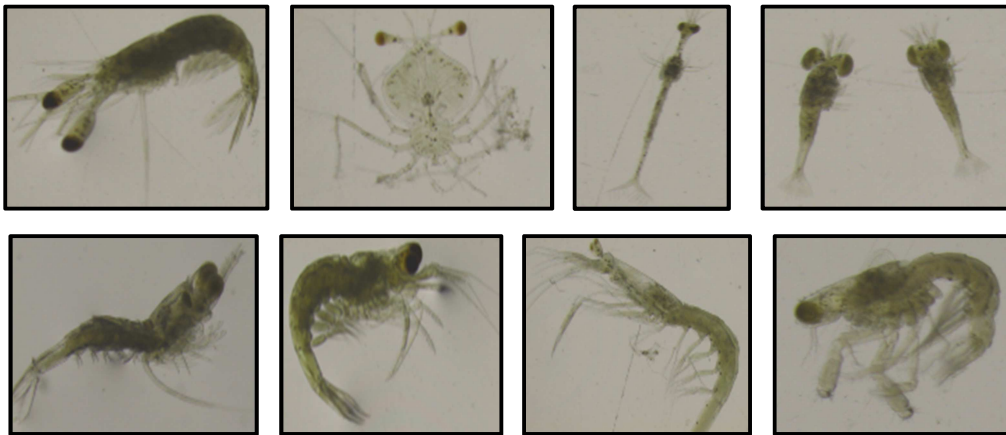


Universidade do Algarve  
Faculdade de Ciências do Mar e Ambiente  
Mestrado em Biologia Marinha

**ESTUDO DOS PADRÕES DE ABUNDÂNCIA LARVAR DE  
CRUSTÁCEOS DECÁPODES (EXCEPTO BRACHYURA E ANOMURA)  
NO MAR DE ALBORAN (MEDITERRÂNEO OCIDENTAL).**



**Tese de Mestrado**  
**(Ramo: Biologia Marinha)**  
Cláudia Cristina da Costa Faria

Faro  
(2014)

Universidade do Algarve

Faculdade de Ciências e Tecnologia

**ESTUDO DOS PADRÕES DE ABUNDÂNCIA LARVAR DE  
CRUSTÁCEOS DECÁPODES (EXCEPTO BRACHYURA E ANOMURA)  
NO MAR DE ALBORAN (MEDITERRÂNEO OCIDENTAL).**

Dissertação de Mestrado

Cláudia Cristina da Costa Faria

---

Orientadores:

Doutora Antonina Maria de Melo dos Santos

INRB - IPIMAR

Doutor Ignacio Alberto Catalán Alemany

Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados-(Consejo Superior de Investigaciones  
Científicas/Universitat de les Illes Balears)

Professora Doutora Margarida Castro

Universidade do Algarve

---

Mestrado em Biologia Marinha

**ESTUDO DOS PADRÕES DE ABUNDÂNCIA LARVAR DE CRUSTÁCEOS DECÁPODES  
(EXCEPTO BRACHYURA E ANOMURA) NO MAR DE ALBORAN (MEDITERRÂNEO  
OCIDENTAL)**

Mestrado em Biologia Marinha

**Declaração de autoria do trabalho**

Declaro ser autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Cláudia Cristina da Costa Faria

Cláudia Cristina Costa Faria

**Direitos de cópia ou Copyright**

© **Copyright:** Cláudia Cristina da Costa Faria

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## **Agradecimentos**

Começo por agradecer aos investigadores do projecto *Inter-basin exchange in the changing Mediterranean Sea: Impact on the ecosystems in the vicinity of the Straits connecting the Mediterranean Sea with the adjacent Basins* (MedEx: MARIN-ERA/MAR/0002/2008), e participantes na campanha SESAME-IBMAL0708 por terem permitido a utilização das amostras de zooplâncton.

Agradeço, também, ao Instituto Português de Investigação Marítima, IPIMAR (presente mente designado por Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IPMA) por me ter permitido a participação na campanha a bordo no navio de investigação, ao largo da costa algarvia, o que me permitiu a familiarização com as metodologias de amostragem de plâncton e processamento das amostras.

Agradeço aos orientadores, nomeadamente ao Doutor Ignacio Alberto Catalán Alemany por ter tornado esta Tese numa realidade, à Doutora Antonina Maria de Melo dos Santos por me ter transmitido os seus vastos conhecimentos de Taxonomia de larvas de decápodes e, em especial à Professora Doutora Margarida Castro por não me ter deixado desistir.

Um especial agradecimento à Fátima Quintela, que foi das pessoas mais bem dispostas que conheci durante esta fase da minha vida. Nunca irei esquecer os momentos partilhados no laboratório.

Não poderia deixar de agradecer à Susana Ferreira pelo seu companheirismo, por ter sido uma ótima colega de equipa e por toda a força que me tem dado para que eu termine esta etapa da vida.

Todos os meus amigos chegados que me ajudaram a chegar aqui sabem quem são. A esses, agradeço pessoalmente.

Não posso deixar de agradecer aos meus pais pois sem eles nunca teria chegado onde cheguei, ao tio Rui e à tia Alice que me acolheram na sua casa e me apoiaram em tudo. Foi bom viver convosco.

Mas o verdadeiro agradecimento vai para ti, avô Filipe Faria. Onde quer que estejas, é a ti que dedico esta Tese de Mestrado pois tu sim, nunca desististe.

# Índice

Abstract .....	1
Resumo.....	2
1. Introdução .....	3
1.1. Importância ecológica dos decápodes.....	5
1.2. Aspectos morfológicos do desenvolvimento larvar .....	7
1.3. Importância ecológica e comportamento larvar.....	8
1.4. Enquadramento .....	10
1.5. Objectivos.....	13
2. Material e Método.....	14
2.1. Trabalho de campo.....	14
2.2. Processamento das amostras.....	15
2.3. Análise dos padrões de distribuição larvar .....	15
3. Resultados .....	17
3.1. Dados ambientais.....	17
3.2. Espécies e fases larvares .....	23
3.3-. Modelos explicativos da abundância larvar .....	26
4. Discussão.....	32
5. Conclusões .....	38
6. Referências.....	39
6. Anexos.....	44
ANEXO A – Parâmetros ambientais .....	44
ANEXO B - Lista dos taxa identificados, espécies alvo e código das espécies.....	47
ANEXO C - Resultados da aplicação dos modelos Logístico e GAM. ....	50

## Abstract

Decapods are among the most important animal groups from the commercial, economic and ecological points of view. They are also highly diverse including shrimps, crabs, hermit crabs and lobsters. Larval ecology studies are essential for understanding populations dynamics and communities structure and are important to forecast impacts of global warming and planning and managing marine protected areas and fisheries stocks.

The Alboran Sea is located on the western Mediterranean, an area of utmost importance for the communication with the adjacent Atlantic through the Strait of Gibraltar. The climatic and hydrological characteristics of the Alboran Sea make it highly susceptible to climate changes and therefore, studies about its physical oceanography and the structure of the biological communities are crucial.

The main objectives of this work were to determine the larval composition of decapods (with the exception of Brachyura and Anomura), in the Alboran Sea, and evaluate the influence of environmental variables such as salinity, temperature, chlorophyll a and fucoxanthin on larval distribution patterns. Data from the campaign SESAME-IBMAL0708 within the framework of the project MedEX (MARIN-ERA/MAR/0002/2008) was used.

The species with higher larval concentrations was *Gennadas elegans*, showing an inverse correlation with chlorophyll a concentration and a preference for offshore stations. This pattern was similar in other species with pelagic adults, such as *Eusembergia arcticus*. Larvae from caridean species (*Alpheus glaber*, *Athanas nitescens*, *Philocheirus bispinosus*) and *Upogebia deltaura* e *Necallianassa truncata* showed a correlation with higher temperatures and near shore stations, in agreement with adult habitats.

## Resumo

Os decápodes são um dos grupos mais importante de crustáceos do ponto de vista comercial, económico e ecológico, sendo também um dos mais diversificados, englobando camarões, caranguejos, caranguejos eremitas e lagostas. Estudos da ecologia larvar são essenciais para o entendimento da dinâmica das populações e estrutura das comunidades e importantes para prever impactos do aquecimento global e no planeamento e gestão de reservas marinhas e mananciais de recursos pesqueiros.

O Mar de Alboran, situado na zona mais ocidental do Mar Mediterrâneo, constitui a principal fonte de comunicação desta bacia semifechada com o Oceano Atlântico, através do Estreito de Gibraltar. As suas características climáticas e hidrológicas tornam este Mar especialmente susceptível às alterações climáticas, pelo que estudos aí centrados, tanto a nível da oceanografia física como da estrutura das comunidades, são cruciais.

Neste trabalho, os principais objectivos foram determinar a composição da fauna larvar de decápodes (exceto *Brachyura* e *Anomura*), no Mar de Alboran e, determinar a influência de variáveis ambientais, como a salinidade, temperatura, concentração de clorofila *a* e de feopigmentos nos padrões de distribuição da abundância larvar. Foram utilizados dados obtidos na campanha SESAME-IBMAL0708, no âmbito do projecto MedEX (MARIN-ERA/MAR/0002/2008).

Do conjunto de larvas estudadas, as mais abundantes revelaram ser as de *Gennadas elegans* que apresentaram uma correlação inversa com a Clorofila *a* e cujas análises estatísticas revelaram uma preferência por estações mais afastadas da costa. Esta, aliás, foi também uma característica revelada por outras espécies cujos adultos são pelágicos, como *Eusergestes arcticus*. Por outro lado, as larvas de carídeos (*Alpheus glaber*, *Athanas nitescens*, *Philocheras bispinosus*) e *Upogebia deltaura* e *Necallianassa truncata* mostraram uma preferência por temperaturas mais altas e estações mais junto à costa, de acordo com os habitats parentais.

## 1. Introdução

A diversidade dos decápodes, aliada à importância económica, tornou-os no grupo de crustáceos mais estudados (Anger, 2001). Inicialmente os estudos centravam-se em aspectos da biologia dos adultos e o conhecimento acerca das larvas era escasso (Anger, 2006).

As primeiras larvas de decápodes encontradas no plâncton foram identificadas como se de novas espécies de zooplâncton se tratassem e não como estádios larvares de crustáceos pois são morfologicamente muito diferentes dos adultos. Ao longo dos anos a descrição morfológica de larvas de decápodes tem vindo a ser feita cada vez em maior quantidade, no entanto, ainda não temos a correspondência aos adultos para larvas em algumas espécies (e.g. Barnich, 1995; dos Santos, 1999).

Uma das dificuldades associadas à identificação das larvas de decápodes é, o facto destas passarem por várias fases e estádios larvares, por vezes com características morfológicas completamente distintas. Por isso, algumas formas larvares da mesma espécie foram, quando inicialmente descritas, consideradas como espécies diferentes por apresentarem características morfológicas únicas. Actualmente, a nomenclatura dos estádios larvares foi simplificada e temos a considerar apenas as fases larvares nauplius, protozoé, zoé/mysis e megalopa/decapodito (e.g. Williamson, 1982; dos Santos, 1999).

A utilização de uma chave dicotómica para a identificação morfológica adequada ao local de estudo é crucial para um reconhecimento das espécies. Neste estudo serão utilizadas, principalmente, as chaves dos Santos & González-Gordillo (2004) e dos Santos & Lindley (2001), bastante actualizadas para a região onde se insere o estudo, o Atlântico nordeste e Mediterrâneo ocidental. Em alguns casos, a identificação ao nível da espécie foi feita com apoio a pesquisa bibliográfica recomendada nestes trabalhos e em González-Gordillo et al. (2001).

Outro problema associado à identificação das espécies prende-se com a sua classificação, que está em constante mudança devido a avanços no conhecimento a nível da filogenia e a descoberta de novas espécies, sendo que uma classificação taxonómica já estará desactualizada no momento da sua publicação (Martin & Davis, 2006).

Tem havido um grande esforço por parte dos investigadores no sentido de compreender a filogenia dos decápodes. No entanto, as relações entre as várias infraordens e muitas famílias ainda estão em debate (e.g. Bracken *et al.*, 2009). Apesar de ainda não existir um consenso em relação a uma correcta filogenia e classificação taxonómica resultante do grupo, a classificação de Martin & Davis (2001) é considerada como um bom ponto de partida (Martin & Davis, 2006).

Sendo assim, a Ordem Decapoda é dividida em duas subordens, a dos Dendrobranchiata que inclui os camarões das Superfamílias Penaeoidea e Sergestoidea e a Pleocyemata que inclui camarões, caranguejos, caranguejos eremitas e lagostas distribuídos em dez infraordens e várias Famílias e Superfamílias (Martin & Davis, 2001; De Grave *et al.*, 2009).

Por outro lado, o estudo da ecologia larvar de decápodes, bem como doutros invertebrados marinhos, já se encontra bastante desenvolvido nos mais variados aspectos. Desde estudos centrados nos padrões de emissão larvar e ritmicidade dos mesmos (e.g. Forward, 1987; Oishi, 1997; Amend & Shanks, 1999; Gonçalves *et al.*, 2003), a estudos com vista ao conhecimento da dispersão larvar e aos padrões e factores que influenciam o transporte larvar (e.g. Cronin & Forward, 1986; McCognaugh, 1992; Pineda, 1994; Grantham *et al.*, 2003), até aos factores que influenciam o desenvolvimento larvar, como, por exemplo temperatura e salinidade (e.g. Anger *et al.*, 1990; Anger, 1991; Paula *et al.*, 2003). No entanto, é necessário que haja uma comparação entre os resultados dos estudos que relacionam o desenvolvimento larvar com os parâmetros ambientais em laboratório e em meio selvagem, isto porque o número de estádios larvares e a sua exacta morfologia poderá, em condições controladas, não ser a mesma que a encontrada no plâncton (Anger, 2001).

Em Portugal e Espanha muitos têm sido os estudos direccionados às larvas de decápodes, especialmente no que se refere a estudos de distribuição da abundância larvar, dispersão e migração vertical relacionados com factores ambientais (e.g. Drake *et al.*, 1998; González-Gordillo & Rodríguez, 2003). Estes, porém, na sua grande maioria, centram-se no grupo dos Brachyura (caranguejos), essencialmente estuarinos, e na migração vertical e retenção das larvas na plataforma continental (e.g. Queiroga *et al.*, 2007; Marta-Almeida *et al.*, 2006; dos Santos *et al.*, 2008). Este trabalho, ao estudar os padrões de distribuição da abundância larvar de camarões, na sua maioria marinhos,

ou seja, com emissão larvar a ocorrer desde a plataforma continental ao domínio oceânico, poderá ser um bom complemento aos estudos referidos anteriormente.

