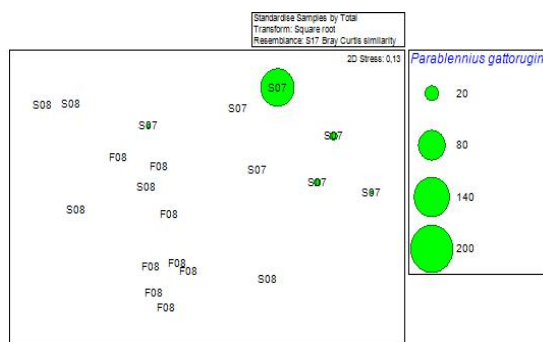
Tabela 4. Resultados da Análise de Percentagem de Similaridade (SIMPER) para fundo e superfície dos anos amostrados (2007 e 2008). Estão representados os valores de similaridade média e a contribuição em percentagem das espécies mais representativas para a similaridade média dentro de cada grupo, depois de uma transformação raiz quadrada e um corte para contribuições de 90%.

Taxa	Similaridade média	Desvp	Contribuição %	Cumulativo %
Superfície 2007	43,46			
<i>Parablennius pilicornis</i>	13,01	2,22	29,94	29,94
<i>Sardina pilchardus</i>	10,81	1,1	24,86	54,8
<i>Lepadogaster candolii</i>	6,08	1,29	13,99	68,78
<i>Parablennius gattorugine</i>	4,58	0,64	10,55	79,33
<i>Tripterygion delaisi</i>	2,21	0,49	5,07	84,4
<i>Atherina presbyter</i>	1,58	0,57	3,63	88,04
<i>Pomatoschistus</i> sp.	1,37	0,56	3,14	91,18
Superfície 2008	42,94			
<i>Tripterygion delaisi</i>	31,72	1,1	73,89	73,89
<i>Lepadogaster lepadogaster</i>	4,51	0,78	10,51	84,39
<i>Pomatoschistus pictus</i>	3,11	0,56	7,24	91,64
Fundo 2008	56,7			
<i>Lepadogaster candolii</i>	19,27	5,97	33,99	33,99
<i>Pomatoschistus pictus</i>	14,75	1,58	26,02	60,01
<i>Tripterygion delaisi</i>	11,22	1,35	19,78	79,78
<i>Gobius xanthocephalus</i>	5,89	0,94	10,38	90,17

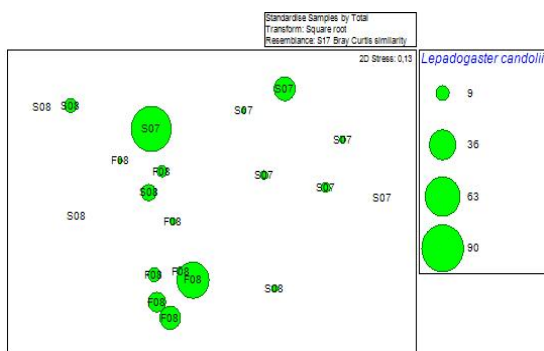
Parablennius pilicornis



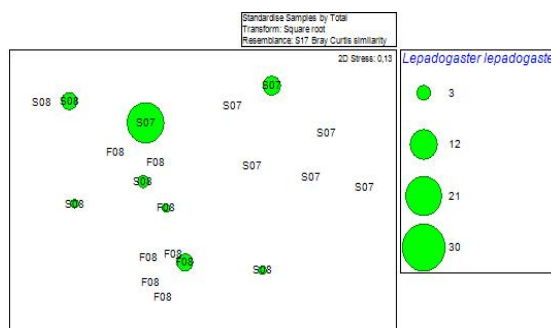
Parablennius gattorugine



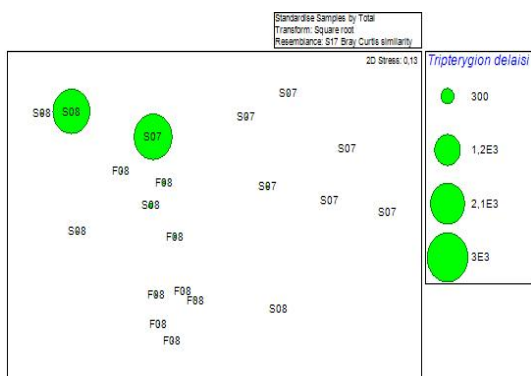
Lepadogaster candolii



Lepadogaster lepadogaster



Tripterygion delaisi



Sardina pilchardus

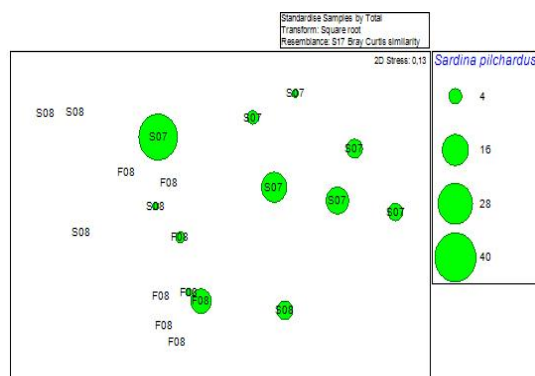
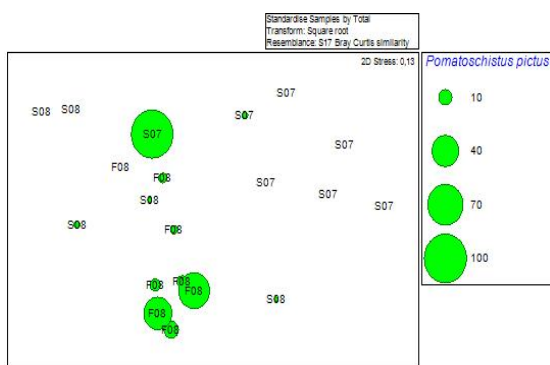
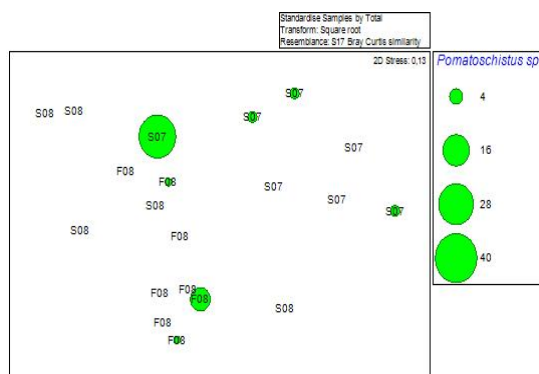


Figura 10a – Gráficos “MDS 2-D Bubble” (stress mínimo de 0,13) para as espécies mais abundantes nas amostras (*Parablennius pilicornis*, *Parablennius gattorugine*, *Lepadogaster candolii*, *Lepadogaster lepadogaster*, *Tripterygion delaisi* e *Sardina pilchardus*). S07- Superfície 2007, F08- Fundo 2008 e S08- Superfície 2008.

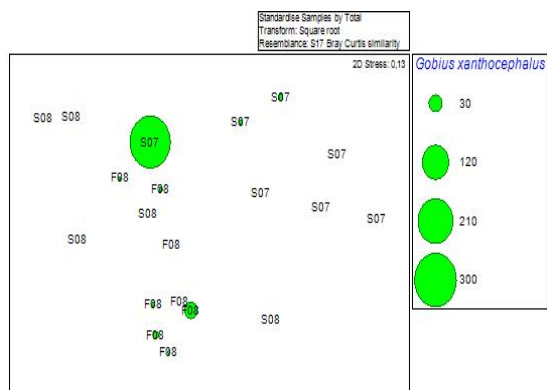
Pomatoschistus pictus



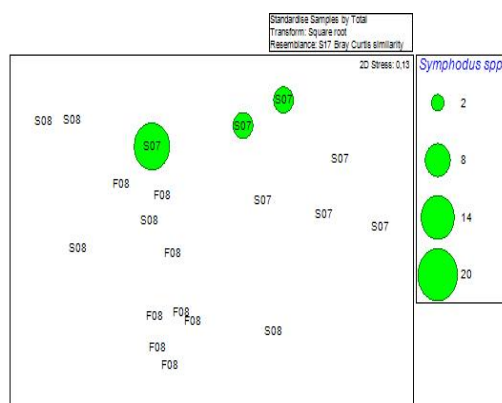
Pomatoschistus sp.



Gobius xanthocephalus



Symphodus spp.



Atherina presbyter

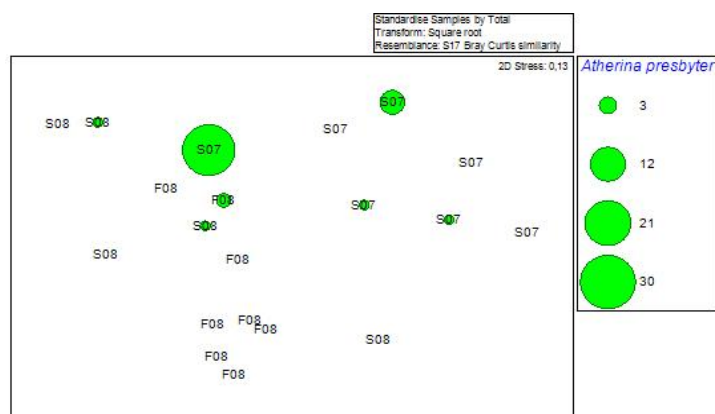


Figura 10b - Gráficos “MDS 2-D Bubble” (stress mínimo de 0,13) para as espécies mais abundantes nas amostras (*Pomatoschistus sp.*, *Pomatoschistus pictus*, *Gobius xanthocephalus*, *Symphodus spp.*, *Atherina presbyter*). S07- Superfície 2007, F08- Fundo 2008 e S08- Superfície 2008.

3.4. Padrões ontogenéticos de distribuição vertical

As larvas provenientes das amostras de 2008 eram, em média, maiores do que as larvas das amostras de superfície de 2007. Apesar de a diferença entre superfície e fundo do ano 2008 não ser grande, a diferença entre os anos 2007 e 2008 é notória (Figura 11). Através de análise estatística foi possível observar que houve diferenças significativas entre os 3 tratamentos ($F=190,32$; $S07 \times F08$; $S07 \times S08$; $F08 \times S08$; $p < 0,001$). Este padrão ocorre especialmente para a espécie *Tripterygion delaisi*, as restantes espécies em geral apresentaram um tamanho médio superior no fundo em relação à superfície (Tabela 5).

Na superfície, do ano 2007 para 2008 verificou-se um aumento significativo do tamanho médio das espécies (Tabela 5)

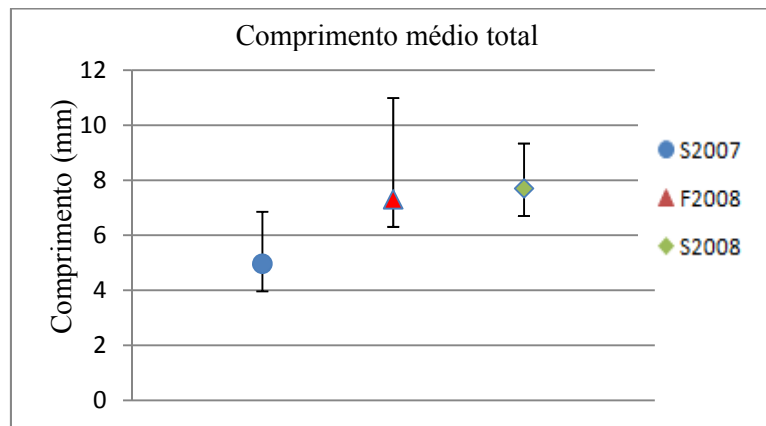


Figura 11 - Valor médio do comprimento da notocorda (pré-flexão) ou standard em mm e respectivo desvio-padrão (barras de erro) em cada ano e profundidade amostrados (2007 Superfície: Max-min=2-23, N=3681; 2008 Superfície: Max-min=3-26, N=2547; 2008 Fundo: Max-min=3-26, N=371).

Resultados

Tabela 5 – Composição por espécies e valores médios de comprimento standard ou comprimento da notocorda caso a larva esteja em pre flexão (em mm) e os respectivos, desvio-padrão e mínimos e máximos.

Família	Espécie	A-2007 (N=7) Superfície				B-2008 (N=9) Fundo				C-2008 (N=5) Superfície				Estat	Teste post hoc
		Média	Desvp	Min-Max	N	Média	Desvp	Min-Max	N	Média	Desvp	Min-Max	N		
Atherinidae	<i>Atherina presbyter</i>	8,81	(1,79)	4,5-11,5	34	6,50	(2,12)	5-8	2	7,50	(0,71)	7-8	2	---	---
Blennidae	<i>Lipophrys pholis</i>	4,5	---	---	1	---	---	---	---	5,00	---	---	1	---	---
	<i>Parablennius gattorugine</i>	3,96	(1,08)	3-16	136	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Parablennius pilicornis</i>	2,53	(0,35)	1,5-3,5	191	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	12,57	(4,72)	3-23	68	14,86	(2,31)	12-20	11	12,90	(3,15)	7,5-15,5	5	H=4,37 <i>ns</i>	---
Gobiesocidae	<i>Apletodon dentatus</i>	3,5	---	---	1	6,28	(1,00)	5-8	9	---	---	---	---	---	---
	<i>Lepadogaster candolii</i>	4,22	(0,57)	3-5,5	117	4,58	(0,59)	3-6	98	4,61	(0,36)	3,5-5	19	F=4,97**	AxB***;AxC*
	<i>Lepadogaster lepadogaster</i>	4,83	(1,49)	3-7,5	27	4,75	(1,50)	4-7	4	4,64	(1,31)	3-6,5	7	F=0,39 <i>ns</i>	---
Gobiidae	<i>Gobiidae</i> spp	1,50	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Gobius</i> spp	---	---	---	---	6,00	(0,00)	---	2	---	---	---	---	---	---
	<i>Gobius paganellus</i>	---	---	---	---	6,00	---	---	1	---	---	---	---	---	---
	<i>Gobius</i> tipo niger/paganellus	3,28	(0,57)	2,5-4,5	9	4,50	---	---	1	---	---	---	---	---	---
	<i>Gobius xanthocephalus</i>	3,19	(0,80)	2-6	270	4,86	(1,84)	3-11	38	---	---	---	---	Z=-7,55***	---
	<i>Gobius</i> sp1	3,00	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Gobiusculus flavescens</i>	---	---	---	---	21,42	(5,41)	11-26	6	26,00	---	---	1	---	---
	<i>Pomatoschistus pictus</i>	4,74	(1,78)	2,5-9	93	9,29	(2,32)	5-15	125	6,25	(2,33)	4-8,5	4	F=4,77***	AxB***;AxC*;BxC***
	<i>Pomatoschistus</i> sp.	3,96	(1,09)	2,5-6,5	25	4,96	(0,96)	3-6	12	---	---	---	---	---	---
	Labridae	<i>Ctenolabrus ruprestis</i>	7,00	(0,00)	---	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Symphodus</i> sp1	5,81	(0,46)	5-6,5	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Symphodus</i> spp	2,81	(0,29)	2,5-3,5	24	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Symphodus melops</i>	6,75	(0,29)	6,5-7	4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Symphodus roissali</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	5,50	---	---	1	---	---
Sparidae	<i>Boops boops</i>	7,25	(1,77)	6-8,5	2	10,17	(0,29)	10-10,5	3	8,50	(0,00)	---	2	---	---
	<i>Diplodus sargus</i>	4,00	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Oblada melanura</i>	4,00	---	---	1	4,00	---	---	1	---	---	---	---	---	---
	<i>Pagrus pagrus</i>	3,00	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Sarpa salpa</i>	5,50	(0,71)	5-6	2	---	---	---	---	6,00	---	---	1	---	---
Trypterygiidae	<i>Trypterygion delaisi</i>	5,23	(1,09)	3-13	2387	7,16	(2,42)	3,5-11,5	31	7,72	(1,54)	3-13	2337	F=56,61***	AxB***;AxC***;BxC*

F= valor da ANOVA 1-way; H= ANOVA Kruskal-Wallis; Z= valor do teste *U* de Mann-Whitney; *ns* – não significativo.

* P < 0,05; ** P < 0,01; ***P < 0,001.

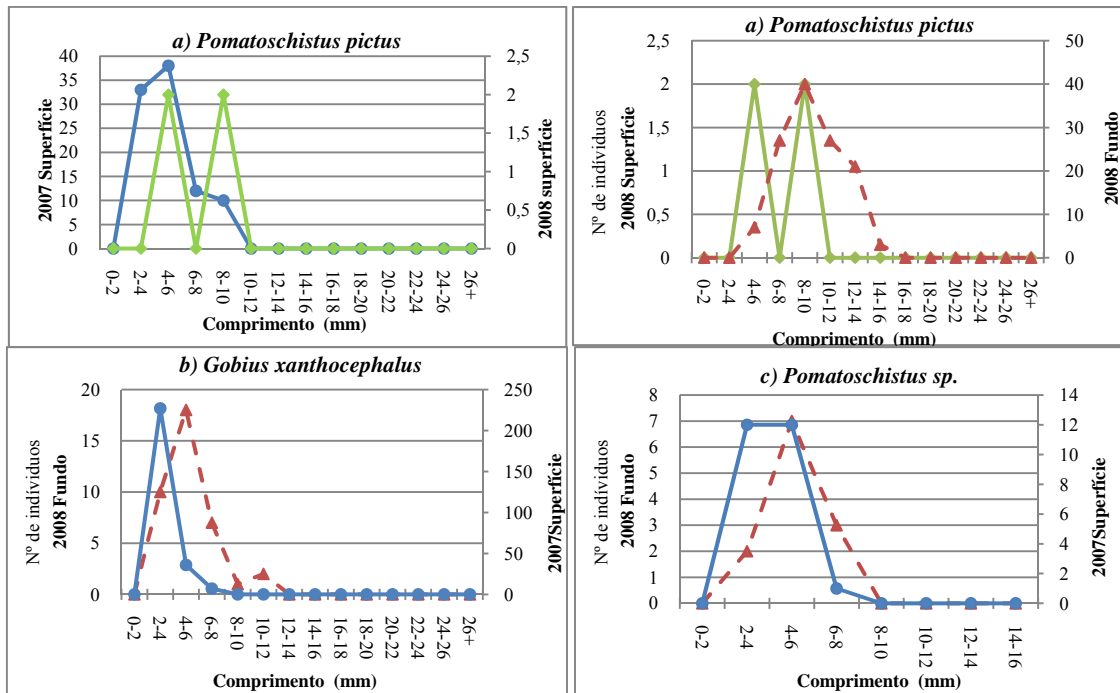
Para a maioria das espécies verifica-se um aumento de tamanho do ano 2007 para o ano 2008 (Tabela 5), com a excepção dos Gobiesocidae (*Lepadogaster candolii* e *Lepadogaster lepadogaster*) que não apresentam grandes diferenças, tanto em termos de tamanho médio assim como na distribuição por classes de tamanho (Figura 12a). Ainda assim para *Lepadogaster candolii* verificaram-se diferenças significativas entre as amostras de superfície de 2007 e fundo 2008 (Tabela 5). Para as espécies *Pomatoschistus pictus*, *Pomatoschistus sp.*, *Gobius xanthocephalus*, *Sardina pilchardus* e *Triptyerygion delaisi*, no ano 2008 verificou-se um aumento do tamanho médio assim como de ocorrência de larvas maiores (Figura 12a e 12b), mas apenas para as espécies *Pomatoschistus pictus*, *Gobius xanthocephalus* e *Triptyerygion delaisi* é que estas diferenças foram significativas (Tabela 5).

Quando comparadas as diferentes profundidades do ano 2008, verificou um padrão de larvas mais pequenas à superfície e maiores no fundo para as espécies mais abundantes no fundo com a excepção dos *Triptyerygion delaisi* (Figura 12b). Esta espécie em particular demonstra tamanhos médios ligeiramente (mas significativamente) superiores à superfície do que em relação ao fundo, em 2008 (Tabela 5). Registaram-se para esta espécie diferenças significativas entre todos os tratamentos sendo estas mais acentuadas entre a superfície em 2007 e as outras duas situações (Tabela 5). No entanto, apesar de no fundo em 2008 se encontrarem também algumas larvas na classe de tamanho 10-12 mm, o pico maior de larvas ocorre entre os 4-6 mm, tal como na superfície em 2007.

Para as restantes espécies em que é possível comparar as duas profundidades, verifica-se exactamente o contrário sendo as larvas maiores no fundo do que na superfície. É possível verificar esse padrão para as espécies, *Pomatoschistus pictus* e *Sardina pilchardus* (Figura 12a e 12b). Quanto às espécies de Gobiesocidae presentes apenas se verificaram diferenças significativas entre profundidades, tanto para o tamanho médio assim como para a predominância de classes de tamanho maiores por parte de um dos tratamentos, para a espécie *Lepadogaster candolii* (Figura 12a e Tabela 5). Dentro desta família observaram-se a presença de larvas com classes de tamanho iguais em anos e profundidades diferentes. Ainda assim, para as espécies *Lepadogaster lepadogaster*, *Lepadogaster candolii*, *Triptyerygion delaisi*, *Sardina pilchardus* e *Pomatoschistus pictus*, existe uma coincidência de algumas classes de tamanho em ambos os anos e igualmente no fundo e superfície.