Actualmente, no Mar de Alboran, têm sido feitos alguns estudos centrados nos crustáceos decápodes principalmente na caracterização das comunidades adultas (*e.g.* Abelló *et al.*, 2002; Abad *et al.*, 2007; Garcia Muñoz *et al.*, 2008), sobretudo porque aí se concentram algumas espécies de elevado valor comercial, como *Parapeneaus longirostris*. No entanto, estudos de larvas de decápodes no mediterrâneo Ocidental têm sido feitos na sua grande maioria na região adjacente à Catalunha (*e.g.* Abelló *et al.*, 1988; 2002), pelo que este trabalho, será um importante contributo para a atualização do conhecimento da composição da fauna larvar de decápodes no Mar de Alboran.

### **1.1. Importância ecológica dos decápodes**

Os crustáceos constituem um dos grupos que mais contribuem para a biodiversidade no Reino Animal. Estimativas actuais acerca do número de crustáceos existentes apontam entre 52,000 (Martin & Davis, 2001) e 68,000 (Brusca & Brusca, 2003) espécies descritas, número este com tendência a aumentar a cada ano (Martin & Davis, 2006). A sua diversidade, a nível estrutural e morfológico, é de tal forma grande que, descrever um crustáceo “típico” constitui, de facto, um enorme desafio (Dorit *et al.*, 1991).

Os decápodes são o grupo mais importante de crustáceos do ponto de vista comercial, económico e ecológico (Martin & Davis, 2006). São também, o grupo mais diversificado, representado por camarões, lagostas, caranguejos e caranguejos eremitas, com cerca de 175 famílias e 15,000 taxa descritos (Bracken *et al.*, 2009). Estes são caracterizados por formas, cores, tamanhos corporais e modos de vida muito distintos (Martin & Davis, 2001).

A sua importância ecológica é elevadíssima não só dada a diversidade apresentada como também por ocuparem uma vasta gama de habitats, na sua grande maioria aquáticos (cerca de 90%), ou seja, os oceanos, áreas costeiras adjacentes e estuários, podendo ocupar também sistemas terrestres (Anger, 2006).

O ciclo de vida da maioria dos decápodes integra uma fase larvar planctónica sendo complexos/bifásicos, com larvas planctónicas e adultos bentónicos ou holopelágicos, em que tanto as larvas como os adultos são planctónicos/pelágicos (Anger, 2006; Williamson, 1982). Assim, para além da vasta gama de habitats que ocupam, quer na

fase larvar, quer na fase adulta, a sua distribuição no meio marinho é também bastante alargada, estendendo-se desde a zona nerítica à oceânica e, incluindo ambos os domínios bentónico e pelágico.

Toda esta diversidade de formas, habitats e ocupação dos mesmos, aliado ao ciclo de vida dos decápodes, contribuem para que estes constituam importantes elos nas cadeias alimentares e, conseqüentemente tenham uma importância elevada na dinâmica dos ecossistemas costeiros (Squires, 1990).

Por sua vez, as larvas de decápodes, que podem constituir até cerca de 90% da biomassa total de zooplâncton, assumem um papel fundamental nas cadeias alimentares dos ecossistemas aquáticos pois ao mesmo tempo que são predadas por outras espécies de zooplâncton são também consumidoras de plâncton de pequenas dimensões, sendo o fitoplâncton uma das principais fontes de alimento (Anger, 2001).

A fase larvar é também uma das etapas do ciclo de vida dos crustáceos decápodes com elevada importância, do ponto de vista da persistência das espécies. Vários estudos têm demonstrado que o fornecimento larvar constitui um factor determinante no recrutamento e na estrutura das populações (*e.g.* Thorson, 1950; Roughgarden *et al.*, 1998).

Os decápodes apresentam uma estrutura de metapopulações, com várias subpopulações de juvenis e adultos, isoladas geograficamente. A existência de uma fase larvar dispersiva que liga estas subpopulações, conferindo um intercâmbio genético, recrutamento e conseqüente renovação das populações tem sido considerada fundamental na dinâmica das populações (*e.g.* Paula *et al.*, 2001; 2006; Paula, 1993).

Para além da dispersão larvar, outras vantagens associadas à existência de uma fase larvar no ciclo de vida dos invertebrados marinhos são consideradas. Esta evita a competição intra-específica ao explorar habitats diferentes dos adultos e beneficia de condições bióticas e abióticas mais estáveis, conferidas pela coluna de água, como sejam, a disponibilidade de alimento e temperaturas favoráveis ao crescimento (Mileikovsky, 1972; Pechenik, 1999). Para além disso, as larvas evitam também a predação por parte dos predadores das suas populações adultas (Levinton, 1995; Levin, 2006).

Estudos direccionados para a fase larvar dos decápodes e para os mecanismos de dispersão e factores que os condicionam são essenciais para que se possa fazer uma

gestão adequada dos recursos pesqueiros, planejar e criar reservas marinhas, compreender a dispersão de espécies invasoras e prever impactos das alterações climáticas nas comunidades locais (Anger, 2001; Grantham *et al.*, 2003; Levin, 2006).

## **1.2. Aspectos morfológicos do desenvolvimento larvar**

O desenvolvimento após a eclosão do ovo, pode ser directo, onde o juvenil é semelhante ao adulto, exceto no tamanho e na presença de caracteres sexuais desenvolvidos ou, indirecto, onde eclode uma larva, significativamente diferente do adulto e que irá sofrer uma ou mais metamorfoses durante o seu desenvolvimento, ou seja, alterações dramáticas e repentinas na morfologia das larvas (Williamson, 1969).

As metamorfoses experimentadas pelas larvas originam diferenças nos apêndices utilizados na natação (cefálicos, torácicos e abdominais) e, de acordo com estes, as larvas foram descritas em três fases de desenvolvimento distintas, nauplius, zoé/mysis e decapodito ou megalopa, respectivamente (Williamson, 1969).

A fase naupliar apenas existe nos Dendrobranchiata e é considerada como característica ancestral. Esta, tem sido pouco estudada porque raramente é encontrada nas amostras, pois tem duração de apenas algumas horas (Barnich, 1995). Nos decápodes, considerados do ponto de vista evolutivo como mais recentes, os Pleocyemata, a fase nauplius decorre dentro do ovo, durante o desenvolvimento embrionário, pelo que a primeira fase larvar desta infraordem é a fase zoé, que, por sua vez, é a fase larvar mais estudada por ser a mais comum nas amostras de plâncton (Anger, 2001).

Neste trabalho consideramos que os Dendrobranchiata passam por quatro fases larvares, ou seja, nauplius, protozoé, zoé/mysis e decapodito (dos Santos & Lindley, 2001) e, os Pleocyemata passam apenas por duas fases distintas, zoé e decapodito, até atingirem o estágio juvenil (dos Santos & González- Gordillo, 2004).

Tanto os protozoés como os zoés são constituídos por sucessivos estádios larvares. Nos Dendrobranchiata, doravante considerados como camarões, geralmente, a fase protozoé é constituída por três estádios e a zoé por dois, sendo variável. Nos restantes decápodes, o número de estádios larvares nos zoés é muito variável e depende do grupo em causa, por exemplo, a maioria dos Carídeos apresenta cerca de nove estádios larvares enquanto

a maioria dos Escavadores apenas apresenta quatro ou cinco estádios larvares (dos Santos & Lindley, 2001; dos Santos & González- Gordillo, 2004).

Estes estádios larvares, ao contrário das fases larvares, não pressupõem metamorfoses mas apenas as mudas, através das quais se dá o aparecimento ou desenvolvimento de alguns caracteres morfológicos, quando se dá o maior crescimento dos indivíduos e, são caracterizados pela combinação desses mesmos caracteres. Por exemplo, os zoés I apresentam em geral os olhos sésseis, abdómen com cinco sómitos e ausência de pleópodes e urópodes, já os zoés II apresentam em geral olhos móveis, os zoés III o aparecimento do sexto sómito abdominal e assim sucessivamente. Dos Santos & González- Gordillo (2004), descreveram as combinações de caracteres próprias de cada estádio larvar nos Pleocyemata.

### **1.3. Importância ecológica e comportamento larvar**

Uma das etapas do ciclo de vida dos crustáceos decápodes com elevada importância, do ponto de vista da persistência das espécies, é a fase larvar planctónica. Vários estudos têm demonstrado que o fornecimento larvar constitui um factor determinante no recrutamento e na estrutura das populações (Thorson, 1950; Roughgarden *et al.*, 1998).

Os decápodes apresentam uma estrutura de metapopulações, com várias subpopulações de juvenis e adultos, isoladas geograficamente. A existência de uma fase larvar dispersiva que ligue estas subpopulações, conferindo um intercâmbio genético, recrutamento e consequente renovação das populações tem sido considerada fundamental na dinâmica das populações (e.g. Paula *et al.*, 2001; 2006; Paula, 1993).

Para além do fenómeno de dispersão larvar, existem outras vantagens associadas à existência de uma fase larvar no ciclo de vida dos invertebrados marinhos. Estes, evitam a competição intra específica ao explorarem habitats diferentes dos adultos e beneficiam de condições bióticas e abióticas mais estáveis, conferidas pela coluna de água, como sejam, a disponibilidade de alimento e temperaturas favoráveis ao crescimento (Mileikovsky, 1972; Pechenik, 1999). Para além disso, as larvas podem efectuar migrações verticais para evitar a predação por parte dos predadores dos adultos (Levin, 2006).

A dispersão larvar não é geral para todas as espécies, estudos recentes têm verificado que muitas espécies apresentam mecanismos de retenção das larvas nos seus habitats natal. A retenção das larvas junto das populações adultas também traz vantagens na persistência das espécies, garantindo um fornecimento de novos indivíduos nestas e evitando a perda dos mesmos (Christy & Morgan, 1998; Levin, 2006).

No entanto, em ambos os casos, dispersão ou retenção larvar, os mecanismos que regulam o transporte larvar são de elevada importância. No primeiro caso, para que as larvas se desloquem para águas costeiras adjacentes/oceânicas e depois regressem para o estuário/áreas costeiras e, no segundo caso para evitar a sua saída do habitat natal (Sulkin, 1981).

Para além da fase larvar planctónica, a sua transição para a fase bentónica, enquanto juvenis, constitui também um processo muito importante para as populações adultas que lhes deram origem. Este processo é designado recrutamento e alguns estudos demonstraram que este é determinante na estrutura das populações (Roughgarden *et al.*, 1985; Gaines & Roughgarden, 1985) e, o fornecimento de larvas aos habitats de assentamento, onde os juvenis irão ocorrer depende dos mecanismos de transporte das larvas para os mesmos (Bostford, 1986; Forward *et al.*, 2001). O sucesso do recrutamento depende do número de larvas e juvenis que sobrevivem à fase planctónica (McConaughy, 1992).

Assim, pode considerar-se dois tipos principais e distintos de movimentos das larvas planctónicas, dependendo da espécie:

1. Retenção larvar no habitat natal
2. Dispersão dos primeiros estádios larvares para longe do habitat natal e migração de retorno para o mesmo dos estádios decapodito ou juvenil (Shanks, 1995).

No caso de espécies estuarinas com mecanismo de retenção larvar, as larvas estão sujeitas às mesmas condições físicas e biológicas que os juvenis e adultos como por exemplo pressão osmótica elevada, stress térmico e predação pelágica intensa, o que exige adaptações específicas a este ambiente, semelhantes às dos adultos e juvenis respectivos (Anger, 2001; Queiroga & Blanton, 2005).

No segundo caso, o desenvolvimento larvar realiza-se sobre a plataforma continental ou em águas oceânicas e a sua duração pode variar de semanas a meses, dependendo das espécies (Forward *et al.*, 2001; Cowen, 2002). Neste caso, para completarem o ciclo de

vida, as larvas terão de regressar ao habitat natal ou seleccionar novos habitats de assentamento propícios ao desenvolvimento dos juvenis e adultos (Shanks, 1995; Palma *et al.*, 1998).

O processo de escolha do habitat de assentamento, por parte dos decapoditos é activo e depende da disponibilidade de habitats apropriados para refúgio dos predadores e alimento. As larvas de decápodes podem mesmo atrasar a metamorfose para o estágio de juvenil se não encontrarem um habitat adequado ao assentamento (Palma *et al.*, 1998; Webber & Epifanio, 1996). A ausência de um habitat propício ao assentamento pode originar elevadas taxas de mortalidade e prejudicar o recrutamento às populações adultas (Shanks, 1995).

#### **1.4. Enquadramento**

Esta tese de mestrado esteve integrada no projecto “*Inter-basin exchange in the changing Mediterranean Sea: Impact on the ecosystems in the vicinity of the Straits connecting the Mediterranean Sea with the adjacent Basins*” (MedEx: MARIN-ERA/MAR/0002/2008).

O Mar Mediterrâneo constitui uma bacia semi-fechada, rodeada pelos continentes Europeu, Africano e Asiático, que comunica com o oceano Atlântico através do Estreito de Gibraltar. A localização geográfica bem como as variações climáticas, geológicas e a topografia dos fundos marinhos permitem a divisão desta bacia em várias unidades, semi-fechadas (Mar de Alboran e Baleárico, na zona ocidental, mares Tirreno e Adriático na zona central e, na zona oriental, os mares Iónico e Egeu, que faz ligação com o mar Negro) (Mojeta, 2005).

Apesar de ocupar apenas 0,82% da superfície do oceano global e 0,32% do seu volume, o Mar Mediterrâneo tem sido considerado como um *hotspot* para a biodiversidade, em termos de riqueza específica, principalmente na bacia ocidental, com cerca de 67% das espécies encontradas no mediterrâneo ocidental. A zona ocidental é também a que apresenta maior produtividade primária (ESF, 2007).

De um modo geral, no mar Mediterrâneo, a cadeia alimentar é hiperoligotrófica e limitada por fósforo, em vez de nitrogénio. No entanto, tem-se verificado um crescimento na eutrofização costeira, principalmente nas costas Europeias e orientais

(ESF, 2002). O seu carácter oligotrófico deve-se em parte ao sistema de circulação das correntes marinhas, que se caracteriza pela entrada de águas superficiais do Atlântico, pobres em nutrientes e pela saída de águas intermédias do Mediterrâneo, ricas em nutrientes, através do Estreito de Gibraltar (Martínez, 1989).

Dado o seu balanço hídrico negativo, ou seja as perdas por evaporação excedem os ganhos pela precipitação ou descargas fluviais, apresenta valores de salinidade muito elevados. É um mar quente, os valores de temperatura nunca são inferiores a 12,5-13°C em nenhum momento do ano e em nenhum nível de profundidade. Durante o Verão verifica-se uma termoclina entre os 20-40 metros de profundidade devido ao aquecimento das águas superficiais Atlânticas que se faz, à medida que penetram no Mediterrâneo (Martínez, 1989).