Gobiidae

2007 Superfície 2008 Fundo 2008 Superfície



Gobiesocidae

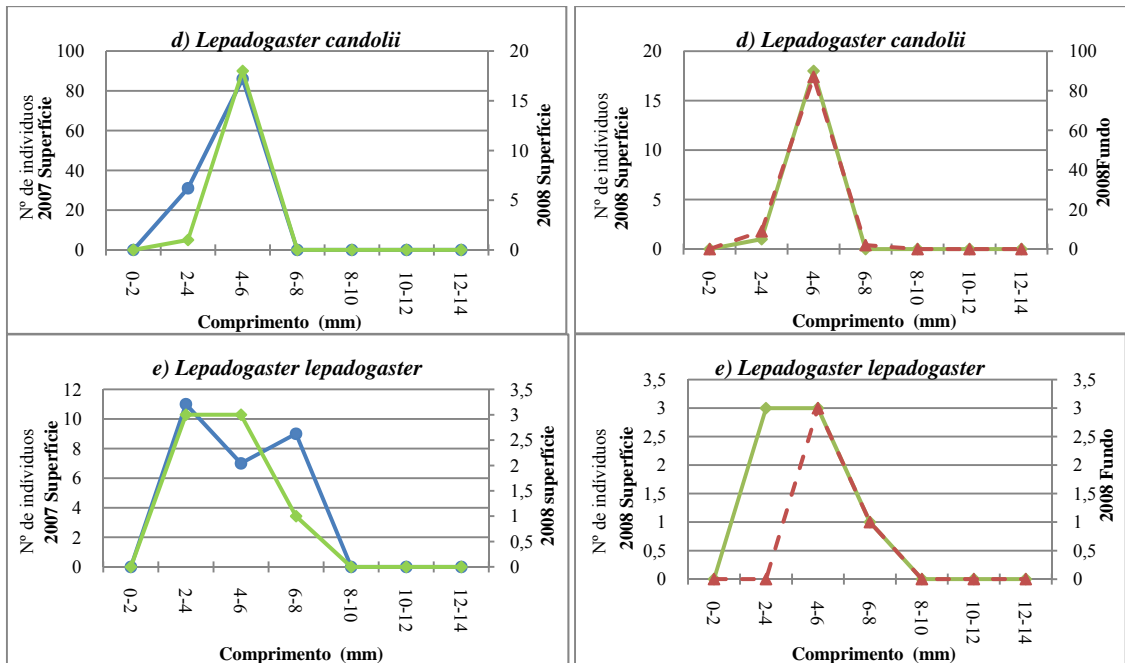
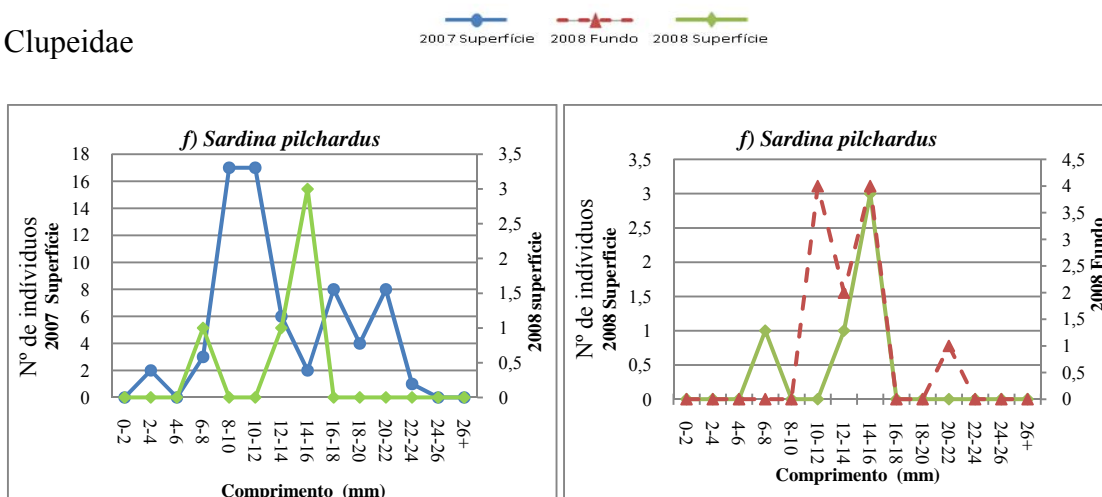


Figura 12a – Distribuição por classes de tamanho das espécies (Gobiidae e Gobiesocidae) que ocorrem em ambos os anos ou nas duas profundidades: a) *Pomatoschistus pictus*; b) *Gobius xanthocephalus*; c) *Pomatoschistus sp.*; d) *Lepadogaster candolii*; e) *Lepadogaster lepadogaster*.

Clupeidae



Tripterygiidae

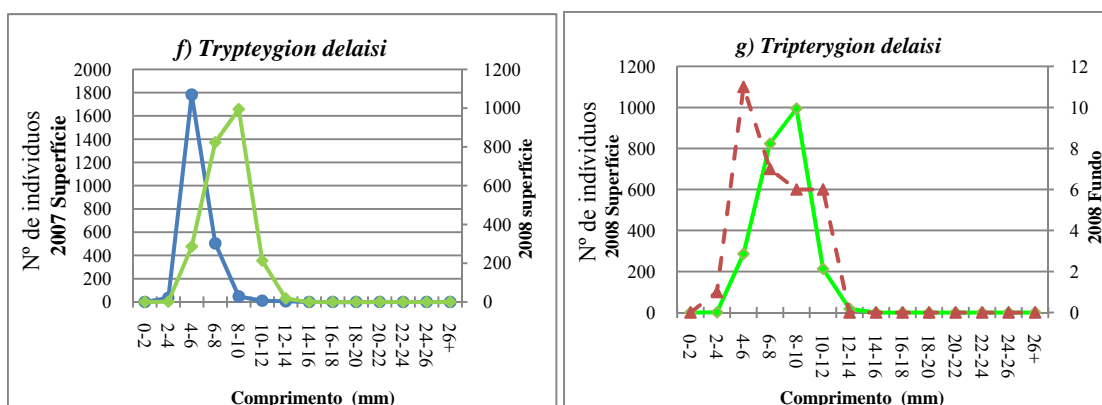


Figura 12b - Distribuição por classes de tamanho das espécies (Clupeidae e Tripterygiidae) que ocorrem em ambos os anos ou nas duas profundidades: f) *Sardina pilchardus*; g) *Tripterygion delaisi*.

Em relação ao estado de desenvolvimento larvar, tendo em conta a flexão da notocorda, verificou-se que as amostras de 2007 à superfície apresentavam um grande número de larvas ou em pré-flexão ou no início desta (86,24%) (Figura 13).

Quanto ao ano 2008, para o fundo, este apresentou em média percentagens iguais para todos os estados de flexão, com a exceção de pós-flexão (38,78%). O que demonstra que houve um aumento de 2007 para 2008 de larvas mais desenvolvidas. Em relação a 2008 para a superfície houve um domínio de larvas, que já se encontravam em flexão ou com esta completada (94,65%) (Figura 13). Os indivíduos em pré-flexão apenas representam cerca de 5% da totalidade da amostra.

Quando comparadas entre si, as amostras de 2008, é possível observar uma maior percentagem de larvas com a flexão já completa no fundo em relação à superfície.

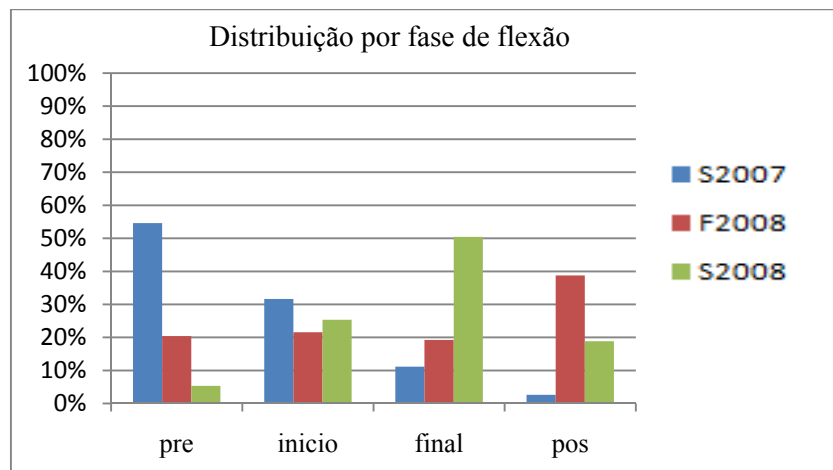


Figura 13 - Distribuição por fase de flexão do notocorda, em valores totais percentuais, para cada ano e profundidade.

Individualmente verificaram-se alguns padrões interessantes para as espécies mais representativas das amostras.

Para os *Gobius xanthocephalus* todos as fases de desenvolvimento estão presentes, sendo a abundância de larvas em pré e inicio de flexão mais significativa para o ano 2007 à superfície e 2008 no fundo (Figura 14a).

Os *Pomatoschistus sp.* e *Pomatoschistus pictus* em 2007 apresentam um padrão semelhante sendo as fases inicial e final da flexão as mais representadas. Em 2008 surge um novo padrão sendo a fase final e pós-flexão as mais representadas. (Figura 14a).

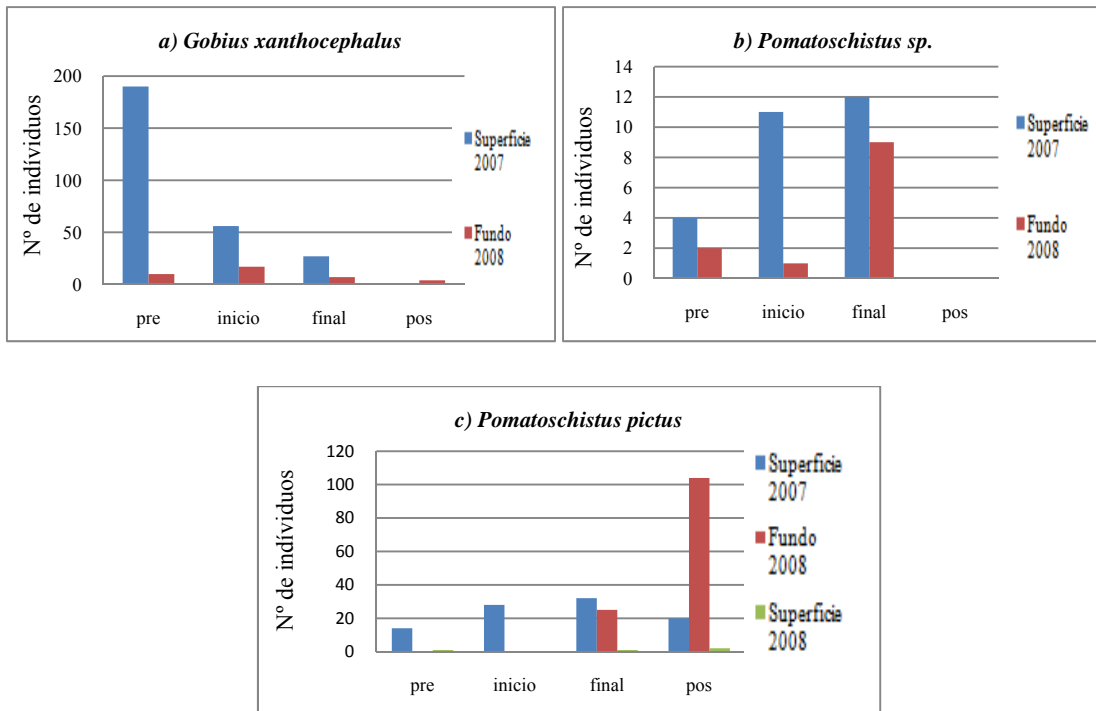
Para *Symphodus L.*, apenas larvas em pré-flexão foram recolhidas, enquanto que para *Symphodus A* todas se encontravam ou na fase final de flexão ou em pós-flexão (Figura 14a).

A espécie pelágica mais representada neste estudo, *Sardina pilchardus*, apresenta um padrão em que para ambos os anos e profundidades se verifica uma predominância de larvas em fases mais desenvolvidas (Figura 14b).

Outra espécie cujo padrão se destaca é *Tripterygion delaisi*. Anualmente verificaram-se diferenças, sendo em 2007 as fases inicial e de pré-flexão mais representadas. Ao invés em 2008 as mais representadas são a fase final e de pós-flexão. Quanto à superfície regista-se o mesmo padrão do fundo em 2008 (Figura 14b).

As espécies da família Blenniidae presentes neste estudo (*Parablennius gattorugine* e *Parablennius pilicornis*) são representadas na sua maioria por larvas em pré-flexão não se tendo registado estados de desenvolvimento mais avançados (Figura 14b).