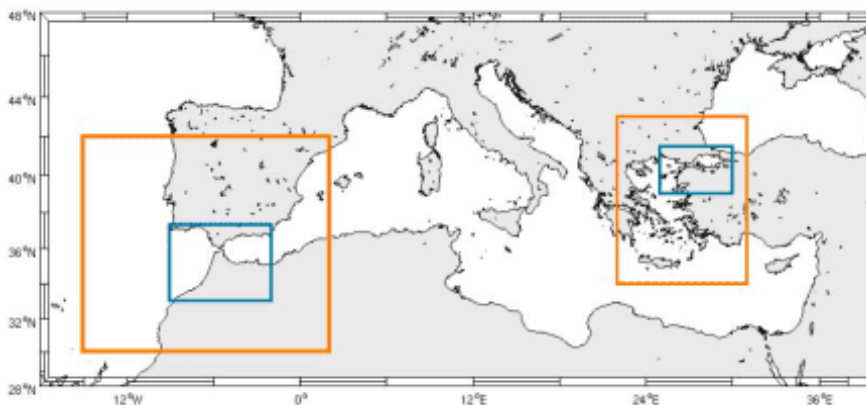
De facto, o Verão é a altura do ano com menor produtividade primária, dada a estratificação térmica, que impede a reciclagem de nutrientes através das águas mais profundas, e a própria intensidade da luz pode ser um factor limitante no crescimento do fitoplâncton (Mojeta, 2005).

Durante o Inverno a temperatura da água torna-se uniforme desde a superfície aos fundos marinhos, o que facilita a mistura das águas profundas ricas em nutrientes com as águas superficiais ricas em oxigénio (Mojeta, 2005). Este é um dos aspectos que tornam o Mediterrâneo especialmente atractivo para os oceanógrafos, sendo utilizado como um modelo reduzido dos oceanos (Martínez, 1989).

O Mar de Alboran, zona mais ocidental do Mar Mediterrâneo, constitui a zona de confluência entre as águas do Atlântico e as do Mediterrâneo, onde podemos encontrar espécies de origem Atlântica, não encontradas noutras regiões do mediterrâneo, e Mediterrânica, o que torna o Mar de Alboran uma zona especial a nível da biodiversidade (Abelló *et al.*, 2002; Pérèz & Picard, 1964; Garcia *et al.*, 2008).

As suas características hidrológicas e a sua localização geográfica tornam o Mar Mediterrâneo especialmente susceptível às alterações climáticas (ESF, 2002; 2007). No entanto, a riqueza de microclimas no Mediterrâneo (desde condições climáticas semelhantes ao Mar do Norte, no Mar Adriático, para condições quase tropicais no Mediterrâneo Oriental) dificulta a predição das alterações climáticas a nível espacial, pelo que estes estudos têm sido feitos a uma escala regional (ESF, 2007).

O projecto MedEX foca o seu objectivo essencialmente nas regiões circundantes dos estreitos de comunicação do Mediterrâneo com o exterior, ou seja, o Golfo de Cádiz e Mar de Alboran que circundam o Estreito de Gibraltar, no ocidente, e Mar Egeu e Mar Mármara, que circundam o Estreito de Dardanelos, no oriente (figura 1). Trata-se de um projecto multidisciplinar, cujos principais objectivos incluem a descrição dos processos físicos associados com as trocas entre o Mar Mediterrâneo e as bacias adjacentes, que afectam o ecossistema pelágico na proximidade dos estreitos (Gibraltar e Dardanelos), e o impacto que estes terão na alteração dos ecossistemas marinhos. Este projecto pretende, assim, implementar um modelo multidisciplinar (atmosférico, oceanográfico, ecológico) com vista à investigação e previsão das alterações nos ecossistemas próximos dos dois estreitos (<http://www.marinera-medex.eu/>).



**Figura 1** – Mapa das zonas de estudo do Projecto MedEX, retirado de <http://www.marinera-medex.eu/>).

Neste trabalho, o foco de estudo foram as larvas de decápodes existentes na zona ocidental do Mar de Alboran (Figura 2). Os estudos centraram-se na análise das populações dos primeiros estádios do ciclo de vida de várias espécies, no sentido de compreender o funcionamento dos ecossistemas pelágicos na proximidade dos estreitos e de recolher dados para averiguar os possíveis efeitos das alterações climáticas.



**Figura 2.** Mapa do Mar de Alboran, com destaque da zona de amostragem.

### **1.5. Objectivos**

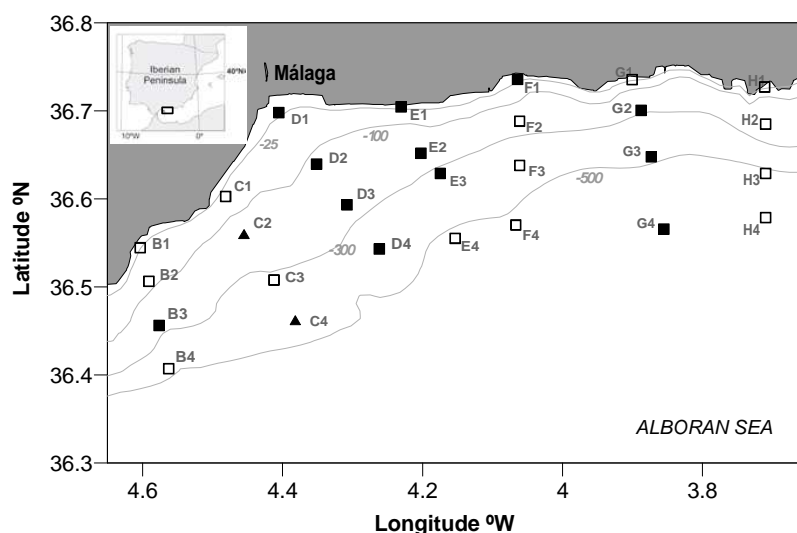
São objectivos deste trabalho a descrição da composição da fauna larvar de Crustáceos Decápodes (camarões em sentido lato) no Mar de Alboran e a análise dos padrões de distribuição espacial e vertical da abundância larvar, relacionando-os com as variáveis ambientais (temperatura, salinidade, concentração de clorofila *a* e feopigmentos), com o intuito de contribuir para a compreensão dos mecanismos de dispersão larvar de invertebrados.

## 2. Material e Método

Este estudo foi realizado no âmbito do projecto “*Inter-basin exchange in the changing Mediterranean Sea: Impact on the ecosystems in the vicinity of the Straits connecting the Mediterranean Sea with the adjacent Basins: (MedEX)- MARIN-ERA/MAR/0002/2008*”.

### 2.1. Trabalho de campo

Foram realizados 8 transeptos dos quais foram recolhidos amostras em 26 estações. As amostras foram recolhidas através da rede multinet (Hydro-Bios), com malhagem de 200  $\mu\text{m}$  que, foi aberta no sentido ascendente nos intervalos de profundidade (m): 100-75; 75-50; 50-25 e 25-superfície. A amostragem decorreu de 23 a 27 de Julho de 2008 (SESAME-IBMAL0708 - CRUISE REPORT), onde foram registados os dados de concentração de clorofila a e de feopigmentos, temperatura, salinidade, profundidade da sonda, profundidade média de amostragem, latitude, longitude e luz.



**Figura 3** – Área de estudo (Norte do Mar de Alboran, Mediterrâneo Ocidental). Localização das estações de amostragem; os quadrados brancos representam as estações amostradas durante o dia, os quadrados pretos as estações amostradas durante a noite e os triângulos as estações amostradas de dia e de noite. As linhas batimétricas 25, 100, 300 e 500 metros estão indicadas.

## 2.2. Processamento das amostras

As amostras foram conservadas em formaldeído a 4% tamponizado e preparadas com água do mar. As larvas de decápodes foram triadas e identificadas ao nível da espécie, sempre que possível ou, então, ao nível do género e, os respectivos estádios larvares foram enumerados. A identificação das larvas foi feita através das chaves de identificação dos Santos & González- Gordillo (2004) e dos Santos & Lindley (2001).

## 2.3. Análise dos padrões de distribuição larvar

Foi calculado a abundância relativa  $a$  para cada taxa, de acordo com a fórmula:

$$a = 10 (n / v)$$

em que  $n$  é o número de indivíduos contados e  $v$  é o volume de água filtrada em  $m^3$ , obtendo-se assim o número de larvas por  $10 m^3$ . Os valores de abundância relativa foram logaritmizados,  $\ln(a+1)$  (Ibanez, 1971), para normalização da abundância e homogeneização da variância.

Foi feita uma análise exploratória dos dados, utilizando o software EXCEL, para determinar quais as espécies mais abundantes e as que tinham as fases ou estádios larvares bem representados. Destes, foram seleccionados os géneros e espécies, apresentados na Tabela 1, para os quais foram verificados os padrões de distribuição larvar ao longo das estações e relação entre a abundância e os parâmetros ambientais.

**Tabela 1.** Lista das espécies seleccionadas para aplicação dos modelos explicativos da abundância. As duas últimas colunas indicam se foram ou não consideradas fases larvares e estádios larvares.

Espécie	Grupo	Fases larvares	Estádios larvares
<i>Gennadas elegans</i>	Camarões	Sim	Sim
<i>Sergestes arcticus</i>	Camarões	Sim	Não
<i>Alpheus glaber</i>	Carídeos	Sim	Não
<i>Athanas nitescens</i>	Carídeos	Sim	Não
<i>Eualus sp.</i>	Carídeos	Sim	Não
<i>Philocheras bispinosus</i>	Carídeos	Sim	Sim
<i>Processa spp.</i>	Carídeos	Sim	Sim
<i>Necallianassa truncata</i>	Escavadores	Sim	Sim
<i>Upogebia deltaura</i>	Escavadores	Sim	Sim

A análise dos dados foi feita para cada estágio larvar e espécie, em duas fases (*two stage model*). Numa primeira fase, a abundância (variável dependente) foi tratada como variável dicotômica (presença/ausência) e através de um modelo logístico, foi estudada a sua relação com as variáveis ambientais (Tabela 2).

**Tabela 2.** Lista das variáveis ambientais em estudo.

Variável	Unidade	Código	Descrição
Clorofila <i>a</i>	mg/m <sup>3</sup>	CLA	Valores medidos <i>in situ</i> para cada estação e camada da coluna de água
Feopigmentos	mg/m <sup>3</sup>	FEO_PIG	Valores medidos <i>in situ</i> para cada estação e camada da coluna de água
Temperatura	°C	TEMP_MED	Valor médio entre o topo e a base da camada obtido em cada estação
Salinidade		SAL_MED	Valor médio obtido em cada estação, de acordo com o intervalo de profundidade
Profundidade	M	PROF_MED	Média da profundidade superior e inferior de cada camada.
Profundidade da sonda	M	PROF_SONDA	Utilizou-se esta variável como medida indirecta da distância à costa, tendo em conta que quanto maior for a profundidade da sonda maior será distância à costa.
Latitude	Graus decimais	LAT	
Longitude	Graus decimais	LONG	
Luminosidade e		LUZ	Dois níveis: dia (D) e noite (N). D das 06:00 às 18:00 e N das 18:00

Numa segunda fase, e para as estações e profundidades em que o modelo anterior previu presença, foi utilizado o índice de abundância medido, num modelo aditivo generalizado (GAM) para novamente investigar a relação entre a abundância e as mesmas variáveis ambientais (Tabela 2). Em ambos os casos foi utilizado o programa estatístico SAS (SAS Institute, 2008) e respectivamente as rotinas PROC LOGIT e PROC GAM. Este procedimento foi utilizado devido ao elevado número de estádios larvares com abundância zero (*zero inflated data*) (Wenger & Freeman, 2008).

Para as espécies e fases larvares em que a previsão da presença e abundância foram associadas a variáveis com significância estatística, foi repetida a aplicação dos modelos a cada um dos estádios da fase e espécie em causa.

### 3. Resultados

#### 3.1. Dados ambientais

Os dados ambientais utilizados são apresentados em Anexo. Os dados obtidos em relação à concentração de clorofila *a* e de feopigmentos, encontram-se respectivamente na Tabela 3 e na Tabela 4. Para auxiliar na interpretação dos resultados, as tabelas foram construídas de forma a indicar as variações de concentração com a profundidade e a distância à costa, utilizando diferentes tons para assinalar 3 níveis de concentração: até 0,5 mg.m<sup>-3</sup>, entre 0,5 e 1mg.m<sup>-3</sup> e mais do que 1 mg.m<sup>-3</sup> para a clorofila *a*, e até 0,2 mg.m<sup>-3</sup>, entre 0,2 e 0,3 mg.m<sup>-3</sup> e mais do que 0,3 mg.m<sup>-3</sup> para os feopigmentos.

**Tabela 3** - Valores de concentração de clorofila *a*(mg.m<sup>-3</sup>) nas estações amostradas. A distância à costa é indicada na primeira coluna, sendo as estações 1 mais próximas da costa. Os tons indicam intensidade da concentração de clorofila *a*: até 0,5 mg.m<sup>-3</sup>, entre 0,5 e 1 mg.m<sup>-3</sup> e mais do que 1 mg.m<sup>-3</sup>.

Posição em relação à costa	Profundidade	Transecto							
		B	C	D	E	F	G	H	
1	0-25m	1,224	0,124		0,235	0,384	0,270		
2		0,113	0,136	0,158	0,130	0,108	0,103	0,124	
3		0,100	0,136	0,120	0,103	0,112	0,099	0,107	
4			0,106	.	0,099	0,102	0,099	0,098	
1	25-50m								
2		0,520	0,488	0,720	1,006	0,579	0,781	0,802	
3		0,775	0,687	0,651	1,004	0,579	0,341	0,910	
4			0,777	.	0,632	1,158	0,696	1,085	
1	50-75m								
2			0,210					0,341	
3		0,108	0,173	0,304	0,147	0,481	0,122	0,300	
4			0,180	.	0,200	0,457	0,402	0,386	
1	75-100m								
2									
3		0,090	0,104	0,131		0,088	0,046	0,106	
4			0,018	.	0,072	0,467	0,057	0,094	

**Tabela 4** Valores de concentração de feopigmentos ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) nas estações amostradas. A distância à costa é indicada na primeira coluna, sendo as estações 1 mais próximas da costa. Os tons indicam intensidade da concentração de feopigmentos: até  $0,2 \text{ mg.m}^{-3}$ , entre  $0,2$  e  $0,3 \text{ mg.m}^{-3}$  e mais do que  $0,3 \text{ mg.m}^{-3}$ .