Gobiidae



Labridae

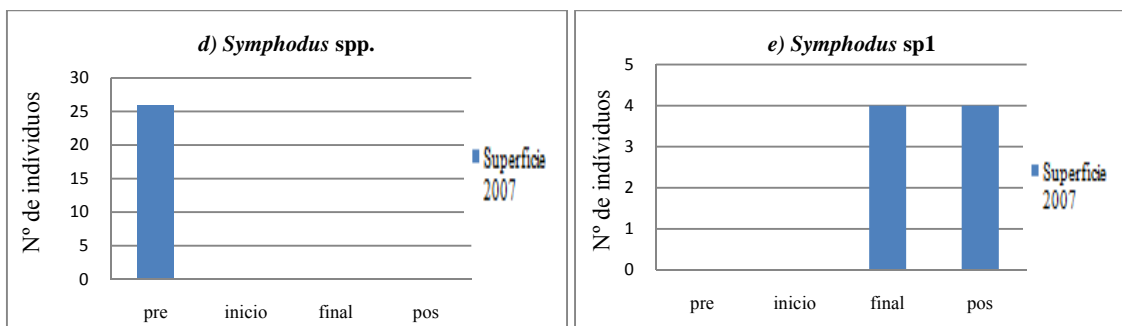
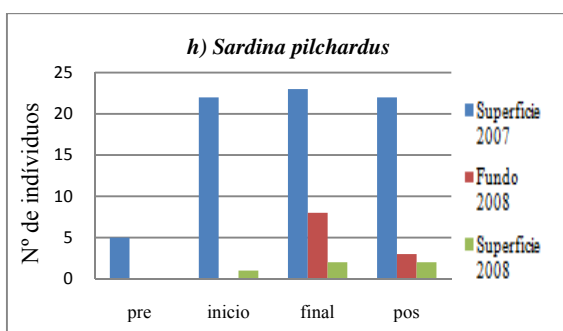


Figura 14a – Distribuição por fase de flexão do notocorda (Gobiidae e Labridae), em valores totais, para cada ano e profundidade das espécies mais abundantes nas amostras: a) *Gobius xanthocephalus*; b) *Pomatoschistus sp.*; c) *Pomatoschistus pictus*; d) *Symphodus spp.*; e) *Symphodus sp1*.

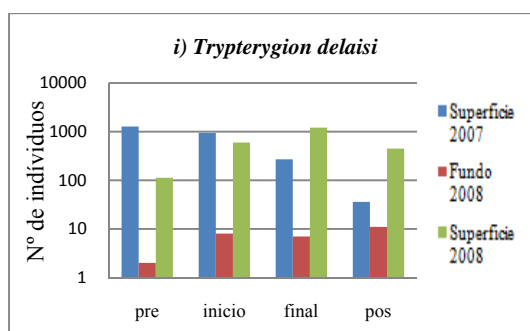
Gobiesocidae



Clupeidae



Tripterygiidae



Blenniidae

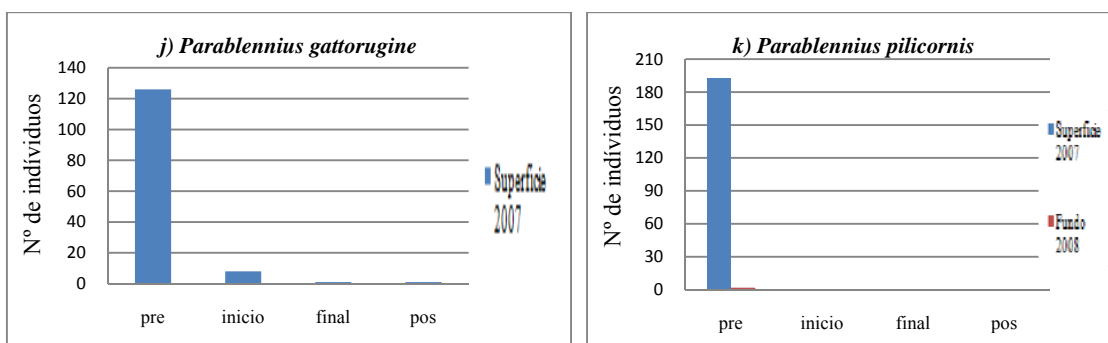


Figura 14b – Distribuição por fase de flexão do notocorda (Gobiesocidae, Clupeidae, Tripterygiidae e Blenniidae), em valores totais, para cada ano e profundidade das espécies mais abundantes nas amostras: f) *Lepadogaster lepadogaster*; g) *Lepadogaster candolii*; h) *Sardina pilchardus*; i) *Tripterygion delaisi* (o eixo dos yy encontra-se em escala logarítmica devido aos elevados valores); j) *Parablennius gattorugine*; k) *Parablennius pilicornis*.

4. Discussão e Conclusão

As assembleias larvares recolhidas neste estudo eram compostas exclusivamente por espécies costeiras que colocam ovos demersais e algumas espécies que se encontram perto de costa com ovos pelágicos. As espécies bentónicas com ovos demersais mais abundantes pertencem às famílias Blenniidae, Gobiidae, Gobiesocidae, Tripterygiidae e Labridae. Os Clupeidae (*Sardina pilchardus*), Sparidae e uma espécie de Labridae (*Ctenolabrus ruprestris*) constituem a excepção, colocando ovos pelágicos. Estes resultados encontram-se de acordo com a composição de espécies adultas que habitam o local de estudo, descrita pelo estudo de Henriques *et al.* (1999) e de acordo com os trabalhos realizados na Arrábida por Beldade *et al.* (2006), Borges *et al.* 2007a, b). Contudo, estes trabalhos tiveram um maior número de espécies e famílias o que poderá dever-se às diferentes metodologias utilizadas.

Neste estudo a família Tripterygiidae representou cerca de 78% do número total de larvas, seguida de Gobiidae (9%), Blenniidae (5%), Gobiesocidae (4%) e Clupeidae (1%). Estes resultados vão de encontro aos obtidos por diversos estudos efectuados na zona costeira em águas temperadas em diversos pontos do mundo (Brogan, 1994; Hickford e Schiel, 2003; Sabatés *et al.*, 2003; Borges *et al.*, 2007a; Pattrick e Strydom, 2008; Lopez-Sanz *et al.*, 2009).

O estudo realizado por Sabatés *et al.* 2003 no Mediterrâneo obteve que as assembleias larvares da zona costeira eram essencialmente constituídas pelas famílias Gobiidae, Sparidae, Labridae e Tripterygiidae.

Em 2007, Borges *et al.* apresenta resultados semelhantes sendo as assembleias larvares constituídas maioritariamente pelas mesmas famílias presentes no estudo de Sabatés *et al.* 2003. Outro estudo realizado em 2006 por Beldade *et al.* apresenta composições semelhantes para as assembleias larvares para a zona costeira no Parque Marinho da Arrábida.

Mais recentemente, um estudo realizado na África do Sul por Pattrick e Strydom (2008) apresenta resultados semelhantes em termos de composição das assembleias larvares, tal como os estudos indicados anteriormente.

Contrariamente ao que se verifica nos estudos referenciados anteriormente, a Família Gobiesocidae apresentou valores de abundância altos, distribuídos por 3 espécies: *Lepadogaster candolii*, *Lepadogaster lepadogaster* e *Apletodon dentatus*. Obtiveram-se resultados semelhantes, ao nível de famílias, num estudo efectuado por Hickford e Schiel (1999) mas com espécies diferentes. Estes resultados podem dever-se também ao facto de os métodos (arrastos de plâncton) de amostragem serem diferentes do método (armadilhas de luz) utilizado neste estudo e no de Hickford e Schiel (1999). O estudo realizado por Brogan (1994), na Califórnia com armadilhas de luz, apresenta resultados semelhantes ao deste trabalho, com a abundância “nearshore” de famílias como os Gobiidae, Tripterygiidae e Gobiesocidae muito elevada.

As espécies de Gobiesocidae desenvolvem-se muito rapidamente e apresentam PLD muito curtos (15 dias para *Apletodon dentatus* e 13 dias para *Lepadogaster candolii*; Raventós e Mcpherson 2001; Beldade *et al.*, 2007), indicando um desenvolvimento rápido das larvas. O facto de estas larvas serem capturadas em menor número nas redes, pode dever-se a um evitamento das redes (Hickford e Schiel 1999). Também existe a possibilidade de começarem a explorar a camada hiperbêntica numa fase inicial do seu desenvolvimento, fototaxia elevada desde o início para os indivíduos desta família ou capacidades natatórias bastante desenvolvidas (Hickford e Schiel 1999; Faria e Gonçalves 2010).

As armadilhas de luz são selectivas no tipo de larvas que capturam (Brogan, 1994; Hickford e Schiel, 1999; Hickford e Schiel, 2003). Pode-se concluir que o uso de armadilhas de luz para a amostragem de assembleias larvares “nearshore” permite a recolha de algumas espécies, nomeadamente da família Gobiesocidae que não se obtém nos arrastos de plâncton (Borges *et al.*, 2007a; Patttrick e Strydom, 2008; Lopez-Sanz *et al.*, 2009).

Apesar de não haver diferenças na estrutura global entre superfície e fundo em 2008, existem algumas espécies com padrões claramente diferentes. Para a família Gobiidae a abundância foi sempre maior no fundo do que na superfície, sendo que poucas espécies foram recolhidas em ambas as profundidades (*Gobiusculus flavescens* e *Pomatoschistus pictus*). Desta família há a destacar as espécies *Gobius xanthocephalus* e *Pomatoschistus pictus* que apresentaram padrões de maior abundância no fundo do que na superfície. Tal como acontece para os Gobiidae, a família Gobiesocidae

(*Lepadogaster candolii*, *Lepadogaster lepadogaster*, *Apletodon dentatus*) registou o mesmo padrão mas para outras espécies, particularmente *Tripterygion delaisi* o padrão obtido foi de maior abundância na superfície do que no fundo. Estes resultados coincidem com os obtidos por Beldade *et al.* (2006) e Borges *et al.* (2007a) que registaram para a mesma área de estudo padrões semelhantes. Todos estes factos parecem indicar que as larvas de algumas espécies escolhem selectivamente a profundidade a que se situam, o que destaca a importância do comportamento neste processo.

Em relação aos padrões de abundância relativamente à espécie *Tripterygion delaisi*, registaram-se números elevados de larvas desta espécie à superfície, sendo estes resultados obtidos semelhantes aos estudos realizados por Borges *et al.*, 2007a; Borges *et al.*, 2009; Vaz, 2009), em que todos eles indicam uma maior abundância de larvas desta espécie à superfície. Ainda assim, uma vez que o fundo não foi amostrado durante o ano 2007, é difícil avaliar a distribuição vertical nesse ano. Já em 2008, registou-se uma maior abundância de larvas de *Tripterygion delaisi* à superfície do que no fundo. Estes resultados encontram-se de acordo com os obtidos nos estudos realizados para esta zona (Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007a; Borges *et al.*, 2009; Vaz, 2009). Em termos de desenvolvimento larvar, foram capturadas larvas de todos os estados de torção considerados neste estudo. Vaz (2009) obtém porém apenas 1 larva em estado de pós-torção, resultados contrários aos obtidos neste estudo, devendo-se este facto provavelmente aos diferentes métodos (arrastos de plancton e armadilhas de luz) de amostragem utilizados nos dois trabalhos.

Apesar da grande abundância de larvas de *Tripterygion delaisi* na superfície em 2007, a sua contribuição para a similaridade entre amostras foi baixa mas o número de amostras era também reduzido. Estes resultados parecem apontar para a possibilidade de as larvas desta espécie se agregarem em cardumes.