FEO PIGMENTOS

Posição em relação à costa	Profundidade	Transecto							
		B	C	D	E	F	G	H	
1 2 3 4	0-25m	0,337	0,016		0,046	0,079	0,055		
		0,022	0,034	0,022	0,025	0,039	0,015	0,019	
		0,028	0,021	0,018	0,012	0,023	0,013	0,014	
			0,013	.	0,010	0,010	0,013	0,015	
1 2 3 4	25-50m								
		0,260	0,248	0,253	0,376	0,428	0,393	0,285	
		0,295	0,362	0,319	0,432	0,428	0,327	0,469	
			0,348	.	0,276	0,319	0,366	0,333	
1 2 3 4	50-75m								
			0,157					0,282	
		0,126	0,220	0,218	0,186	0,252	0,025	0,175	
			0,150	.	0,201	0,372	0,203	0,000	
1 2 3 4	75-100m								
		0,122	0,118	0,131		0,089	0,090	0,119	
			0,040	.	0,085	0,410	0,061	0,126	

De uma forma geral, observaram-se maiores variações nos valores de concentração de clorofila *a* e de feopigmentos entre as diferentes profundidades de amostragem, do que entre estações. O nível de profundidade onde estes valores foram substancialmente maiores correspondeu ao intervalo de amostragem dos 25 aos 50 metros de profundidade. Na primeira camada de profundidade amostrada, dos zero aos 25 metros, os valores de concentração de clorofila *a* registados, no geral, foram muito baixos, próximos de zero. As estações onde se registaram valores de concentração de clorofila *a* mais significativos foram a B1, com  $1,22 \text{ mg.m}^{-3}$  e a estação T, com  $0,60 \text{ mg.m}^{-3}$ . Os valores de concentração de feopigmentos foram substancialmente mais baixos, próximos de zero, para todas as estações. A segunda camada de profundidade amostrada, ou seja, dos 25 aos 50 metros, foi onde se registaram os valores mais significativos de concentração de clorofila *a* e de feopigmentos, apesar dos valores de concentração destes últimos serem bastante inferiores aos da clorofila *a*. A próxima figura representa os valores de concentração de clorofila *a* e de feopigmentos registados

em cada estação, no referido intervalo de profundidade. O valor máximo de concentração de clorofila *a* registou-se na estação F4,  $1,16 \text{ mg.m}^{-3}$ , e o valor mínimo na estação G3,  $0,34 \text{ mg.m}^{-3}$ . As estações com valores de concentração de clorofila *a* acima de  $1 \text{ mg.m}^{-3}$  foram a E2, E3 e a H4. As restantes estações apresentaram valores desde os  $0,5$  a  $1 \text{ mg.m}^{-3}$ . Os valores máximos de concentração de feopigmentos registaram-se nas estações H3, com  $0,47 \text{ mg.m}^{-3}$ , F2 e F3, com  $0,43 \text{ mg.m}^{-3}$ . Os valores mínimos registaram-se nas estações B2 e C2, com  $0,26 \text{ mg.m}^{-3}$  e  $0,25 \text{ mg.m}^{-3}$ , respectivamente. Nas duas últimas camadas de profundidade amostradas, dos 50 aos 75 e dos 75 aos 100 metros, os valores de concentração de clorofila *a* e de feopigmentos desceram significativamente, excepto na estação T, onde os valores de concentração de clorofila *a* se mantiveram praticamente constantes em todas as camadas de profundidade amostradas (cerca de  $0,6 \text{ mg.m}^{-3}$ ).

Relativamente à salinidade e temperatura, foram preparadas tabelas com o mesmo critério (Tabela 5 e Tabela 6), no caso da salinidade foram escolhidos níveis de uma unidade de salinidade ( $s < 36$ ,  $36 \leq s < 37$ ,  $s \geq 37$ ), no caso da temperatura níveis com 3 graus de amplitude ( $t < 16$ ,  $16 \leq t < 19$ ,  $19 \leq t < 22$ ,  $t \geq 22$ ).

**Tabela 5** - Valores de salinidade nas estações amostradas. A distância à costa é indicada na primeira coluna, sendo as estações 1 mais próximas da costa. Os tons indicam a salinidade, valores mais escuros correspondem a salinidades mais elevadas.

SALINIDADE

Posição em relação à costa	Profundidade	Transecto						
		B	C	D	E	F	G	H
1	0-25m	37,1	36,9		36,9	25,2	36,9	
2		36,9	36,8	37,0	36,8	36,9	36,9	36,9
3		36,8	36,8	37,0	36,9	36,7	36,9	36,9
4			36,9	36,8	36,8	36,7	36,9	37,0
1	25-50m							
2		37,2	37,0	37,3	37,2	36,9	37,0	36,8
3		37,6	37,0	37,2	36,9	36,9	37,0	36,9
4			37,3	37,0	37,2	36,9	36,9	36,9
1	50-75m							
2			37,9					37,5
3		37,9	37,8	37,6	37,8	37,7	37,5	37,3
4			37,9	37,7	37,9	37,6	37,4	37,3
1	75-100m							
2								
3		38,2	38,1	38,0		38,1	38,1	38,0
4			38,2	38,1	38,1	38,1	38,0	37,9

**Tabela 6** Valores da temperatura nas estações amostradas. A distância à costa é indicada na primeira coluna, sendo as estações 1 mais próximas da costa. Valores mais escuros correspondem a temperaturas mais elevadas.

TEMPERATURA								
Posição em relação à costa	Profundidade	Transecto						
		B	C	D	E	F	G	H
1	0-25m	20,6	22,4		23,0	23,6	22,4	
2		21,6	21,6	23,0	22,3	22,6	22,7	22,8
3		18,2	21,7	22,8	22,0	20,8	22,0	22,2
4			19,3	20,6	20,3	19,4	22,0	22,1
1	25-50m							
2		17,9	16,2	17,5	18,9	17,6	16,9	17,6
3		15,3	16,8	16,7	16,8	15,8	16,4	16,8
4			16,8	16,1	15,6	15,3	16,3	16,7
1	50-75m							
2			14,6					15,4
3		14,5	14,8	15,0	14,7	15,0	14,8	14,9
4			14,5	14,7	14,5	14,6	15,1	14,9
1	75-100m							
2								
3		13,8	14,1	14,3		14,1	14,1	14,2
4			13,9	14,1	14,0	14,1	14,2	14,3

Os valores de temperatura média mais elevados registaram-se na camada de amostragem superficial (dos zero aos vinte e cinco metros) e, foi também nesta que os valores mais variaram entre estações. No geral, as estações onde se registaram os valores mais elevados de temperatura média, nesta camada de amostragem, foram as D3, E1, E2, F1, F2 e, com menores valores foram as estações B3, C4 e a F4. Da camada de amostragem anterior para a subsequente, *i.e.*, a dos 25 aos 50 metros de profundidade, os valores de temperatura média registados diminuíram consideravelmente. O valor máximo ocorreu na estação E2, 18,9°C, e o valor mínimo na estação B3, 15,3°C. As estações onde se registaram os menores valores de temperatura média, na camada de amostragem dos 25 aos 50 metros, foram a B3, F4, T, C2, D4, F4, G3, H3 e H4 e, as que apresentaram valores mais elevados foram a E1, B2, D2 e F2. Na maioria das estações o valor de temperatura média observado foi 19°C. No intervalo de amostragem dos 50 aos 75 metros de profundidade todas as estações apresentaram temperaturas médias na ordem dos 15°C, à excepção da estação T, com cerca de 16°C.

Dos 75 aos 100 metros de profundidade de amostragem, registaram-se, em todas as estações, valores de temperatura média na ordem dos 14°C, excepto na estação T, que se manteve nos 16°C. De forma geral, em cada estação, as diferenças mais bruscas de temperatura ocorreram da primeira camada de profundidade amostrada para a segunda e, traduziram-se numa diminuição dos valores de temperatura média, que continuou gradualmente a diminuir com o aumento de profundidade. Na estação T, também se verificou uma diminuição brusca de temperatura nas primeiras duas camadas mas, a partir da segunda camada o valor médio de temperatura manteve-se constante.

Ao contrário da temperatura, a salinidade aumentou com a profundidade e os valores de salinidade registados entre estações pouco variaram. No entanto, na estação T, onde se obteve o mínimo de salinidade em todas as camadas de amostragem, a salinidade manteve-se praticamente constante ao longo da coluna de água. Na camada de amostragem dos zero aos 25 metros o valor mínimo de salinidade verificou-se na estação T, 36,5, e o valor máximo na estação B1, 37,1. As restantes estações apresentaram valores de salinidade na ordem dos 37. Na segunda camada de amostragem, dos 25 aos 50 metros, a estação T foi onde se registou o valor mínimo de salinidade, 36,4, e a estação C4 o valor máximo, 37,3. As restantes estações apresentaram valores na ordem dos 37, o que nos mostrou que da primeira para a segunda camada de amostragem os valores de salinidade praticamente mantiveram-se constantes. À excepção da estação T, que se manteve com a salinidade de 36,4, valor mínimo, as restantes estações aumentaram os seus valores de salinidade para 38 na terceira camada de amostragem, ou seja, dos 50 aos 75 metros de profundidade. O valor máximo de salinidade registou-se na estação C4, com 37,9.

Para interpretação dos resultados é relevante a correlação entre as variáveis ambientais contínuas consideradas. Na tabela 7, apresenta-se a matriz de correlação para essas variáveis.

**Tabela 7** – Matriz de correlação para as variáveis contínuas usadas na explicação da presença e abundância de larvas.

	Lat	Long	Prof_sonda	Prof_med	Temp_med	Sal_med	Cl	Feo_pig
Lat	1	0.6646	-0.4914	-0.1818	0.2153	-0.0378	-0.1524	-0.1176
		<.0001	<.0001	0.1044	0.0536	0.7377	0.1857	0.3085
		81	81	81	81	81	77	77
Long		1	0.1728	0.0239	0.0114	-0.0135	-0.0777	-0.0445
			0.123	0.8321	0.9197	0.9046	0.5015	0.7005
			81	81	81	81	77	77
Prof_sonda			1	0.3265	-0.3560	0.1492	0.0520	0.0675
				0.0029	0.0011	0.1838	0.6535	0.5599
				81	81	81	77	77
Prof_med				1	-0.7746	0.3807	-0.0580	0.2545
					<.0001	0.0005	0.6166	0.0255
					81	81	77	77
Temp_med					1	-0.3685	-0.1863	-0.4534
						0.0007	0.1047	<.0001
						81	77	77
Sal_med						1	-0.0998	0.0769
							0.388	0.506
							77	77
Cl							1	0.8317
								<.0001
								77
Feo_pig								1

### 3.2. Espécies e fases larvares

A lista completa dos taxa encontrados é apresentada no Anexo B. Todos os grupos em estudo apresentaram valores de abundância relativa bastante significativos. No entanto, o grupo mais importante foi o dos Carídeos que, representou 46% da abundância relativa de larvas de decápodes presentes nas amostras em estudo. Os escavadores, embora tenham sido o grupo que apresentou menor diversidade específica, foram o segundo grupo mais importante a nível de abundância relativa (31%), seguidos dos camarões que, contribuíram com 23% de abundância relativa.

No grupo dos camarões a espécie dominante foi a *Gennadas elegans*, que representou 51% de abundância dentro deste grupo. As espécies *Eusergestes arcticus* e *Solenocera membranacea* e *Sergia robusta* também foram bastante abundantes. As espécies

*Deosergestes henseni* e *Sicyonia carinata* foram muito menos abundantes (1%) e os restantes taxa identificados apresentaram valores de abundância muito próximos do zero.

Nos grupo dos carídeos, o género *Processa* apresentou-se como dominante (40%). Os restantes taxa mais importantes, a nível da abundância relativa, foram *Alpheus glaber*, *Philocheras bispinosus*, *Athanas nitescens* e *Eualus spp.* Dos menos abundantes, destacaram-se *Pandalina brevirostris*, *Plesionika spp.* e *Lysmata seticaudata*. Os restantes taxa apresentaram valores de abundância relativa irrisórios.

No grupo dos Escavadores destacou-se a espécie *Necallianassa truncata* que, representou 53% da abundância relativa presente nas amostras estudadas. As espécies *Upogebia deltaura* e *U. pusilla* também apresentaram valores de abundância relativa bastante significativos. Das espécies que menos representaram este grupo a nível da abundância relativa, destacaram-se *Jaxea nocturna*, *Pestarella thyrrena* e *Callianassa subterranea*. Os restantes taxa apresentaram valores de abundância relativa muito pouco significativos.

A presença das larvas nas diferentes estações foi variável de acordo com a profundidade de amostragem. No intervalo de amostragem dos 0 aos 25 metros de profundidade foram encontradas larvas de Carídeos em todas as estações. As larvas de Camarão foram encontradas em quase todas as estações, excepto na estação E1. O mesmo se verificou nos Escavadores, ausentes apenas nas estações C4 e F3. O número de indivíduos foi muito variável nas diferentes estações.

O número máximo de exemplares encontrados verificou-se na estação B2 com 1163 carídeos, dos quais 645 pertenciam a *Philocheras bispinosus* e 1565 escavadores, dos quais 1458 pertenciam à espécie *Necallianassa truncata*. O número máximo de Camarões encontrados verificou-se na estação F4, com 240 indivíduos, dos quais 125 pertenciam à espécie *Gennadas elegans*.

No intervalo de amostragem dos 25 aos 50 metros de profundidade foram encontradas larvas de Camarão em todas as estações, excepto nas estações D4 e G2. Os Carídeos estiveram ausentes nas estações D4, F4, H2, H3, H4 e T e, os escavadores nas estações C4, D4, E4, F4, G3, G4, H3 e H4.

A quantidade de indivíduos encontrados diminuiu consideravelmente neste intervalo de profundidade, em relação ao anterior. O número máximo de exemplares encontrados

verificou-se na estação F2 com 252 carídeos, dos quais 122 pertenciam ao género *Processa* e 212 escavadores, dos quais 109 pertenciam à espécie *Necallianassa truncata*. A estação onde foram encontradas larvas de camarão em maior número foi a H2, com 109 indivíduos, dos quais 97 pertenciam à espécie *Gennadas elegans*.

No intervalo de profundidade amostrado dos 50 aos 75 metros de profundidade foram encontradas larvas de Camarão em todas as estações. As larvas de Carídeos só não foram encontradas nas estações F4 e G4 e as de Escavadores, estiveram ausentes nas estações D3, E4, G3, G4, H3 e T. No entanto, o número de indivíduos encontrados, no geral, foi muito inferior ao das camadas de profundidade anteriores, na ordem dos 10 indivíduos, exceto na estação F3 onde foram encontrados 66 exemplares do grupo dos Camarões, 55 dos quais pertencentes à espécie *Gennadas elegans*.

No intervalo de profundidade de amostragem dos 75 aos 100 metros de profundidade foram encontradas larvas de camarão em quase todas as estações, exceto nas estações G3, H3 e T. Os Carídeos estiveram ausentes nas estações C4, E4, G3, G4 e H4. E os Escavadores apareceram apenas nas estações D3, D4 e F3. O número de indivíduos encontrados em cada estação foi inferior a 10.

De uma forma geral, os Carídeos e os Escavadores foram encontrados em maior número nas mesmas estações ao contrário dos Camarões, que surgiram em maiores quantidades em estações distintas das que foram encontrados os referidos grupos.

A distribuição da abundância relativa, à semelhança da distribuição em número, nas estações amostradas foi bastante semelhante entre os carídeos e os escavadores. As estações onde se observaram os valores máximos de abundância relativa de carídeos foram as mesmas que as dos escavadores, *i.e.*, B1, B2, C2, D2 e E2. Nas estações E1, E3, F1, F2, G1 e G2, os valores de abundância relativa também foram bastante elevados, para ambos os grupos referidos anteriormente. Verificou-se também que a distribuição da abundância relativa destes dois grupos ocorreu essencialmente no primeiro intervalo de profundidade amostrado (0 aos 25 metros) e nas estações com menor profundidade de sonda, ou seja, mais próximas da linha de costa.

As larvas de Camarões apresentaram uma distribuição, a nível da abundância relativa, diferente dos grupos anteriores. As estações onde se verificaram picos de abundância foram a C2, C3, D3, E2, E3, E4, F3, F4, G4 e H2. De uma forma geral, os camarões foram bastante abundantes ao longo das várias estações. As estações onde estes não

ocorreram ou os níveis de abundância foram mais baixos corresponderam às estações mais próximas da linha de costa, ao contrário dos Carídeos e dos Escavadores. Verificou-se que, à semelhança dos Carídeos e dos Escavadores, as larvas de Camarão também se distribuíram preferencialmente nas primeiras camadas de profundidade amostradas, principalmente dos zero aos vinte e cinco metros. No entanto, ao contrário destes grupos, os Camarões apresentaram uma tendência para se distribuírem nas estações mais distantes da linha de costa.

De uma forma geral, as espécies escolhidas como espécies - alvo, dentro dos respectivos grupos, apresentaram uma distribuição dos valores de abundância relativa à imagem do grupo a que pertencem. De entre os Carídeos, o género *Processa* foi o que apresentou níveis de abundância relativa superiores e em mais estações e, verificou-se picos de abundância nas estações B1, B2, C2, D2, E2, F1 e F2, todas estações mais costeiras. Os zoés de *Alpheus glaber*, apesar de não tão abundantes como as *Processa* spp., também apresentaram valores de abundância relativa elevados, ao longo de várias estações, verificando-se picos de abundância nas estações B1, C2, D2, E1 e E2, também estas estações mais próximas da linha de costa. Os zoés de *Philocheras bispinosus* apesar de terem apresentado níveis elevados de abundância relativa em algumas estações, tais como, B1, B2, C2, D2 e F2, estiveram ausentes na maioria das estações. Os zoés de *Athanas nitescens* e de *Eualus* spp. foram menos abundantes que os taxa referidos anteriormente, no entanto, à semelhança destes, foram mais abundantes nas estações B1, B2, D2, E2, F1, F2, G1 e G2, i.e., nas estações mais próximas da linha de costa.

Nos Escavadores, a espécie *Necallianassa truncata* dominou as amostras a nível de abundância relativa e apareceu em mais estações do que as restantes espécies de escavadores, verificando-se picos de abundância relativa nas estações B1, B2, C2, D2, E2, E3, F1 e F2, à semelhança dos Carídeos. A espécie *Upogebia deltaura* surgiu em menos estações do que a *N. truncata*, no entanto, também apresentou níveis de abundância relativa elevados nas estações B1, D2, E1 e F2.

### **3.3-. Modelos explicativos da abundância larvar**

Os resultados da aplicação das duas fases dos modelos às espécies indicadas na Tabela 1, para avaliar a relação entre a abundância das larvas das diferentes espécies e os factores ambientais, são apresentados nas tabelas do Anexo C. Na Tabela 8 apresentam-

se os resultados para as espécies e fases larvares com variáveis significativas para explicar a presença/ausência e para estas, aquelas que houve igualmente variáveis significativas para explicar a abundância. Para o modelo logístico é apresentada a percentagem de concordância (presença/ausência prevista e observada).

**Tabela 8** – Resultados das duas fases do modelo (coeficientes e significância). Na segunda coluna são apresentados os resultados do modelo logístico, tendo sido incluída percentagem de previsão de presença/ausência concordante (valores previstos e observados). Na terceira coluna são apresentados os resultados do GAM, apenas para os casos em que, na primeira fase, foram encontradas variáveis significativas (valor  $p < 0,05$ ).

Espécies	n	Variáveis	Coef.	Nível de signif.	% concor.	n	Variáveis	Coef.	Nível de signif.
<b>Camarões</b>									
<i>Gennadas elegans</i>									
Z	77	Luz_D	-0,8192	0,0023	75,3	58	Luz_D	-1,2464	0,0053
		Cla	-2,5559	0,0051			Lat(linear)	-27,44017	0,0002
							Long(linear)	7,0104	0,0006
							Prof_med(linear)	-0,0065	0,0064
							Long(spline)		0,0138
<i>Sergestes arcticus</i>									
P	77	Prof_Med	-0,0195	0,0310	59,0				
Z	77	Prof_Med	-0,0360	0,0005	76,2				
		Cla	-1,6884	0,0455					
<b>Carídeos</b>									
<i>Alpheus glaber</i>									
Z	77	Prof_Sonda	-0,00431	0,0298	94,2	46	Prof_Sonda(linear)	0,8178	<0,0001
		Prof_Med	-0,01023	<0,0001			Prof_Med(linear)	1,0673	0,0014
							Sal_Med(linear)	0,9920	0,0298
							Feo_pigm(linear)	53,2555	0,0019
							Feo_pigm(spline)		0,0318
<i>Athanas nitescens</i>									
Z	77	Temp_Med	0,4937	<0,0001	86,4				
<i>Eualus sp.</i>									
Z	77	Prof_Sonda	-0,0034	0,0273	84,7				
		Temp_Med	0,3446	<0,0001					
<i>Philocheras bispinosus</i>									
Z	77	Prof_Sonda	-0,0074	0,0001	81,3				
<i>Processa spp.</i>									
Z	77	Prof_Sonda	-0,0052	0,0017	88,1	53	Lat(spline)		<0,0001
		Temp_Med	0,6462	0,0055			Long(spline)		<0,0001
							Prof_Sonda(spline)		<0,0001
							Temp_med(spline)		<0,0001
							Feo_pigm(spline)		<0,0001
<b>Escavadores</b>									
<i>Upogebia deltaura</i>									
Z	77	Temp_Med	0,3715	<0,0001	82,4				
<i>Necallianassa truncata</i>									
Z	77	Temp_Med	0,4051	0,0046	89,7				
		Prof_Sonda	-0,00839	0,0001					

As variáveis mais importantes para explicar a presença de larvas das espécies estudadas são a profundidade e a temperatura médias das camadas. O sinal do parâmetro é positivo no que se refere à temperatura e negativo para a profundidade (tanto para a profundidade da camada como da estação) indicando um aumento da probabilidade de encontrar larvas nas camadas superficiais ou mais junto à costa e associadas a temperaturas mais altas. Estas tendências podem considerar-se correlacionadas, uma vez que as temperaturas mais elevadas se encontram nas camadas superficiais.

Relativamente à abundância, as variáveis significativas são mais diversificadas, surgindo a latitude e longitude como relevantes para a abundância de *Gennadas elegans*. Foram também encontrados efeitos não lineares para a abundância de *Processa spp.*. Neste caso, a possibilidade de se encontrarem misturadas várias espécies, pode explicar os efeitos não lineares encontrados.

Na fase seguinte repetiu-se a análise para cada uma dos estádios, seleccionando apenas as espécies em que tanto a presença/ausência como a abundância apresentaram variáveis significativas: *Gennadas elegans* e *Alpheus glaber*. *Processa spp.* não foi incluída porque estavam a ser consideradas todas as larvas do género. Os resultados da análise são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9** – Resultados das duas fases do modelo (coeficientes e significância) para os estádios das espécies *Gennadas elegans* e *Alpheus glaber*. Na segunda coluna são apresentados os resultados do modelo logístico, tendo sido incluída percentagem de previsão de presença/ausência concordante (valores previstos e observados). Na terceira coluna são apresentados os resultados do GAM, apenas para os casos em que, na primeira fase, foram encontradas variáveis significativas (valor  $p < 0,05$ ).

Espécies	n	Variáveis	Coef.	Nível de signif.	% concor.	n	Variáveis	Coef.	Nível de signif.
<b>Camarões</b>									
<i>Gennadas elegans</i>									
ZI	77	Prof_Med	-0,1114	0,0005	82,8				
		Temp_Med	-1.2654	<0,0001					
		Feo_pigm	-5,4035	0,0478					
ZIV	77	Prof_Med	-0,0235	0,0195	73,8	49	Lat(linear)	-8,1154	0,0365
		Cla	-2,8323	0,0016			Long(linear)	2,9889	0,0389
ZV	77	Luz	-0,9195	0,0003	49,9	32	Lat(linear)	-14,4059	0,0125
							Long(linear)	4,3089	0,0265
							Prof_Sonda(linear)	-0,0043	0,0424
							Long(spline)		0,0362
<b>Carídeos</b>									
<i>Alpheus glaber</i>									
ZI	77	Prof_Sonda	-0,0108	0,0124	82,8				
ZII	77	Prof_Sonda	-0,0047	0,0069	88,9	34	Prof_Med(linear)	-0,1267	0,0286
		Temp_Med	-0,0662	<0,0001			Temp_med(linear)	0,4073	0,0011
							Sal_Med(linear)	0,3352	0,0280
ZIII	77	Prof_Sonda	-0,0083	0,0119	95,1				
		Temp_Med	0,4980	0,0013					
ZIV	77	Long	-2,2342	0,0463	85,8				
		Temp_Med	0,7367	0,0009					
		Feo_pigm	9,8824	0,0100					
ZV	77	Long	-2,4735	0,0282	83,9				
		Temp_Med	0,4091	0,0004					
ZVI	77	Temp_Med	0,5775	<0,0001	89,9				
ZVII	77	Long	-2,3337	0,0324	83,2				
		Temp_Med	0,3999	0,0003					
ZVIII	77	Luz	-0,7803	0,0352	78,3				
		Temp_Med	0,2042	0,0368					
ZIX	77	Prof_Sonda	-0,0190	0,0376	87,1				

Para o estudo da emissão larvar apenas foram considerados os taxa que apresentaram valores de abundância larvar significativos (acima de 1), no 1º estágio larvar. Pressupõe-se que a ocorrência do primeiro estágio dos exemplares, com valores de abundância

relativa significativos, fosse um indicativo da emissão larvar e, conseqüente presença dos respectivos adultos.

No caso de *Gennadas elegans* verificou-se que as estações onde poderia estar a ocorrer emissão larvar foram as estações C2, C4, F4, G4, H4 e T. À exceção da estação C2, as restantes estações corresponderam às mais afastadas da linha de costa. Para o género *Processa* registaram-se picos de abundância relativa do primeiro estágio larvar nas estações B1 e F1. Para além destas, as estações onde se pressupôs estar a decorrer emissão larvar foram as estações B2, C2, C3, C4, D2, E2, E3, E4, G1 e T. Para este taxa a emissão larvar parece distribuída por uma área maior com diferenças de profundidade e distância à costa.

## 4. Discussão

As variáveis explicativas mais importantes para a presença de fases larvares específicas (Tabela 8) foram, de uma forma geral, a temperatura, profundidade da sonda, e profundidade média de amostragem. A correlação entre a presença e abundância de larvas de uma espécie com a profundidade é bem conhecida, pois os padrões verticais de migração (ao longo do ciclo larvar ou do dia) tendem a concentrar as larvas em camadas de água específicas para favorecer a alimentação ou evitar a predação (Mcconaugha, 1992). Este comportamento justifica a significância de outras variáveis além da profundidade como a hora do dia (luz). Outras variáveis explicam movimentos ao longo da costa (longitude) ou perpendiculares à costa (latitude e profundidade da sonda). Estes movimentos são também comuns nas larvas, em particular nas de decápodes, e estão associados a processos passivos de transporte larvar por correntes (Mcconaugha, 1992, Anger, 2001). Neste trabalho foram ainda incluídas variáveis que representam a abundância de fitoplâncton (clorofila *a* e feopigmentos), representando a disponibilidade de alimento para as larvas. As variáveis ambientais temperatura e salinidade foram também consideradas e, embora não directamente importantes para a sobrevivência das larvas (uma vez que as amplitudes encontradas não são elevadas), estão associadas a outras propriedades das massas de água, como por exemplo a profundidade ou a produção primária, podendo ser utilizadas pelas larvas como pistas para se manterem em camadas de água mais adequadas às necessidades do seu ciclo de vida (Anger, 2101, 2003). De notar que, nas estações amostradas neste trabalho, foram muito significativas ( $p < 0,0001$ ) as correlações entre a profundidade média da camada e a temperatura, entre a temperatura e a concentração de feopigmentos, e entre a clorofila *a* e os feopigmentos. De notar que não houve nenhuma correlação significativa envolvendo a clorofila *a* para além da referida anteriormente.

As duas espécies de camarões para as quais foi possível relacionar a presença de larvas com as variáveis utilizadas no modelo foram *Gennadas elegans* e *Eusergestes arcticus*. No primeiro caso foi também possível explicar a abundância das larvas (Tabela 8). Para ambas as espécies, em particular para *G. elegans* ( $p < 0,001$ ) a clorofila *a* foi um factor a explicar a presença dos zoés, sendo o coeficiente de correlação negativo o que indicou que estes terão tido uma distribuição nos locais com menores concentrações de clorofila *a*. A presença de zoés de *G. elegans* foi também significativamente afectada pela hora

do dia (variável luz) indicando que estes terão sido encontrados preferencialmente nas amostras nocturnas. As larvas de *G. elegans* parecem evitar a presença nas camadas acima dos 100 metros durante o dia. Relativamente à abundância, *G. elegans*, para além da hora do dia, aparece associado a variáveis geográficas ou espaciais, como a latitude e a longitude e profundidade. A longitude surgiu como um dos factores de maior influência na abundância relativa dos zoés de *G. elegans* e relacionou-se de forma positiva, o que nos indicou que os níveis de abundância larvar tendem a aumentar nas estações mais a Oeste. Existe em adição um efeito não linear para a longitude. A latitude, pelo contrário, apresentou uma relação negativa com os valores de abundância pelo que pressupomos que os níveis de abundância relativa seriam superiores nas latitudes mais baixas, correspondendo a estações mais afastadas da costa. Estas variáveis estão ausentes da explicação para a presença de larvas o que pode resultar do facto desta ser uma espécie bastante abundante, estando presente em amostras de outras regiões próximas do Mediterrâneo tanto de verão (caso deste trabalho) como de inverno (e.g. González-Gordillo e Rodriguez, 2003; Torres et al., 2013).