As larvas dos gobídeos *Pomatoschistus pictus*, foram mais abundantes no fundo do que à superfície, à semelhança dos resultados encontrados em estudos anteriores. Por outro lado, a abundância de *Gobius xanthocephalus* foi maior à superfície em 2007. Este resultado parece contrariar os resultados de trabalhos anteriores (eg. Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007a). No entanto, este resultado deve-se essencialmente à grande abundância de larvas em apenas uma das amostras recolhidas em 2007, esta amostra

apesar de ter sido colocada junto ao fundo, foi recolhida a uma profundidade menor do que as colocadas em 2008, o que poderá explicar não apenas a grande abundância de larvas de gobídeos, mas também de outras espécies que em trabalhos anteriores foram encontradas preferencialmente junto ao fundo (como os labrideos do género *Symphodus* ou os Gobiesocideos, *Lepadogaster lepadogaster*). Assim não é de excluir que essas larvas sejam de facto mais abundantes junto ao fundo e que esse padrão possa estar relacionado com processos oceanográficos de pequena escala, comportamento específico ou interacção entre estes factores como sugerido por Beldade *et al.* (2006).

Em termos de diversidade, verificou-se que as amostras recolhidas em 2008 no fundo eram claramente distintas das de 2008 para a superfície. As amostras do fundo apresentavam maior diversidade específica quando comparadas com as amostras de superfície. Este resultado está de acordo com o obtido por Borges *et al.* (2009). No entanto, quando comparada a diversidade taxonómica esta foi maior na superfície do que no fundo, o que pode significar que para a superfície existe uma maior riqueza de espécies mais afastadas taxonomicamente e que no fundo se verifica o contrário, em que, apesar da menor diversidade H' , se encontra um maior número de espécies taxonomicamente próximas. Este facto poderá ser explicado por padrões de história vital semelhantes entre as espécies capturadas.

Alguns estudos efectuados em ambiente costeiro obtiveram resultados em que a diversidade entre diferentes profundidades não variou. Exemplo disso é o estudo realizado por Sponaugle *et al.* (2003) cujos resultados apontam para a inexistência de diferenças entre as profundidades. Outro estudo realizado por Beldade *et al.* (2006) obteve resultados semelhantes, no actual Parque Marinho da Arrábida. Contudo, alguns estudos demonstram o contrário.

Borges *et al.* (2007a) nesta área, apresenta resultados consistentes com este estudo, indicando a possibilidade de as assembleias larvares da zona costeira estarem estruturadas verticalmente a uma pequena escala. Contudo, os resultados obtidos indicam uma maior diversidade na superfície do que no fundo, contrariamente aos resultados deste estudo, que indica uma maior diversidade específica nas amostras do fundo. Ainda assim, quanto à diversidade taxonómica esta vai de encontro aos resultados obtidos por Borges *et al.* (2007a) sendo mais alta na superfície do que no fundo.

Estas diferenças podem dever-se aos diferentes métodos de amostragem, visto que neste estudo foram utilizados armadilhas de luz e no estudo de Borges *et al.* (2007a) arrastos de plâncton, tendo também em conta que neste último, o método utilizado para a amostrar a superfície foi diferente do utilizado para o fundo. Assim, pode-se concluir que as armadilhas de luz podem amostrar selectivamente algumas espécies que apresentem uma maior fototaxia e que potencialmente possam evitar as redes de plâncton, sendo assim um excelente método de amostragem para espécies com essas características (Hickford e Schiel 1999).

Quanto a diferenças inter-anuais entre 2007 e 2008 na superfície, foi possível observar que a diversidade H' foi maior em 2007, provavelmente devido à menor profundidade do fundo no local em que as armadilhas foram colocadas que, como discutido acima, poderá ter permitido uma recolha de espécies tanto da superfície como também de espécies que habitualmente se encontram junto ao fundo.

A análise à estrutura das assembleias permitiu detectar uma clara distinção interanual nas amostras de superfície, tendo havido uma alteração das espécies que mais contribuíram para a similaridade entre amostras. Em 2007, na superfície, as espécies que mais contribuíram para a similaridade foram: *Sardina pilchardus*, *Parablennius pilicornis*, *Lepadogaster candolii*, *Parablennius gattorugine*, *Tripterygion delaisi*, *Pomatoschistus sp.*, *Atherina presbyter* e *Symphodus A.* Em 2008, o número de espécies que mais contribuíram para a similaridade, entre as amostras, foi consideravelmente menor (apenas *Pomatoschistus pictus*, *Tripterygion delaisi*, *Lepadogaster lepadogaster*).

A maior distinção observou-se entre a estrutura das amostras de superfície 2007 e do fundo em 2008. A comparação entre diferentes profundidades em 2008 não foi muito nítida graficamente, devido ao reduzido número de amostras. Ainda assim, foram detectadas diferenças significativas na estrutura das assembleias entre as amostras de 2007 e as de 2008 e também entre a superfície e o fundo em 2008, destacando a existência de padrões interanuais na estrutura das assembleias de larvas, que pode potencialmente afectar a variabilidade do recrutamento local. Também se conclui a existência de padrões verticais de pequena escala, que podem ser relevantes para a retenção de larvas localmente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Hickford e Schiel (1999). O estudo de Borges *et al.* (2007a) também obteve resultados semelhantes mas na superfície e com arrastos de plâncton. Este estudo ainda obteve resultados que comprovam a distinção entre as assembleias larvares encontradas na superfície e fundo para o mesmo local de estudo.

Existem vários factores que podem contribuir para explicar as diferenças inter- anuais registadas neste estudo. Alguns processos oceanográficos como upwelling, correntes, diferenças de temperatura ou ventos fortes (revisões de Cowen 2002; Sponaugle *et al.*, 2002) podem contribuir para essas diferenças. Os processos biológicos como por exemplo os padrões de desova dos adultos, também constituem uma fonte de variação (Pineda *et al.*, 2007). Apesar disso, neste estudo não foi possível apurar quais os processos que mais contribuíram para essas variações e a que extensão ocorreram. Trabalhos futuros deverão considerar a relação entre estes factores e essa variabilidade.

O facto de se ter analisado um reduzido número de amostras também poderá ter de alguma forma condicionado os resultado obtidos. No entanto, os resultados aqui discutidos apontam para tendências importantes na variabilidade que pode ocorrer nas assembleias de larvas.

Quanto aos padrões ontogenéticos, obtiveram-se também resultados interessantes. As larvas recolhidas à superfície e junto ao fundo em 2008, eram maiores em 2007 à superfície. As diferenças entre os valores médios à superfície e no fundo em 2008 não são tão acentuadas, variando em apenas 0,4 mm. No entanto, a maioria das larvas capturadas no fundo eram essencialmente larvas pequenas entre os 4-6 mm SL tal como à superfície em 2007.

Como foi registado em 2007a por Borges *et al.* esta espécie geralmente exhibe tamanhos maiores à superfície e menores no fundo, contrariamente ao que se verifica para as restantes espécies. Os resultados obtidos em 2007 podem, mais uma vez, talvez dever-se à baixa profundidade dos locais amostrados.

Para a maioria das espécies que ocorreram à superfície nos dois anos amostrados, as larvas capturadas em 2008 eram maiores. Para os Gobiesocidae registaram-se tamanhos semelhantes em ambos os anos e profundidades, com a excepção de *Apletodon dentatus*, em que se registou um aumento. Estes resultados

poderão traduzir diferentes padrões de postura entre anos ou às datas localizadas de recolha. Como referido anteriormente, as espécies desta família apresentam PLD curtos, o que dificulta a recolha de indivíduos de diferentes classes de tamanho.

Os resultados deste trabalho mostram que as amostras de 2008 na superfície apresentavam larvas mais desenvolvidas do que no fundo. Apesar disso as amostras de fundo apresentaram, em termos gerais, percentagens iguais de todos os estados de desenvolvimento com a pós-flexão a assumir principal destaque (38,78%). Para a superfície, dominaram as fases final e de pós-flexão (69,28%).

Estes resultados são antagónicos aos obtidos por Borges *et al.* (2007a) para a mesma área. Uma possível explicação para esses resultados pode dever-se às diferentes metodologias utilizadas. Como é possível observar nos estudos de Thorrold (1992), Brogan (1994) e Hickford e Schiel (1999), as armadilhas de luz são selectivas e permitem capturar larvas mais desenvolvidas, que conseguem evitar os arrastos de plâncton. De referir ainda que em 2008, na superfície, o número de espécies que compunha as amostras era inferior às que compunham o fundo. Estes resultados gerais também são grandemente afectados pela enorme abundância de *Tripterygion delaisi*, pois quando os padrões são analisados por espécie os resultados são semelhantes com os obtidos por Borges *et al.* (2007a).

Individualmente, surgiram padrões interessantes como os casos de *Gobius xanthocephalus*, *Pomatoschistus pictus*, *Pomatoschistus* sp., *Symphodus* spp., *Symphodus* sp1., *Sardina pilchardus*, *Tripterygion delaisi*, *Parablennius gattorugine* e *Parablennius pilicornis*.

A espécie *Gobius xanthocephalus* foi registada nas amostras de superfície em 2007 e no fundo em 2008. Para esta espécie, todos os estados de flexão considerados neste estudo estavam presentes. O mesmo acontece para *Pomatoschistus pictus* em 2007, mas não em 2008, o que poderá dever-se ao facto de o período fértil ter ocorrido mais cedo em 2008 do que em 2007, ou ao reduzido número de amostras ou factores oceanográficos. Outra espécie com um padrão semelhante é *Pomatoschistus* sp., com a excepção de não se ter registado larvas em pós-flexão. Os Gobiesocidae presentes neste estudo parecem apresentar um padrão semelhante. Estes resultados parecem indicar como noutros estudos a ocorrência de retenção na zona costeira de algumas espécies

que compõem as assembleias larvares (Brogan 1994; Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007a; Borges *et al.*, 2007b; Patrick e Strydom 2008; López-Sanz *et al.*, 2009).

Para outras espécies como *Parablennius gattorugine* e *Parablennius pilicornis*, apenas foram registadas larvas em pré-flexão estando de acordo com os resultados obtidos por Beldade *et al.* (2006) e Borges *et al.*, (2007a,b), que sugere que os estados mais desenvolvidos desta espécie dispersam para “offshore”. Um estudo mais recente, realizado por López-Sanz *et al.* (2009) permite observar que as larvas de Blenniidae dispersam horizontal para várias zonas ao longo da costa, o que, conjugados com PLDs um pouco mais longos permitem às larvas desta família uma possível dispersão para locais longe do local de desova.

Os padrões verticais obtidos neste estudo para as espécies *Gobius xanthocephalus*, *Pomatoschistus pictus*, *Parablennius gattorugine* e *Lepadogaster candolii* são semelhantes aos encontrados noutros estudos (Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007a; Borges *et al.*, 2009; Vaz, 2009).

Outra família abundante no local de estudo, os Labridae, encontrava-se principalmente representada pelas espécies *Symphodus* spp. e *Symphodus* sp1. Estas larvas essencialmente pequenas (*Symphodus* spp) ou mais desenvolvidas (*Symphodus* sp1), apenas ocorreram à superfície. Devido à sua difícil identificação e ausência no fundo, não foi possível observar padrões ontogenéticos claros.

Outro resultado importante foi o facto de não terem sido capturadas larvas de Labrídeos em 2008. Estes resultados coincidem com os obtidos pelo estudo efectuado por Vaz (2009) no mesmo local de estudo e no mesmo ano, o que contrasta com os dados obtidos por Beldade *et al.* (2006) e Borges *et al.* (2007a,b) em que se verificou uma grande abundância de labrídeos com o mesmo método utilizado por Vaz. Tais resultados podem-se dever grandemente ao possível atraso na época de reprodução devido às más condições climáticas registadas durante o mês de Abril de 2008.

Para outras espécies presentes neste estudo como *Tripterygion delaisi* e *Sardina pilchardus*, foi difícil estabelecer padrões ontogenéticos devido às semelhantes distribuições presentes em todos os tratamentos.

Ainda assim, para a espécie *Sardina pilchardus* registaram-se padrões ontogenéticos semelhantes tanto para superfície como para o fundo, com maior

concentração de larvas à superfície em 2007. A maioria das larvas encontrava-se num estado avançado de desenvolvimento. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos em alguns estudos, que indicam para a presença de larvas mais desenvolvidas à superfície e larvas menos desenvolvidas no fundo. Em relação ao ano 2008 não se verificam diferenças acentuadas entre fundo e superfície. Santos *et al.* (2006) refere para uma maior concentração à superfície desta espécie por apresentar migrações verticais bastante activas durante o período nocturno, período esse que corresponde ao das amostragens realizadas neste estudo. Ainda assim, o estudo realizado por Olivar *et al.* (2001) aponta para padrões em que a concentração de larvas é maior durante o dia na superfície nos primeiros 20 m e à noite esta encontra-se mais dispersa, havendo a possibilidade de ser encontrada em toda a coluna de água quando as profundidades são baixas, o que explica o padrão de 2008. Este facto pode ser explicado pela baixa profundidade dos sítios amostrados, pois alguns estudos demonstram que esta espécie se encontra geralmente num intervalo de profundidades entre os 10-30 m e neste estudo não se amostrou abaixo dos 11m de profundidade. Também a falta de amostras de fundo em 2007, não permite reforçar a existência de padrões verticais naquele ano.

A metodologia utilizada baseada nas armadilhas de luz parece ter grande influência nos resultados obtidos neste estudo, ou para explicar as diferenças encontradas em relação a trabalhos anteriores desenvolvidos no mesmo local. Como é referido anteriormente, esta metodologia permitiu obter resultados semelhantes a outros estudos realizados recorrendo às mesmas. Exemplos disso são os estudos de Brogan (1994) e Hickford e Schiel (1999). Nestes estudos obtiveram-se resultados que apontam para a eficácia das armadilhas de luz na captura de espécies com maior fototaxia e mais desenvolvidas. Apesar disto, as armadilhas parecem amostrar apenas uma parte das assembleias quando comparada com os arrastos de plâncton (Hickford e Schiel 1999). É também de destacar o facto de terem sido capturadas muitas larvas de tamanhos pequenos para algumas espécies (*Gobius xanthocephalus*, *Pomatoschistus pictus*, *Parablennius gattorugine* e *Parablennius pilicornis*) o que demonstra que estas podem apresentar capacidades comportamentais e sensoriais bem desenvolvidas após a sua eclosão.

Quando comparada com estudos mais recentes realizados no Parque Marinho da Arrábida (Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007a; Borges *et al.*, 2007b) esta

metodologia permitiu amostrar algumas espécies pertencentes à família dos Gobiesocidae, enquanto que nesses estudos não foi possível capturar larvas desta família. Como indicado anteriormente, devido ao curto PLD, desenvolvimento avançado à eclosão, possível forte fototaxia das espécies que a compõem e também ao evitamento das redes assim como o facto de poderem estar a explorar os habitats de assentamento.

Os resultados indicam que algumas destas espécies podem completar todo o seu ciclo de vida perto dos recifes rochosos facilitando a retenção. Para algumas das espécies acima referidas foram encontradas larvas em praticamente todas as classes de tamanho consideradas no estudo inclusive larvas com tamanhos iguais ou superiores ao tamanho de assentamento apontado para essas espécies, o que pode significar que algumas espécies continuam a explorar a coluna de água após o assentamento. O tamanho de assentamento destas espécies varia sendo de 17-18 mm para *Pomatoschistus pictus* e 12 mm para *Gobiusculus flavescens*.

A espécie *Tripterygion delaisi* parece apresentar um mecanismo diferente destas larvas. O facto de a sua abundância ser superior à superfície, poderia aumentar a probabilidade de dispersão das larvas desta espécie, contudo, o estudo realizado por Borges *et al.* (2007b) aponta para a existência de retenção nesta espécie. Neste estudo foram também capturadas muitas larvas em todos os estados de desenvolvimento, incluindo larvas em pós-torção, o que sugere que estas larvas possuem capacidades natatórias que possibilitam que estas contrariem as correntes locais, mantendo-se perto da zona costeira. Também podem apresentar migrações verticais durante os períodos em que as correntes são mais fortes evitando assim a sua dispersão. São assim necessários mais estudos para se compreenderem as capacidades comportamentais destas larvas.

Contudo, apesar da aparente evidência de retenção nestas espécies, o PLD pode variar muito mostrando que pode não haver uma relação directa entre o PLD e o grau de dispersão. Tal como é sugerido por Borges *et al.*, (2007a) o PLD pode ser importante para determinar a retenção larvar e afectar a dispersão, mas tendo em conta sempre as capacidades natatórias e sensoriais das diferentes espécies.

Os mecanismos envolvidos na retenção têm sido alvo de variados estudos (e.g. Gray 1993; Brogan 1994; Hickford e Schiel 1999; Sponaugle *et al.*, 2002; Sabatés *et al.*, 2003; Sponaugle *et al.*, 2003; Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007a; Borges *et al.*,

2007b; López-Sanz *et al.*, 2009) em diferentes locais. Este mecanismo é de enorme importância para o auto-recrutamento para algumas das populações de peixes que habitam o “nearshore”. Apesar de a dispersão garantir a conectividade entre populações fechadas, contribui para uma elevada mortalidade, visto que os processos oceanográficos responsáveis pelo transporte larvar podem variar muito, tanto temporal como espacialmente. Assim, a retenção larvar pode permitir que algumas espécies consigam encontrar rapidamente um habitat adequado, aumentando a taxa de sobrevivência (Hickford e Schiel 2003; Beldade *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2007a).

Alguns factores como o reduzido PLD, estratégias de reprodução (tipo de ovo) e capacidades natatórias e sensoriais desenvolvidas contribuem para a retenção larvar. Seria de esperar que algumas espécies com PLD que atinge algumas semanas, nomeadamente alguns Gobiidae, (e.g. Borges *et al.*, 2003 indica 25 dias para *Gobius paganellus*) apresentassem uma maior dispersão, mas tal não se verifica para algumas espécies. Assim, para os *Gobius xanthocephalus* e *Pomatoschistus pictus*, o comportamento parece assim ter grande destaque como possível mecanismo de retenção. Para outras espécies como os Gobiocidae (Raventós e Mcpearson 2001) com PLD curtos, há maior probabilidade de mais fácil e rapidamente se estabelecerem num habitat adequado reduzindo assim, a sua mortalidade.

Outro facto a destacar, são as estratégias de reprodução de algumas espécies. Neste estudo apenas se registaram 6 espécies com ovos pelágicos, sendo que as restantes colocam ovos demersais. Quando comparamos os dois tipos de reprodução pode-se verificar que as larvas de ovos demersais apresentam maior tamanho e desenvolvimento tanto a nível sensorial como morfológico desde a eclosão (Hickford e Schiel 2003). Assim, como sugerido por Sponaugle *et al.* (2002) e Pineda *et al.* (2007) a retenção é mais provável em espécies com estas estratégias. Mas mesmo assim há espécies que se dispersam, o que indica, mais uma vez, que os padrões comportamentais são de grande importância e que variam muito de espécie para espécie.

As capacidades sensoriais e natatórias das larvas assumem a maior importância neste contexto. Nas larvas mais desenvolvidas e em alguns casos em larvas pouco desenvolvidas, estas capacidades podem permitir que a larva influencie activamente a sua posição na coluna de água, podendo mesmo em alguns casos evitar condições menos favoráveis à sua sobrevivência (predação, fontes de alimento, correntes). Vários

estudos têm sido realizados ao longo dos anos que comprovam que para algumas espécies estas capacidades são muito desenvolvidas e que podem influenciar a migração tanto vertical como horizontal (Stobutzki e Bellwood 1994; Leis e Carson-Ewart 1999; Cowen 2002; Fisher *et al.*, 2000; Fisher e Bellwood 2002; Leis 2002, 2006; Leis e McCormick 2002; Mora e Sale 2002). Para as zonas temperadas há estudos recentes que demonstram a grande importância destas capacidades (Faria *et al.*, 2009; Faria e Gonçalves, 2010 in press; Patrick *et al.*, 2009).

Todos estes resultados obtidos permitem concluir que estes padrões ontogenéticos de distribuição vertical poderão afectar a dispersão de larvas no Parque marinho da Arrábida, favorecendo a retenção perto dos recifes rochosos para algumas espécies. Estes resultados parecem reforçar os resultados de trabalhos anteriores, indicando que algumas espécies podem completar todo o seu ciclo de vida plânctónico perto dos habitats ocupados pelos adultos, o que pode apontar para algum grau de retenção junto à costa. Tal facto parece ser verdade para espécies com características de vida como PLD curto, ovos demersais e capacidades natatórias e sensoriais bem desenvolvidas à eclosão.

Estas espécies conseguem assim assentar mais rapidamente em habitats adequados e influenciar a sua posição na coluna de água, permitindo que estas fiquem perto do fundo assim que as suas capacidades natatórias o permitam favorecendo a sua retenção. No caso dos *Tripterygion delaisi* parece haver outro mecanismo, sendo necessário mais estudos para esclarecer qual o que afecta as larvas desta espécie.

Os padrões de distribuição larvar são assim afectados pelas características acima referidas, juntamente com os processos oceanográficos que possam ocorrer. Estes padrões de dispersão, ao que o estudo indica, parecem depender da espécie em questão.

Os resultados obtidos neste estudo parecem apontar para a existência de crescimento local para algumas das espécies presentes o que pode significar que haja retenção neste local. Este estudo foi efectuado num sistema costeiro temperado e obteve resultados similares aos obtidos pelos estudos de Suthers e Frank (1991), Brogan (1994) e Sabatés *et al.* (2003) também eles realizados em águas temperadas. Contudo outros estudos realizados em águas tropicais também apresentam resultados semelhantes como por exemplo Kingsford e Choat (1989), Tilney *et al.* (1996) ambos in Borges 2006 e Hickford e Schiel (2003). Assim é possível afirmar que apesar de serem sistemas

diferentes podem apresentar mecanismos de regulação das populações semelhantes, em que a variabilidade na disponibilidade larvar podem ter importância para explicar flutuações no recrutamento e em que a possibilidade de haver algum grau de auto-recrutamento deve ser considerada.

Devido ao facto de terem sido amostrados poucos dias em cada ano no presente estudo, deve-se ter em conta algum cuidado nas comparações interanuais. O estudo realizado Borges *et al.*, (2009) mostra que a disponibilidade larvar não é constante e que podem existir grandes variações a uma pequena escala temporal dentro de uma época de reprodução. Assim, esta variabilidade pode-se assim reflectir em padrões variáveis de recrutamento dentro de uma época, ou entre anos.