Uma análise detalhada de cada um dos estádios larvares (Tabela 9), mostra que a explicação da distribuição global de zoés está associada aos estádios mais avançados (ZV e ZVI) para os quais as variáveis clorofila *a* e hora do dia (Luz) foram significativas anteriormente. Para estes dois estádios, as variáveis explicativas da abundância coincidem, na generalidade, com as relevantes para a explicação da abundância global dos zoés. Na fase adulta *G. elegans* é uma espécie mesopelágica, comum no Atlântico Norte incluindo o Mediterrâneo (Hargreaves, 1984, Abelló *et al* 2002), mais abundante na vertente média (500-600 m). Foi encontrado no Mediterrâneo ocidental entre os 10 e os 140 cm de distância do fundo, em estações entre os 400 e os 800 m sendo considerada uma espécie com capacidade natatória intermédia (Cartes *et al* 1994). A emissão larvar não está por isso associada a zonas costeiras ou estuarinas, sendo de cariz claramente oceânico pelo que a presença de larvas junto à costa, e o seu posterior retorno às profundidades onde se encontram os adultos, deverá depender de transporte por correntes e corresponde a duas importantes migrações ontogenéticas (Bartilotti et al. 2014). O facto das larvas evitarem as camadas superficiais durante o dia indica que deverão efectuar migrações verticais, comportamento que já foi estabelecido como comum para as larvas de decápodes em geral (dos Santos et al, 2008).

A profundidade média foi a variável mais significativa para explicar a presença tanto dos protozoés como dos zoés de *Eusergestes arcticus*, que segundo a relação com esta variável, se terão distribuído nas camadas de água mais superficiais (Tabela 9). Relativamente à presença de protozoés a significância é baixa ( $p=0.03$ ) e a concordância entre valores previstos e observados é igualmente baixa (59%), revelando um efeito fraco da profundidade. Este facto poderá estar associado às baixas densidades observadas. Relativamente aos zoés, a profundidade tem uma associação clara com a presença de larvas e a clorofila uma associação menos significativa ( $p=0.045$ ). Não foi possível relacionar a abundância desta espécie com nenhuma das variáveis presentes no modelo. Tal como *G. elegans*, *E. arcticus* os adultos são considerados mesopelágicos encontrando-se junto ao fundo a profundidades associadas à vertente superior (cerca de 400 metros), tendo igualmente capacidades natatórias moderadas (Cartes et al 1994), as larvas com os seus movimentos migratórios também dependem de correntes para completar o seu ciclo de vida (e.g. Dos Santos et al., 2008).

A temperatura média foi o factor com maior importância na distribuição dos zoés de Carídeos e de Escavadores e indicou-nos que a presença destes é favorecida por valores médios de temperatura mais elevados. A profundidade da sonda também teve um papel preponderante na presença dos zoés de Carídeos e de *Necallianassa truncata* e mostrou-nos que estes apresentaram uma tendência geral para se distribuírem nas estações mais próximas da linha de costa.

*Alpheus glaber* é um carídeo que na fase adulta habita tocas escavadas em fundos lodosos, encontrando-se no Mediterrâneo Oriental a profundidades desde os 70 metros (Atkinson et al 2003) até cerca dos 400 metros, com capacidade natatória limitada (Cartes et al, 1994). Para esta espécie a profundidade média apresentou-se como o factor de maior influência na presença ( $p<0,0001$ ) e indicou-nos a sua ocorrência nas camadas mais superficiais da coluna de água. A mesma variável foi significativa para a explicação da abundância, mas com coeficiente de sinal positivo indicando que, de entre as camadas superficiais onde esta espécie pode ser encontrada, a abundância é maior nas mais profundas. A profundidade da estação (prof\_sonda) foi igualmente significativa em ambos os casos (presença e abundância) com coeficiente negativo ou seja presença mais frequente e maior abundância nas estações costeiras. A abundância aparece também directamente associada à concentração de feopigmentos, com uma forte componente linear de coeficiente positivo e uma componente não linear menos importante. A

salinidade teve um pequeno contributo ( $p=0,03$ ) com coeficiente positivo para a explicação da abundância.

A análise dos diferentes estádios de zoés (Tabela 9) mostra uma maior diversidade de variáveis associadas à presença de cada um destes estádios. Na interpretação será dado destaque apenas às variáveis com  $p<0,01$ , dada a possibilidade de falsas significâncias decorrentes do elevado número de testes realizados. Para os estádios ZII a ZVII são identificadas variáveis com significância elevada, sendo a temperatura média importante para todos estes estádios, com coeficientes positivos para todos, à excepção do estágio ZII, que tem um coeficiente negativo associado a uma significância bastante elevada, e a profundidade da sonda apenas para o estágio ZII. A temperatura média é ainda importante na explicação da abundância do estágio ZII, com uma tendência linear positiva. O sinal diferente do coeficiente da temperatura para o estágio ZII pode ser interpretado como estando a presença de larvas deste estágio associada a camadas menos quentes, e de entre estas, a abundância ser maior para as temperaturas mais elevadas. Basta que as larvas estejam ausentes da camada mais superficial para que este padrão se manifeste. Quando verificada a presença ausência o coeficiente é negativo por as larvas não se encontrarem na camada mais quente (superfície), mas quando se modela a abundância para estações em que a presença for prevista como positiva, as larvas aparecem associadas à camada superior em que a temperatura é mais elevada. Em resumo, *A. glaber* aparece associado a estações costeiras e a camadas de água intermédias, com concentração mais elevada e feopímentos e temperatura intermédia.

Para o carídeo *Athanas nitescens* é na fase adulta uma espécie costeira associada a sapais (Sánchez-Jerez, 2000), estando a presença de larvas nas estações amostradas positivamente associada à temperatura média da camada de água, ou seja maior probabilidade de ocorrência nas camadas superficiais. *Philocheras bispinosus* é na fase adulta uma espécie costeira presente em toda a plataforma continental até cerca dos 220 m (Zariquiey-Alvarez, 1968), cuja presença de larvas apareceu associada a estações mais próximas da costa (profundidade da estação inversamente correlacionada com a probabilidade de presença de larvas).

Para os carídeos dos géneros *Eualus* e *Processa* a identificação não foi feita ao nível das espécies. No primeiro caso a presença de larvas foi positivamente correlacionada com a temperatura e inversamente correlacionada com a profundidade da estação, sugerindo

mais uma vez que as larvas se encontram em camadas de água superficiais e junto à costa.

No caso de *Processa* spp., a profundidade da sonda, aparece associada à presença e abundância de larvas com coeficiente negativo para a presença (menor proporção em estações mais profundas) e tendência não linear relativamente à abundância. O mesmo se passou com a temperatura da camada, mas com coeficiente positivo relativamente à presença. Para a abundância contribuíram igualmente, de forma bastante significativa ( $p < 0,0001$ ), com tendência não linear, a latitude, a longitude e a concentração de feopigmentos. Estas três variáveis podem estar correlacionadas uma vez que a distribuição de feopigmentos não é linear nem com a latitude nem com a longitude, ou seja, a concentração de *Processa* spp. pode ser dependente dos feopigmentos, sendo a latitude e longitude redundantes, ou pode ter uma distribuição associada à localização sendo a associação à concentração de feopigmentos uma coincidência. Outro aspecto a considerar é a possibilidade dos efeitos não lineares resultarem de estarem incluídas no género *Processa* spp. mais de uma espécie, com distribuições diferentes que quando consideradas em conjunto podem indicar abundância de tendência não linear com variáveis espaciais. Devido à possibilidade de mistura de espécies não foi interpretada a presença e abundância de estádios específicos de *Processa* spp.. Em resumo, larvas de *Processa* spp. encontram-se em estações costeiras, em camadas de água com temperaturas mais elevadas e com uma associação não linear com a longitude, latitude e concentração de feopigmentos.

Para as espécies de escavadores, *Upogebia deltaura* e *Necallianassa truncata*, a temperatura foi positivamente correlacionada com a presença de larvas, e no caso de *N. truncata* a profundidade da estação, com coeficiente negativo. A distribuição batimétrica dos adultos de *N. truncata* não é conhecida, mas *U. deltaura* encontra-se em zonas pouco profundas até aos 40 m (Tunberg, 1986).

Em geral, todas as espécies e fases larvares para as quais foi possível encontrar uma relação entre a presença e/ou abundância com variáveis ambientais e geográficas, apresentaram uma tendência para se concentrarem em camadas de água superficiais ou intermédias. Torres *et al* (2013), numa zona a Este da amostrada neste trabalho (junto das Ilhas Baleares) encontraram igualmente que a maior concentração de larvas se encontrava nos 75 m superficiais. A relação com a localização em camadas superiores pode ser feita directamente através da profundidade (prof\_med) que foi claramente

significativa ( $p < 0,0001$ ) para a presença de zoés de *Alpheus glaber*, .ou indirectamente através da temperatura dada a correlação entre profundidade e temperatura, variável que foi muito significativa para a presença de zoés de *Athanas nitescens*, *Eualus sp.* e *Upogebia deltaura*. As amostras utilizadas neste trabalho foram colhidas no verão, sendo plausível assumir que a termoclina se encontrava bem definida, facilitando a permanência das larvas nas camadas mais propícias ao seu desenvolvimento. As migrações verticais, comuns à maioria das larvas de crustáceos, realizam-se através de respostas comportamentais a variáveis ambientais como a luz, a temperatura e a salinidade (Queiroga e Blanton, 2004). Num dos casos *Gennadas elegans*, a luz foi um factor signifiativo para a presença de larvas, sugerindo que estas se encontram em profundidades maiores durante o dia e que portanto, efectuarão migrações verticais (dos Santos et al. 2008). A profundidade da sonda, utilizada como indicador da distância à costa, foi muito significativa e inversamente correlacionada com a presença de larvas *Philocheras bispinosus* e *Necallianassa truncata*.

Relativamente à abundância, esta foi analisada com modelos aditivos generalizados apenas para as estações e camadas em que o modelo logístico previu a presença de larvas e o conjunto de variáveis significativas foi mais diverso. De notar que a previsão da abundância foi apenas possível para três espécies (*G. elegans*, *A. glaber* e *Processa* spp.). Pelo menos uma das variáveis geográficas como a longitude, latitude e profundidade da sonda (indicadora da distância à costa) foram significativas.

## 5. Conclusões

Com este trabalho pretendeu-se descrever a composição e a analisar os padrões de distribuição espacial e vertical da abundância larvar dos crustáceos decápodes, com excepção das larvas de caranguejos, relacionando-os com variáveis ambientais para o Mar de Alboran (Mediterrâneo ocidental). Os objectivos propostos foram atingidos e tiraram-se as seguintes conclusões:

1. Das larvas de camarões, *sensu lato*, analisadas, as mais abundantes são as pertencentes a espécies de camarões mesopelágicos, dos quais a mais abundante foi *Gennadas elegans*.
2. Dois grupos foram evidenciados:
  - um constituído por larvas de espécies de camarões mesopelágicos, *Gennadas elegans*, *Eusergestes arcticus*, que aparecem associados a estações mais afastadas da costa e preferem águas menos superficiais, dos 25 aos 50 m de profundidade;
  - outro constituído por larvas de espécies de camarões costeiros, *Alpheus glaber*, *Athanas nitescens* e *Philocheras bispinosus* e por larvas de camarões escavadores, *Upogebia deltaura* e *Necallianassa truncata* que aparecem correlacionados a temperaturas mais elevadas e às estações junto à costa.
3. As correlações encontradas estão de acordo com a origem das larvas.

## 6. Referências

- Abad, E., Preciado, I., Serrano, A., Baro, J. (2007). *Demersal and epibenthic assemblages of trawlable grounds in the northern Alboran Sea (western Mediterranean)*. *Scientia Marina*. 71(3): 513-524.
- Abelló, P., Carbonell, A. & Torres, P. (2002). *Biogeography of epibenthic crustaceans on the shelf and upper slope off the Iberian Peninsula Mediterranean coasts: implications for the establishment of natural management areas*. *Scientia Marina*. 66(2): 183-198.
- Abelló, P., Valladares, F.J. & Castellón, A. (1988). *Analysis of the structure of decapod crustacean assemblages off the Catalan coast (North- West Mediterranean)*. *Marine Biology*. 98: 39-49.
- Amend, M. & Shanks, A. (1999). *Timing of larval release in the mole crab Eremita talpoida*. *Marine Ecology Progress Series*. 182 : 295-300.
- Anger, K. (1991). *Effects of temperature and salinity on the larval development of the Chinese mitten crab Eriocheir sinensis (Decapoda: Grapsidae)*. *Marine Ecology Progress Series*. 72: 103-110.
- Anger, K. (2001). *The Biology of Decapod Crustacean Larvae*. *Crustacean Issues*. 14:1-419.
- Anger, K. (2003): *Salinity as a key parameter in the larval biology of decapod crustaceans*, *Invertebrate Reproduction & Development*, 43 , pp. 29-45 .
- Anger, K. (2006). *Contributions of larval biology to crustacean research: a review*. *Invertebrate Reproduction and Development*. 49(3): 175-205.
- Anger, K., Harms, J., Montú, M., Bakker, C.(1990). *Effects of salinity on the larval development of a semiterrestrial tropical crab, Sesarma angustipes (Decapoda: Grapsidae)*. *Marine Ecology Progress Series*. 62: 89-94.
- Atkinson, R. J. A., M. E. Gramitto, and C. Frogliia (2003). *Aspects of the biology of the burrowing shrimp Alpheus glaber (Olivi) (Decapoda : Caridea : Alpheidae) from the Central Adriatic*. *Ophelia* 57:27-42.
- Barnich, R. (1995). *The Larvae of the Crustacean Decapoda (excl. Brachyura) in the Plankton of the French Mediterranean Coast (Identification Keys and Systematics)*. *Tese de Doutorado*.. Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Department of Biology. Westfälische Wilhelms- Universität Münster, Germany.
- Bartilotti, C., dos Santos, A, Castro, M., Peliz, A. & Santos, A. M. P. (2014) *Decapod larval retention within distributional bands in a coastal upwelling ecosystem*. *Marine Ecology Progress Series*,507:233-247.
- Bracken, H.D., A. Toon, D.L. Felder, J.W. Martin, M. Finley, J. Rasmussen, F. Palero, and K.A. Crandall (2009). *The decapod tree of life: compiling the data and moving toward a consensus of decapod evolution*. *Arthropod Systematics & Phylogeny*. 67(1): 99–116

Brusca, R. C. & G. J. Brusca (2003). *Invertebrates*. (2nd ed.): 1-936. (Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts).

Cartes, J.E., J.C. Sorbe, F. Sarda (1994). *Spatial distribution of deep-sea decapods and euphausiids near the bottom in the northwestern Mediterranean*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 179: 131-144.

Cronin, T.W. & Forward, Jr. (1986). *Vertical migration cycles of crab larvae and their role in larval dispersal*. *Bulletin of Marine Science*. 39(2): 192-201.