Apesar de este estudo reforçar as evidências de desenvolvimento das larvas junto aos recifes, não é possível avaliar a que escala a retenção pode estar a ocorrer para algumas espécies, no Parque Marinho da Arrábida. Mais estudos de distribuição de pequena escala temporal e espacial, assim como estudos sobre as capacidades natatórias e sensoriais serão necessários para compreenderem totalmente quais os mecanismos que mais contribuem para o recrutamento das populações no Parque. Os estudos de pequena escala permitem também uma melhor compreensão dos mecanismos biológicos que explicam as variações, que em estudos de maior escala são generalizados. Com um aumento deste tipo de trabalhos, no futuro será possível compreender a importância do comportamento das larvas de peixe e as suas interações com os processos físicos, para os ambientes costeiros, em diferentes áreas geográficas e condições oceanográficas. Estes estudos permitem ainda obter informações sobre a composição específica, sazonalidade, distribuição e abundância das assembleias larvares em áreas marinhas protegidas ou em áreas que possam vir a ser protegidas, aspectos fundamentais para a gestão das áreas marinhas protegidas.

É de registar a ausência de trabalhos sobre as correntes locais que seriam fundamentais para se perceberem as interações biofísicas que afectam a retenção, assim como os factores e mecanismos que a regulam. Contudo, a presença de larvas de algumas espécies no fundo poderá ser indicativo do evitamento de fluxos mais fortes que levariam a maior dispersão favorecendo assim a sua retenção, sendo que no fundo as correntes são mais fracas do que à superfície.

Assim, compreender a que nível a retenção ou dispersão ocorre no Parque Marinho da Arrábida é um requisito de enorme importância para a gestão do mesmo. Para algumas espécies comerciais, em que a retenção pode ocorrer, a exportação de larvas para populações fora do parque poderá ser menor, mas poderá aumentar o recrutamento local. Por outro lado, a criação de áreas restritas à pesca nos locais de desova para as espécies que dispersam muito, pode aumentar essa exportação larvar para populações que são pescadas noutras zonas contribuindo para um maior equilíbrio das mesmas. Apesar de ser ainda necessária mais investigação para clarificar estas questões, este trabalho contribui para uma melhor compreensão dos mecanismos que afectam as populações de peixes do neashore, possibilitando assim o desenvolvimento de outros trabalhos com o objectivo da gestão destes importantes recursos piscícolas.

É também necessário destacar novamente a importância do método utilizado neste estudo, que permitiu obter informações importantes acerca da estrutura das assembleias larvares em sistemas temperados da zona costeira, completando a informação obtida com outras metodologias. O método utilizado demonstrou ser uma boa ferramenta não só para analisar a estrutura das assembleias larvares mas também para compreender os mecanismos e processos que regulam as populações de algumas espécies em sistemas temperados no ambiente “nearshore”. Este método também permitiu a obtenção de um grande número de larvas em algumas amostras, o que pode ser útil para investigar a disponibilidade larvar. No futuro, a complementação em estudos deste género das metodologias de armadilha de luz e arrastos de plâncton podem ajudar a uma melhor compreensão dos mecanismos acima referidos.

5. Referências bibliográficas

Bakun A (1996) *Patterns in the Ocean: Ocean processes and marine population dynamics*. California Sea Grant College System, NOAA, 322 pp.

Beldade R, Borges R, Gonçalves EJ (2006) Depth distribution of “nearshore” temperature fish larval assemblages near rocky substrates. *Journal of Plankton Research*, **28**:1003-1013.

Beldade R, Pedro T, Gonçalves EJ (2007) Pelagic larval duration of 10 temperate cryptobenthic fishes. *Journal of fish Biology*, **71**:376-382.

Boehlert GW, Mundy BC (1988) Roles of Behavioral and Physical Factors in Larval and Juvenile Fish Recruitment to Estuarine Nursery Areas. Larval Fish and Shellfish Transport through Inlets. *American Fisheries Society*, Bethesda. pp 51-67.

Borges R (2006) Composition, temporal and spatial patterns of very-nearshore larval fish assemblages at the Arrábida Marine Park. Tese de Doutorado. Universidade do Algarve. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. pp 359.

Borges R, Faria C, Gil F, Gonçalves EJ, Almada VC (2003) Embryonic and larval development of *Gobius paganellus* (Pisces: Gobiidae). *J Mar Biol Assoc UK*, **83**:1151-1156.

Borges R, Beldade R, Gonçalves EJ (2007a) Vertical structure of very “nearshore” larval fish assemblages in a temperate rocky coast. *Marine Biology*, **151**:1349-1363.

Borges R, Ben-Hamadou R, Chícharo MA, Ré P, Gonçalves EJ (2007b). Horizontal spatial and temporal distribution patterns of “nearshore” larval fish assemblages at a temperate rocky shore. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **71**:412–428.

Borges R, Vaz J, Serrão EA, Gonçalves EJ (2009). Short-term temporal fluctuation of very “nearshore” larval fish assemblages at the Arrábida Marine Park (Portugal). *Journal of Coastal Research*, SI 56 (Proceedings of the 10th International Coastal Symposium), 376 – 380. Lisbon, Portugal, ISSN 0749-0258

- Brogan MW (1994) Distribution and retention of larval fishes near reefs in the Gulf of California. *Mar Ecol Prog Ser*, **115**:1–13.
- Bruce BD, Evans K, Sutton CA, Young JW, Furlani DM (2001) Influence of mesoscale oceanographic processes on larval distribution and stock structure in jackass morwong (*Nemadactylus macropterus*: Cheilodactylidae). – *ICES Journal of Marine Science*, **58**: 1072–1081.
- Caley MJ, Carr MH, Hixon MA, Hughes TP, Jones GP, Menge BA (1996) Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annual Review in Ecology and Systematics*, **27**:477-500.
- Clarke KR, Gorley RN (2006) Primer v6: User Manual/Tutorial, PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK.
- Cowen RK (2002) Larval dispersal and retention and consequences for population connectivity. In: Sale PF (ed) *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic, San Diego, pp 149–170.
- Cowen RK, Lwiza KMM, Sponaugle S, Paris C, Olson DB (2000). Connectivity of marine populations: open or closed? *Science*, **287**:857-859.
- Cowen RK, Paris CB, Olson DB, Fortuna JL (2003) The role of long distance dispersal versus local retention in replenishing marine populations. *Gulf and Caribbean Research Suppl*, 14:129-137.
- Doherty PJ, Williams DM (1988) The replenishment of coral reef populations. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, **26**:487-551.
- Doherty P, Fowler T (1994) An Empirical Test of Recruitment Limitation in a Coral Reef Fish. *Science*, **263**:935-939.
- Duffy-Anderson JT, Bailey K, Ciannelli L, Cury P, Belgrano A, Stenseth NC (2005) Phase transitions in marine fish recruitment processes. *Ecological Complexity*, **2**:205-218.
- Faria AM, Ojanguren AF, Fuiman AL, Gonçalves EJ (2009) Ontogeny of critical swimming speed of wild-caught and laboratory-reared red drum *Sciaenops ocellatus* larvae. *Mar Ecol Prog Ser*, **384**:221-230.

Faria AM, Gonçalves EJ (2010) Ontogeny of swimming behaviour of two temperate clingfishes, *Lepadogaster lepadogaster* and *Lepadogaster purpurea* (Gobiesocidae). In Press.

Fisher R, Bellwood DR (2002) The influence of swimming speed on sustained swimming performance of late-stage reef fish larvae. *Mar Biol*, **140**:801-807.

Fisher R, Bellwood DR, Job SD (2000) Development of swimming abilities in reef fish larvae. *Mar Ecol Prog Ser*, **202**:163-173.

Gray CA (1993) Horizontal and vertical trends in the distributions of larval fishes in coastal waters off central New South Wales, Australia. *Mar Biol*, **116**:649–666.

Guan L, Snelgrove PVR, Gamperl AK (2008). Ontogenetic changes in the critical swimming speed of *Gadus morhua* (Atlantic cod) and *Myoxocephalus scorpius* (shorthorn sculpin) larvae and the role of temperature. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **360**:31-38.

Henriques M, Gonçalves EJ, Almada VC (1999) The conservation of littoral fish communities: a case study at Arrábida coast (Portugal). In: Almada VC, Oliveira RF, Gonçalves EJ (eds) *Behaviour and conservation of littoral fishes*. ISPA, Lisboa, pp 473–519.

Hickford MJH, Schiel DR (1999) Evaluation of the performance of light traps for sampling fish larvae in inshore temperate waters. *Mar Ecol Prog Ser*, **186**:293-302.

Hickford MJH, Schiel DR (2003) Comparative dispersal of larvae from demersal versus pelagic spawning fishes. *Mar Ecol Prog Ser*, **252**:255–271.

Hilborn R, Stokes K, Maguire J-J, Smith T, Botsford LW, Mangel M, Orensanz J, Parma A, Rice J, Bell J, Cochrane KL, Garcia S, Hall SJ, Kirkwood GP, Sainsbury K, Stefansson G, Walters C (2004) When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean & Coastal Management*, **47**:197-205.

Hjort J (1914) Fluctuation in the great fisheries of northern Europe reviewed in the light of biological research. *Rapports et Process-verbeaux des Réunion, Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, **20**:1-228.

- Houde ED (2008) Emerging from Hjort's Shadow. *J Northw Atl Fish Sci*, **41**:53-70.
- Hutchings JA (1997) Life history responses to environmental variability in early life. In *Early life history and recruitment in fish populations*. R.C. Chambers and Trippel EA (Eds.), Chapman & Hall, London, 139-168.
- Irisson J-O, LeVan A, De Lara M, Planes S (2004) Strategies and trajectories of coral reef fish larvae optimizing self-recruitment. *Journal of Theoretical Biology*, **227**:205-218.
- James MK, Armsworth PR, Mason LB, Bode L (2002) The structure of reef fish metapopulations: modeling larval dispersal and retention patterns. *Proceedings: Biological Sciences*, **269**: 2079-2086.
- Jones GP, Planes S, Thorrold SR (2005) Coral reef fish larvae settle close to home. *Current Biology*, **15**:1314-1318.
- Kingsford MJ (1990) Linear oceanographic features: a focus for research on recruitment processes. *Australian Journal of Ecology*, **15**:391-401.
- Lasker R (1981) The role of a stable ocean in larval survival and subsequent recruitment. In *Marine Fish Larvae – Morphology, Ecology, and Retention to Fisheries*. R Lasker (ed) Washington Sea Grant, Seattle pp 79-87.
- Leis JM (1986) Vertical and horizontal distribution of fish larvae near coral reefs at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Mar Biol*, **90**:505-516.
- Leis JM (1991) The pelagic stage of reef fishes: the larval biology of coral reef fishes. In: Sale PF (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic, San Diego, pp 183–230.
- Leis JM (2002) Pacific coral-reef fishes: the implications of behavior and ecology of larvae for biodiversity and conservation, and a reassessment of the open population paradigm. *Environ Biol Fish*, **65**:199-208.
- Leis JM (2006) Are larvae of demersal fishes plankton or nekton? In: Southward e Sims (ed) *Advances in marine biology*. Academic, San diego, pp 59-126.

- Leis JM, Carson-Ewart BM (1999) In situ swimming and settlement behaviour of larvae of an Indo-Pacific coral-reef fish, the coral trout *Plectropomus leopardus* (Pisces: Serranidae). *Mar Biol*, **134**:51-64.
- Leis JM, Stobutzki C (1999) Swimming performance of late pelagic larvae of coral-reef fishes: in situ and laboratory-based measurements. *Proc. 5th Indo-Pac. Fish Conf., Nouméa, Paris: Soc. Fr. Ichtyo.*, **1997**:575-583.
- Leis JM, Carson-Ewart BM (2000) Behaviour of pelagic larvae of four coral-reef fish species in the ocean and an atoll lagoon. *Coral reefs*, **19**:247-257.
- Leis JM, McCormick MI (2002) The biology, behavior and ecology of the pelagic, larval stage of coral reef fishes. In: Sale PF (ed) *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic, San Diego, pp 171–199.
- Levin LA (2006) Recent progress in understanding larval dispersal: new directions and digressions. *Integrative and Comparative Biology*, **46**:282-297.
- López-Sanz A, Vert N, Zabala M, Sabatés A (2009) Small-scale distribution of fish larvae around the Medes Islands marine protected area (NW Mediterranean). *Journal of Plankton Research*, **31**: 763-775.
- Lubchenco J, Palumbi SR, Gaines SD, Andelman S (2003) Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves. *Ecological Applications*, **13**:3-7.
- Man A, Law R, Polunin NVC (1995) Role of marine reserves in recruitment to reef fisheries: a metapopulation model. *Biological Conservation*, **71**:197-204.
- Mora C, Sale PF (2002) Are populations of coral reef fish open or closed? *Trends Ecol Evol*, **17**:422-428.
- Olivar MP, Salat J, Palomera I (2001) Comparative study of spatial distribution patterns of the early stages of anchovy and pilchard in the NW Mediterranean Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 217:111–120
- Paris C, Cowen RK (2004) Direct evidence of a biophysical retention mechanism for coral reef fish larvae. *Limnol Oceanogr*, **49**:1964–1979.

Patrick P, Strydom NA (2008) Composition, abundance, distribution and seasonality of larval fishes in the shallow “nearshore” of the proposed Greater Addo Marine Reserve, Algoa Bay, South Africa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **79**: 251-262.

Patrick P, Strydom NA (2009) Swimming abilities of wild-caught, late-stage larvae of *Diplodus capensis* and *Sarpa salpa* (Pisces: Sparidae) from temperate South Africa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **85**: 547-554.

Pineda J, Hare JA, Sponaugle S (2007) Larval transport and dispersal in the coastal ocean and consequences for population connectivity. *Oceanography* 20:22-39.

Raventós N, Macpherson E (2001) Planktonic larval duration and settlement marks on the otoliths of Mediterranean littoral fishes. *Mar Biol*, **138**:1115-1120.

Reiss CS, Panteleev G, Taggart CT, Sheng, J, Young B (2000) Observations on larval fish transport and retention on the Scotian Shelf in relation to geostrophic circulation. *Fish. Oceanogr*, **9**:195–213.

Sabatés A (1990) Distribution pattern of larval fish populations in the Northwestern Mediterranean. *Mar Ecol Prog Ser*, **59**: 75–82.

Sabatés A, Zabala M, García-Rubies A (2003) Larval fish communities in the Medes Islands Marine Reserve (north-west Mediterranean). *J Plankton Res*, **25**:1035-1046.

Sale PF (2004) Connectivity, recruitment variation and the structure of reef fish communities. *Integrative Comparative Biology*, **44**:390-399.

Santos AMP, Ré P, Dos Santos A, Peliz A (2006) Vertical distribution of the European sardine (*Sardina pilchardus*) larvae and its implications for their survival. *Journal of Plankton Research*, 28:523-532.

Smith CL, Tyler JC, Stillman L (1987) Inshore ichthyoplankton: a distinctive assemblage? *Bull Mar Sci*, **41**:432–440.

Sponaugle S, Cowen RK (1997) Early life traits and recruitment patterns of Caribbean wrasses (Labridae). *Ecological Monographs*, **67**: 177-202.

Sponaugle S, Cowen RK, Shanks A, Morgan SG, Leis JM, Pineda J, Boehlert GW, Kingsford MJ, Lindeman KC, Grimes C, Munro JL (2002) Predicting self-recruitment

in marine populations: biophysical correlates and mechanisms. *Bull Mar Sci*, **70**:341–375.

Sponaugle S, Fortuna J, Grorud K, Lee T (2003) Dynamics of larval fish assemblages over a shallow coral reef in the Florida Keys. *Mar Biol*, **143**:175-189.

Stobutzki IC (2000) Marine reserves and the complexity of larval dispersal. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **10**:515-518.

Stobutzki IC, Bellwood DR (1994) An analysis of the sustained swimming abilities of pre and post-settlement coral reef fishes. *J Exp Mar Bio Ecol*, **175**:272-286.

Suthers IM, Frank KT (1991) Comparative persistence of marine fish larvae from pelagic versus demersal eggs off south-western Nova Scotia, Canada. *Mar Biol*, **108**:175-184.

Swearer SE, Caselle JE, Lea DW, Warner RR (1999) Larval retention and recruitment in an island population of a coralreef fish. *Nature*, **409**:799-802.

Swearer SE, Shima JS, Hellberg ME, Thorrold SR, Jones GP, Robertson DR, Morgan SG, Selkoe KA, Ruiz GM, Warner RR (2002) Evidence of self-recruitment in demersal marine populations. *Bull Mar Sci*, **70**:251-271.

Taylor MS, Hellberg ME (2003) Genetic evidence for local retention of pelagic larvae in a Caribbean reef fish. *Science*, **299**:107-109.

Thorrold SR (1992) Evaluating the performance of light traps for sampling small fish and squid in open waters of the central Great Barrier Reef lagoon. *Mar Ecol Prog Ser*, **89**:277-285.

Trippel EA, Chambers RC (1997) Introduction: the early life history of fishes and its role in recruitment processes. In *Early life history and recruitment in fish populations*. R.C. Chambers and Trippel EA (Eds.), Chapman & Hall, London, xxi-xxx.

Trippel EA, Kjesbu OS, Solemial P (1997) Parent-progeny relationships. In *Early life history and recruitment in fish populations*. R.C. Chambers and Trippel EA (Eds.), Chapman & Hall, London, 29-62.

Vaz J (2009). Influência de marés na distribuição vertical de larvas de peixes de recifes costeiros e escolha de substratos de assentamento no Parque Marinho Luíz Saldanha. Tese de Mestrado. Universidade do Algarve. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. pp 75.

6. Anexos

Anexo 1 - Descrição das larvas cuja identificação não foi possível efectuar com certeza até à espécie.

Labridae

Symphodus sp1. – Pigmentos por todo o corpo excepto parte final e cauda, sem pigmentos na região cefálica, excepto nas câmaras dos otólitos. 31-32 miómeros, 11-12 raios anal. Várias zonas do corpo sem pigmentos “patches”. 4-5 pigmentos na base da caudal.

Symphodus spp. – Larvas recém eclodidas, padrão pigmentar semelhante às larvas das espécies do género *Symphodus*.

Gobiidae

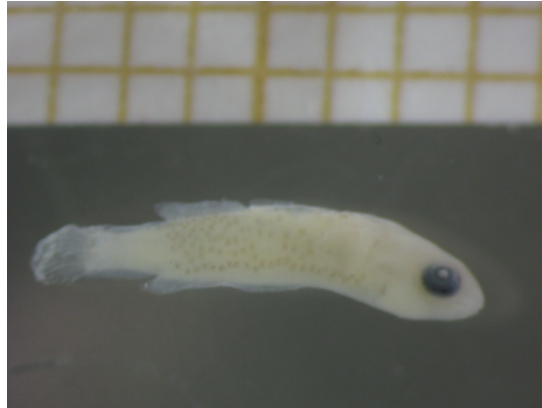
Gobius sp1 – Pigmentação ventral desde a garganta até caudal. Pigmentos consistem em melanóforos pouco ramificados distantes igualmente entre si. Pigmentação dorsal consiste em cerca de 6/7 grandes manchas desde a cabeça até à dorsal, pigmentos muito ténues no maxilar. 28 miómeros.

Pomatoschistus sp. – Pigmentação ventral semelhante à dos *Pomatoschistus pictus* mas com um melánoforo atrás da 2ª dorsal. 30 a 31 miómeros.

Gobiidae spp. – Pigmentação impossível de determinar devido ao mau estado da larva assim como o número de miómeros. Bexiga gasosa muito desenvolvida e ânus situado a meio do corpo.

Anexo 2 - Fotos das diferentes larvas cuja identificação não foi possível efectuar com certeza absoluta até à espécie.

Symphodus sp1



Symphodus spp



Gobius sp1



Pomatoschistus sp.



Gobiidae spp.



Anexo 3 – Tabela de informação referentes à amostragem realizada em 2007 e 2008

ano	mês	dia	hora	local	amostra	fixador	prof.	prof. (m)	gps	nome ponto gps	maré hora	Amplitude da maré (m)	obs
2008	6	12	00:12	derrocada	al1		sup	1	n 38.44540\w 009.04278	al1	Vazante	2.50	
2008	6	12	00:16	derrocada	al2		sup	1	n 38.44565\w 009.04177	al1	Vazante	2.49	
2008	6	12	00:24	derrocada	al3		fundo	9	n 38.44582\w 009.04069	al2	Vazante	2.48	
2008	6	12	02:11	risco	al4		fundo	9	n 38.45390\w 009.01638	al3	Vazante	1.70	
2008	6	12	02:14	risco	al5		sup	1	n 38.45382\w 009.01538	al4	Vazante	1.69	
2008	6	12	02:17	risco	al6		fundo	9	n 38.45414\w 009.01435	al5	Vazante	1.68	
2008	6	12	04:06	portinho	al7		fundo	4	n 38.47873\w 008.97733	al6	Vazante	1.20	
2008	6	12	04:09	portinho	al8		fundo	4	n 38.47859\w 008.97821	al7	Vazante	1.19	
2008	6	12	04:11	portinho	al9		fundo	4	n 38.47800\w 008.97878	al8	Vazante	1.18	
2008	6	20	09:31	derrocada	al1	alcool	sup	8	n 38.44567\w 009.03931	al10	Vazante	1.0	
2008	6	20	09:33	derrocada	al2	formol	fundo	8	n 38.44641\w 009.03855	al11	Vazante	1.0	
2008	6	20	11:00	risco e	al3	alcool	fundo	8	n38.45296\w 009.01826	al12	Enchente	1.1	
2008	6	20	11:10	risco e	al4	formol	sup	8	n 38.45325\w 009.01773	al13	Enchente	1.2	
2008	6	20	12:32	risco w	al5	alcool	sup	7		al14	Enchente	1.3	
2008	6	20	12:37	risco w	al6	formol	fundo	7		al15	Enchente	1.4	
2008	6	26	10:23	risco	al1	formol	sup	1	n 38.45316\w 009.01724	al17	Vazante	2.40	
2008	6	26	11:49	risco	al2	alcool	fundo	11	n 38.45317\w 009.01755	al19	Vazante	2.35	
2008	6	26	12:55	risco	al3	formol	sup	1	n 38.45318\w 009.01729	al20	Vazante	2.30	
2008	6	26	02:01	risco	al4	alcool	fundo	9	n 38.45259\w 009.01741	al21	Vazante	1.15	
2007	6	18	21:35	Anicha	AL1	Alcool	Sup	4,6	38°28'38,4"N, 8°58'24,1"W		Vazante	2.50	retirada às 22:49
2007	6	18	23:04	Anicha	AL1	Formol	Sup				Vazante	1.0	
2007	6	18	00:12	Anicha	AL2	Alcool	Sup				Vazante	0.85	
2007	6	18	01:26	Anicha	AL2	Formol	Sup				Enchente	1.0	retirada às 2:06
2007	6	19	21:30	Risco	AL1	Alcool	Sup	4,1	38°27'9,9"N,9°1'7,4"W		Vazante	2.80	lusco-fusco
2007	6	19	22:38		AL2	Formol	Sup				Vazante	2.65	
2007	6	19	23:44		AL3	Alcool	Sup	3,9			Vazante	1.50	
2007	6	19	0:53		AL4	Formol	Sup				Vazante	1.0	