De Grave, S., Pentcheff, N.D., Ahyong, S.T., Chan, T., Crandall, K.A., Dworschak, P.C., Felder, D.L., Feldmann, R.M., Fransen, C.H.J.M., Goulding, L.Y.D., Lemaitre, R., Landeira, J.M, F. Lozano-Soldevilla, S. Hernández-León, E.D. Barto (2010). *Spatial variability of planktonic invertebrate larvae in the Canary Islands area*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90: 1217-1225.

Dorit, R.L., Walker, Jr. & Barnes, R.D. (1991). *Zoology*. Saunders College Publishing. USA. 1009 pp.

dos Santos, A., Santos, A.M.P., Conway, D.V.P., Bartilloti, C., Lourenço, P., Queiroga, H. (2008). *Diel vertical migration of decapod larvae in the portuguese coastal upwelling ecosystem: implications for offshore transport*. *Marine Ecology Progress Series*. 359: 171-183.

dos Santos, A. & González- Gordillo, J.I. (2004). *Illustrated Keys for the identification of the Pleocyemata (Crustacea, Decapoda) zoeal stages, from the coastal region of south-western Europe*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 84: 205-227.

dos Santos, A. & Lindley, J.A. (2001). *Crustacea Decapoda : Larvae II. Dendrobranchiata (Aristeidae, Benthescymidae, Penaeidae, Solenoceridae, Sicyonidae, Sergestidae and Luciferidae)*. ICES Identification Leaflets for Plankton. 186: 1-9.

dos Santos, A. (1999). *Larvas de Crustáceos decápodes ao largo da costa portuguesa*. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal. 278 pp.

Drake, P., Arias, A.M. & Rodríguez, A. (1998). *Seasonal and tidal abundance patterns of decapod crustacean larvae in a shallow inlet (SW Spain)*. *Journal of Plankton Research*. 20 (3): 585- 601.

ESF - European Science Foundation (2002). *Integrating Marine Science in Europe*. Marine Board. Position Paper 5.

ESF - European Science Foundation (2007). *Impacts of climate change on the European marine and coastal environment. Ecosystems approach*. Marine Board. Position Paper 9.

Forward, Jr. (1987). *Larval release rhythms of decapod crustaceans an overview*. *Bulletin of Marine Science*. 41(2): 165-176.

García Muñoz, J.E., Manjón-Cabeza, M.E., García Raso, J.E. (2008). *Decapod crustacean assemblages from littoral bottoms of the Alborán Sea (Spain, west Mediterranean Sea): spatial and temporal variability*. *Scientia Marina*. 72(3): 437-449.

- Gonçalves, A., Ribeiro, R., Soares, A.M.V.M. (2003). Comparison between two lunar situations on emission and larval transport of decapod larvae in the Mondego estuary (Portugal). *Acta Oecologica*. 24:183-190.
- González-Gordillo, J.I., A. dos Santos, & A. Rodriguez (2001) Checklist and annotated bibliography of decapod crustacean larvae from the Southwestern European coast (Gibraltar Strait area). *Scientia Marina*. 65: 275–305.
- Gonzalez-Gordillo, J.J. & Rodríguez, A. (2003). Comparative seasonal and spatial distribution of decapod larvae assemblages in three coastal zones off the south-western Iberian Peninsula. *Acta Oecologica*. 24: 219-233.
- Grantham, B.A., Eckert, G.L. & Shanks, A.L. (2003). Dispersal potential of marine invertebrates in diverse habitats. *Ecological Applications*. 13 (1):108-116.
- Hargreaves, P.M. (1984). The distribution of Decapoda (Crustacea) in the open ocean and near-bottom over an adjacent slope in the northern North-east Atlantic Ocean during autumn 1979. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 64: 829-857.
- Levin, L. (2006). Recent progress in understanding larval dispersal : new directions and digressions. *Integrative and Comparative Biology*. 46: 282- 297.
- Levinton, J. S. (1995). *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*. Oxford University Press. New York. 420pp
- Low, M.E.Y., Martin, J.W., Ng, P.K.L., Schweitzer, C.E., Tan, S.H., Tshudy, D., Wetzler, R. (2009). A Classification of Living and Fossil Genera of Decapod Crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*. 21: 1-109.
- Marta-Almeida, M., Dubert, J., Peliz, A., Queiroga, H. (2006). Influence of vertical migration pattern on retention of crab larvae in a seasonal upwelling system. *Marine Ecology Progress Series*. 307: 1-19.
- Martin, J.W. & G.E. Davis (2001) An updated classification of the Recent Crustacea. *Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series* 39: 1–124
- Martin, J.W. and G.E. Davis (2006). Historical trends in crustacean systematics. *Crustaceana*. 79(11): 1347–1368.
- Martínez, J.R. (1989). *Oceanografía del Mar de Alborán*. *Revista Alba*. 7(13): 71-78.
- McConaughy, J.R. (1992). Decapod Larvae: Dispersal, Mortality and Ecology. A Working Hypothesis. *Amerzool*. 32: 512-523.
- Mileikovsky, S.A. (1972). The “Pelagic Larvation” and its role in the biology of the World Ocean, with special reference to pelagic larvae of marine bottom invertebrates. *Marine Biology*. 16: 13- 21.
- Mileikovsky, S.A. (1973). Speed of active movement of pelagic larvae of marine bottom invertebrates and their ability to regulate their vertical position. *Marine Biology* 23(1):11-17.
- Mojeta, A. (2005). *Mediterranean Sea. White Star Guides. Underwater world. Italy*.
- Oishi, K. & Saigusa, M. (1997). Nighttime emergence patterns of planktonic and benthic crustaceans in a shallow subtidal environment. *Journal of Oceanography*. 53: 611-621.

Paula, J., Mendes, R.N., Mwaluma, J., Raedig, C., Emmerson, W. (2003). Combined effects of temperature and salinity on larval development of the mangrove crab *Parasesarma catenata* Ortman, 1897 (Brachyura: Sesarmidae). *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* 2 (1): 57-63.

Pechenik, J.A. (1999). On the advantages and disadvantages of larval stages in benthic marine invertebrate life cycles. *Marine Ecology Progress Series.* 177: 269-297.

Pineda, J. (1994). Internal tidal bores in the nearshore: Warm-water fronts, seaward gravity currents and the onshore transport of neustonic larvae. *Journal of Marine Research.* 52: 427-458.

Queiroga, H., Almeida, M.J., Alpuim, T., Flores, A.A.V., Francisco, S., González-Gordillo, I., Miranda, A.I., Silva, I., Paula, J. (2006). Tide and wind control of megalopal supply to estuarine crab populations on the Portuguese west coast. *Marine Ecology Progress Series.* 307: 21-36.

Queiroga, H., Cruz, T., dos Santos, A., Dubert, J., González-Gordillo, J.I., Paula, J., Peliz, A., Santos, A.M.P. (2007). Oceanographic and behavioural processes affecting invertebrate larval dispersal and supply in the western Iberia upwelling ecosystem. *Progress in Oceanography.* 74: 174- 191.

Queiroga, H., J. Blanton (2004). Interactions Between Behaviour and Physical Forcing in the Control of Horizontal Transport of Decapod Crustacean Larvae. In *Advances in Marine Biology.* Pp. 107-214: Academic Press.

Roughgarden J., Gaines, S., Possingham, H. (1988). Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science.* 241: 1460-1466.

Sánchez-Jerez,P., C. Barberá-Cebrian, A.A. Ramos-Esplá (2000). Influence of the structure of *Posidonia oceanica* meadows modified by bottom trawling on crustacean assemblages: comparison of amphipods and decapods. *Scientia Marina,* 64(3): 319-326.

SAS Institute (2008). *SAS/Stat User's Guide. Version 9.2.* Cary, NC, USA.

SESAME-IBMAL (2008). *Lagrangian cruise in the Alboran Sea. IBMAL0708. Data acquisition for validating anchovy Individual-Based Models. WP5-WP3. Cruise Report.*

Squires, J.H. (1990). *Decapod Crustacea of the Atlantic Coast of Canada. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences* 221. Department of Fisheries and Oceans. Ottawa. Canada.

Sulkin, S.D. (1981). Larval retention in estuaries. *J Estuaries* 4(3): 238-304.

Thorson, G. (1950). Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Reviews.* 25(1): 1-45.

Torres, A.P., dos Santos, R. Balbín, F. Alemany, E. Massutí, P. Reglero (2013). Decapod crustacean larval communities in the Balearic Sea (western Mediterranean): Seasonal composition, horizontal and vertical distribution patterns. *Journal of Marine Systems* (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2013.11.017>).

Tunberg, B. (1986). Studies on the population ecology of *Upogebia deltaura* (Leach) (Crustacea, Thalassinidea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 22(6):753-765.

Williamson, D.I. (1982). *Larval morphology and diversity.* In: L.G.Abele (ed.). *Biology of the Crustacea. Vol.2: New York: Academic Press*

*Zariquiey-Alvarez R (1968) Crustáceos Decápodos Ibéricos. Invest Pesq 32:1-510*

## 6. Anexos

### ANEXO A – Parâmetros ambientais

**Tabela A1-** Parâmetros ambientais nas estações amostradas dos 0 aos 25 metros de profundidade.

Estação	D/N	Prof_Sonda	Temp_Med	Sal_Med	Cl a	Feopigm	Prof_Med
B1	D	45	20,56279	37,09402	1,22395	0,336586	7,5
B2	D	74	21,6403	36,9099	0,112501	0,022485	12,3
B3	N	196	18,20552	36,81619	0,100262	0,027789	12,2
C1	D	56	22,36801	36,93269	0,124129	0,015712	11,8
C2	D	101	21,58536	36,78783	0,136266	0,034005	12,35
C2	N	101	21,58536	36,78783	0,136266	0,034005	12,2
C3	D	274	21,69444	36,77127	0,135858	0,020889	12,25
C4	D	440	19,25366	36,87643	0,106382	0,012999	12,15
C4	N	420	19,25366	36,87643	0,106382	0,012999	12,25
D2	N	77	36,9757	36,9757	0,15789	0,021746	12,4
D3	N	203	22,83269	36,95715	0,120151	0,01787	12,2
D4	N	336	20,57404	36,76466	-	-	12,25
E1	N	28	22,99958	36,93698	0,23459	0,046306	1,2
E2	N	80	22,29979	36,84037	0,130147	0,025387	12,2
E3	N	264	22,04116	36,85412	0,103424	0,012489	12,2
E4	D	430	20,31877	36,77395	0,098732	0,010159	12,05
F1	N	29	23,6419	25,21067	0,383504	0,078588	11,95
F2	D	87	22,63344	36,9207	0,108014	0,03859	12,185
F3	D	287	20,83943	36,72461	0,111583	0,023316	12,5
F4	D	470	19,42997	36,65742	0,101996	0,009843	12,15
G1	D	29	22,35272	36,92296	0,270289	0,054823	8,95
G2	N	90	22,70084	36,8601	0,10322	0,015381	12,25
G3	N	350	21,98234	36,85798	0,098834	0,013091	12,15
G4	N	660	21,98234	36,85798	0,098834	0,013091	24,3
H2	D	97	22,75208	36,871	0,123925	0,018691	12
H3	D	400	22,21134	36,85323	0,1073	0,013902	12,45
H4	D	660	22,07587	36,9548	0,09812	0,015279	12,2
T1D	D	660	17,877	36,50352	0,602795	0,183541	12

**Tabela A2** Parâmetros ambientais nas estações amostradas dos 25 aos 50 metros de profundidade.

Estação	D/N	Prof_Sonda	Temperatura	Salinidade	Cl a	Feopigm	Prof_Média
B2	D	74	17,89637	37,23391	0,520179	0,260089	33,75
B3	N	196	15,31541	37,5558	0,775168	0,294666	36,85
C2	D	101	16,17733	37,02857	0,48754	0,247646	36,55
C2	N	101	16,17733	37,02857	0,48754	0,247646	37
C3	D	274	16,76755	37,04733	0,687452	0,361575	36,85
C4	D	440	16,76755	37,31361	0,777208	0,348112	36,75
C4	N	420	16,76755	37,31361	0,777208	0,348112	37,2
D2	N	77	17,5175	37,30828	0,720091	0,252644	34,9
D3	N	203	16,65234	37,19009	0,650733	0,318533	36,85
D4	N	336	16,05895	37,04311	-	-	36,915
E2	N	80	18,86908	37,17064	1,005679	0,376263	37,15
E3	N	264	16,77419	36,94051	1,003639	0,432054	36,85
E4	D	430	15,62085	37,17073	0,632374	0,276205	36,76
F2	D	87	17,60336	36,87542	0,579336	0,428077	37
F3	D	287	15,78864	36,85759	0,579336	0,428077	37,15
F4	D	470	15,34742	36,90998	1,158469	0,319012	37
G2	N	90	16,86579	36,96395	0,781288	0,392582	35,5
G3	N	350	16,40611	36,95783	0,340666	0,326897	36,95
G4	N	660	16,34791	36,89891	0,695612	0,365553	36,7
H2	D	97	17,61009	36,78854	0,801687	0,285486	37,05
H3	D	400	16,80455	36,90926	0,909803	0,468671	37,45
H4	D	660	16,65149	36,91587	1,085236	0,333118	36,9
T1D	D	660	15,65833	36,43846	0,636454	0,265189	36,95

**Tabela A3** Parâmetros ambientais nas estações amostradas dos 50 aos 75 metros de profundidade


Estação	D/N	Prof_Sonda	Temp_Med	Sal_Med	Cl a	Feopigm	Prof_Med
B3	N	196	14,54881	37,88906	0,108116	0,125965	74,8
C2	D	101	14,64014	37,86912	0,210111	0,157482	60,575
C2	N	101	14,64014	37,86912	0,210111	0,157482	62,25
C3	D	274	14,77656	37,77152	0,173393	0,220209	61,2
C4	D	440	14,50177	37,91089	0,179513	0,149934	61,78
D3	N	203	14,98487	37,63882	0,303948	0,217965	62
D4	N	336	14,68931	37,74039	-	-	61,75
E3	N	264	14,7115	37,77328	0,146874	0,18604	61,7
E4	D	430	14,53853	37,91924	0,199912	0,200626	61,65
F3	D	287	15,04681	37,67454	0,48142	0,252032	62,2
F4	D	470	14,63604	37,63433	0,456941	0,371877	61,9
G3	N	350	14,8443	37,51932	0,122395	0,024989	62,05
G4	N	660	15,14865	37,42125	0,401864	0,203278	62
H2	D	97	15,40872	37,53702	0,340666	0,281814	61
H3	D	400	14,86791	37,29551	0,299868	0,175229	62
H4	D	660	14,90017	37,2859	0,385544	0	61,75
T1D	D	660	15,62375	36,44803	0,546698	0,273451	62

**Tabela A4** – Parâmetros ambientais nas estações amostradas dos 75 aos 100 metros de profundidade.

Estação	D/N	Prof_Sonda	Temp_Med	Sal_Med	Cl a	Feopigm	Prof_Med
B3	N	196	13,8399	38,17613	0,089756	0,121783	87,25
C3	D	274	14,09758	38,09667	0,104036	0,117907	84,1
C4	D	440	13,91474	38,15455	0,018359	0,039554	84,5
D3	N	203	14,31854	38,00845	0,130555	0,131269	84,65
D4	N	336	14,0905	38,11041	-	-	84,5
E4	D	430	13,96034	38,14013	0,072213	0,084881	86,95
F3	D	287	14,10823	38,08488	0,087716	0,089144	87,2
F4	D	470	14,07721	38,10713	0,467141	0,410227	86,1
G3	N	350	14,13381	38,08191	0,046102	0,089838	85,05
G4	N	660	14,20157	37,95944	0,057322	0,060932	84,75
H3	D	400	14,24651	37,96537	0,106076	0,119335	86,9
H4	D	660	14,32037	37,88869	0,093836	0,126373	85,64
T1D	D	660	15,62709	36,45283	0,658893	0,289566	111,8

## ANEXO B - Lista dos taxa identificados, espécies alvo e código das espécies

**Tabela B1** - Lista dos taxa identificados, espécies alvo e código das espécies – camarões.

cod_sps	Taxa	Observações
Dendro	<u>Camarões</u>	
genele	<i>Gennadas elegans*</i>	Espécie - alvo
parlon	<i>Parapenaeus longirostris</i>	Elevado valor comercial, foi encontrado apenas 1 exemplar.
solmem	<i>Solenocera membranacea</i>	-
serrob	<i>Sergia robusta</i>	-
serarc	<i>Eusergestes arcticus*</i>	Espécie - alvo
serhen	<i>Deosergestes henseni</i>	-
sercur	<i>Sergestes curvatus</i>	-
seratl	<i>Sergestes atlanticus</i>	-
serspp	<i>Sergestes spp.</i>	Inclui exemplares que não foram identificados ao nível da espécie, sobretudo decapoditos e juvenis.
lucsp	<i>Lucifer spp.</i>	-
penspp	<i>Penaeiopsis spp.</i>	-
siccar	<i>Sicyonia carinata</i>	

**Tabela B2 -** Lista dos taxa identificados, espécies alvo e código das espécies – Carídeos.


cod_sps	Taxa	Observações
carid	<b>Carídeos</b>	
athnit	<i>Athanas nitescens*</i>	Espécie - alvo
persp	<i>Periclimenes spp.</i>	-
ponsp	<i>Pontonia spp.</i>	-
lysset	<i>Lysmata seticaudata</i>	-
plesp	<i>Plesionika spp.</i>	-
alpgla	<i>Alpheus glaber*</i>	Espécie - alvo
alpsp	<i>Alpheus spp.</i>	Estes exemplares não foram identificados ao nível da espécie, poderão ser quaisquer das espécies do mediterrâneo, excepto <i>Alpheus glaber</i> .
prossp	<i>Processa spp.*</i>	Taxa - alvo Inclui todas as espécies identificadas neste estudo, i.e., <i>P. macrodactyla</i> , <i>P. edulis edulis</i> , <i>P. modica carolii</i> , <i>P. canaliculata</i> , <i>P. ?elegantula</i> , <i>P. nouveli nouveli</i> e alguns exemplares que não foram identificados ao nível da espécie, principalmente ZI decapoditos e juvenis.
panbre	<i>Pandalina brevisrostris</i>	-
pansp	<i>Pandalidae n.id.</i>	-
stysp	<i>Stylopandalus spp.</i>	-
palsp	<i>Palaemon spp.</i>	-
ponspi	<i>Pontophilus spinosus</i>	-
aegsp	<i>Aegaeon spp.</i>	-
phiscu	<i>Philocheras sculptus</i>	-
hipsp	<i>Hippolyte spp.</i>	-
pasmul	<i>Pasiphaea multidentata</i>	-
euasp	<i>Eualus spp.</i>	-
thosp	<i>Thoralus spp.</i>	-

Continua

**Tabela B2** – continuação

cod_sps	Taxa	Observações
phibis	<i>Philocheras bispinosus</i> *	Inclui os exemplares identificados ao nível da espécie tais como, <i>P. bispinosus bispinosus</i> e <i>P. bispinosus neglectus</i> e exemplares identificados apenas como <i>P. bispinosus</i> (sobretudo decapoditos). Também poderá incluir exemplares da espécie <i>P. monacanthus</i> , que são difíceis de distinguir de <i>P. bispinosus bispinosus</i> .

**Tabela B3** - Lista dos taxa identificados, espécies alvo e código das espécies – Escavadores.

cod_sps	Taxa	Observações
	<b>Escavadores</b>	
jaxnoc	<i>Jaxea nocturna</i>	-
upodel	<i>Upogebia deltaura</i> *	Espécie - alvo
upopus	<i>Upogebia pusilla</i>	-
uposp	<i>Upogebia spp.</i>	Inclui alguns exemplares identificados apenas ao nível do género, sobretudo decapoditos. À partida correspondem às espécies encontradas neste estudo, <i>U. deltaura</i> ou <i>U. pusilla</i> .
calsub	<i>Callianassa subterranea</i>	-
Pesthy	<i>Pestarella tyrrhena</i>	<i>Callianassa tyrrhena</i>
calspp	<i>Callianassa spp.</i>	Inclui alguns exemplares identificados apenas ao nível do género, sobretudo decapoditos.
calsl16	<i>Callianassa SL16</i>	-
Nectru	<i>Necallianassa truncata</i> *	Espécie - alvo <i>Callianassa truncata</i>

ANEXO C - Resultados da aplicação dos modelos Logístico e GAM.

**Tabela C1.** Relação das variáveis ambientais com a presença das larvas de decápodes de acordo com a fase larvar, prevista através do modelo logístico (LOGIT).

Espécies	n	Variáveis	Estimativa	Erro standard	$\chi^2$	Nível de signif.
<b>Camarões</b>						
<i>Gennadas elegans</i>						
P	66	Sal_Med	-	-	-	n.s.
Z	51	Luz_D	-0,8192	0,3076	7,0941	P < 0,01
		Cla	-2,5559	0,9182	7,7482	P < 0,01
<i>Eusergestes arcticus</i>						
P	50	Prof_Med	-0,0195	0,00902	4,6547	P < 0,05
		Sal_Med	-	-	-	n.s.
Z	36	Prof_Med	-0,036	0,0103	12,446	P < 0,001
		Cla	-1,6884	0,8443	3,9994	P < 0,05
		Feo_Pigm	-	-	-	n.s.
<b>Carídeos</b>						
<i>Alpheus glaber</i>	43	Prof_Sonda	-0,00431	0,00198	4,7227	P < 0,05
		Prof_Med	-0,01023	0,0235	18,8776	P < 0,001
		Cla	-	-	-	n.s.
<i>Athanas nitescens</i>	22	Temp_Med	0,4937	0,11	20,1312	P < 0,001
		Prof_Sonda	-	-	-	n.s.
<i>Eualus spp.</i>	27	Prof_Sonda	-0,00344	0,00162	4,5169	P < 0,05
		Temp_Med	0,3446	0,0997	11,9427	P < 0,001
<i>Philocheras bispinosus</i>	26	Prof_Sonda	-0,00738	0,00192	14,809	P < 0,001
<i>Processa spp.</i>	53	Prof_Sonda	-0,00516	0,00186	7,7053	P < 0,01
		Temp_Med	0,6462	0,2059	9,8542	P < 0,001
<b>Escavadores</b>						
<i>Upogebia deltaura</i>	15	Temp_Med	0,3715	0,1087	11,6837	P < 0,001
		Cla	-	-	-	n.s.
<i>Necallianassa truncata</i>	49	Temp_Med	0,4051	0,1429	8,0342	P < 0,05
		Prof_Sonda	-0,00839	0,00217	14,9116	P < 0,001

**Tabela C2.** Relação das variáveis ambientais com a abundância relativa ( $\ln(n+1)$ ) das larvas de decápodes, de acordo com a fase larvar, prevista através do modelo aditivo generalizado (GAM).

Espécies	n	Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Valor -t	Valor p	
<b>Camarões</b>							
<i>Gennadas elegans</i>	P	7	Prof_Med(linear)	-0,08472	0,03974	-2,13	P < 0,05
		7	Lon(linear)	12,72238	4,43169	2,87	P < 0,01
			Lat(linear)	-19,70548	9,22674	-2,14	P < 0,05
	Z	5	Lon(linear)	7,01041	1,89134	3,71	P < 0,001
		8	Lat(linear)	-27,44017	6,62017	-4,14	P < 0,001
			Prof_Sonda(linear)	-0,0065	0,00226	-2,88	P < 0,01
		Luz D(categórica)	-1,24636	0,42247	-2,95	P < 0,01	
<b>Carídeos</b>							
<i>Alpheus glaber</i>	Z	4	Prof_Med(linear)	-0,81777	0,13697	-5,97	P < 0,001
		6	Temp_Med(linear)	1,06726	0,30126	3,54	P < 0,001
			Sal_Med(linear)	0,99201	0,43317	2,29	P < 0,05
			Feo_Pigm(linear)	53,25546	15,56775	3,42	P < 0,01
Espécies	n	Parâmetro	G.L.	S.Q.	$\chi^2$	$P < \chi^2$	
<b>Camarões</b>							
<i>Gennadas elegans</i>	Z	5	Lon(spline)	1	11,717859	6,0599	P < 0,01
		8					
<b>Carídeos</b>							
<i>Processa spp.</i>	Z	5	Lat(spline)	1	1,28E+54	289,2622	<b>P &lt; 0,001</b>
		3	Lon(spline)	1	7,57E+53	171,1409	<b>P &lt; 0,001</b>
			Prof_Sonda(spline)	1	1,70E+54	383,2501	<b>P &lt; 0,001</b>
			Temp_Med(spline)	1	1,96E+53	44,2867	<b>P &lt; 0,001</b>
			Feo_Pigm(spline)	1	1,24E+54	280,2532	<b>P &lt; 0,001</b>

**Tabela C3.** Relação das variáveis ambientais com a presença dos estádios larvares de *Gennadas elegans* prevista através do modelo logístico (LOGIT).

Estádio	n	Variáveis	Parâmetro	Erro padrão	$\chi^2$	P < $\chi^2$
<b>PZI</b>	37	Prof_Med	-0,1114	0,0319	12,1927	<b>P &lt; 0,001</b>
		Temp_Med	-1,2654	0,3204	15,5943	<b>P &lt; 0,001</b>
		Feo_Pigm	-5,4035	2,7306	3,9159	P < 0,05
<b>PZII</b>	52	-	-	-	-	-
<b>PZIII</b>	48	Lat	-	-	-	n.s.
<b>ZIV</b>	44	Prof_Med	-0,0235	0,0101	5,4595	P < 0,01
		Cla	-2,8323	0,8960	9,9931	<b>P &lt; 0,001</b>
		Luz_D	-	-	-	n.s.
<b>ZV</b>	<b>36</b>	<b>Luz_D</b>	<b>-0,9195</b>	<b>0,2563</b>	<b>12,8714</b>	<b>P &lt; 0,001</b>

**Tabela C4.** Relação das variáveis ambientais com a abundância relativa (Ln(n+1)) dos estádios larvares de *Gennadas elegans*, prevista através do modelo aditivo generalizado (GAM).

Estádio	n	Variáveis	Parâmetro	Erro padrão	Valor-t	Valor-p
<b>PZII</b>	77	Temp_Med(linear)	-0,27598	0,14231	-1,94	P < 0,05
<b>PZIII</b>	77	Prof_Sonda(linear)	-0,01080	0,00438	-2,46	P < 0,01
		Lon(linear)	10,96388	3,27804	3,34	<b>P &lt; 0,001</b>
		Lat(linear)	-17,94466	6,82485	-2,63	<b>P &lt; 0,001</b>
<b>ZIV</b>	49	Lon(linear)	2,98893	1,38598	-2,19	P < 0,05
		Lat(linear)	-8,11543	3,71205	2,16	P < 0,05
<b>ZV</b>	32	Lon(linear)	4,30891	1,75138	2,46	P < 0,05
		Lat(linear)	-14,40586	5,07563	-2,84	P < 0,01
		Prof_Sonda(linear)	-0,00425	0,00192	-2,22	P < 0,05

**Tabela C5.** Relação das variáveis ambientais com a presença dos estádios larvares de *Procesa spp.* prevista através do modelo logístico (LOGIT).

Estádio	n	Variáveis	Estimativa	Erro padrão	$\chi^2$	P < $\chi^2$
ZI	31	Temp_Med	0,4284	0,0988	18,7978	P < 0,001
ZII	19	Temp_Med Prof_Sonda	0,3940 -	0,1021 -	14,8913 -	P < 0,001 n.s.
ZIII	19	Temp_Med	0,3861	0,1012	14,5633	P < 0,001
ZIV	27	Prof_Sonda Temp_Med	- 0,6188	- 0,1259	- 24,1770	n.s. P < 0,001
ZV	34	Temp_Med Prof_Sonda	0,4963 -0,00331	0,1192 0,00165	17,3358 4,0397	P < 0,001 P < 0,05
ZVI	25	Temp_Med	0,4925	0,1071	4,7100	P < 0,001
ZVII	24	Temp_Med Prof_Sonda	0,2134 -0,00328	0,0898 0,00160	5,6405 4,1926	P < 0,01 P < 0,05
ZVIII	14	Temp_Med	0,2848	0,0994	8,2045	P < 0,01
ZIX	12	Prof_Sonda	-0,00761	0,00279	7,4408	P < 0,01

**Tabela C6** Relação das variáveis ambientais com a presença dos estádios larvares de *Procesa spp.* prevista através do modelo logístico (LOGIT).

Estádio	n	Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Valor -t	Valor p
ZI	26	Sal_Med(linear) Cla(linear)	-0,58521 41,68680	0,22116 14,43168	-2,65 2,89	P < 0,05 P < 0,05
ZV	32	Prof_Med(linear)	-0,44110	0,16208	-2,72	P < 0,01

**Tabela C7** Relação das variáveis ambientais com a presença dos estádios larvares de *Philocheras bispinosus* prevista através do modelo logístico (LOGIT).

Estádio	n	Variáveis	Estimativa	Erro padrão	$\chi^2$	P < $\chi^2$
<b>ZI</b>	10	Lon	-4,3662	1,9825	4,8506	P < 0,05
		Temp_Med	1,0233	0,3892	6,9139	P < 0,01
		Feo_Pigm	16,2103	6,6001	6,0322	P < 0,01
<b>ZII</b>	10	Prof_Sonda	-0,0123	0,00447	7,5072	P < 0,01
		Feo_Pigm	6,7470	3,0609	4,8587	P < 0,05
		Temp_Med	-	-	-	n.s.
<b>ZIII</b>	19	Temp_Med	0,1968	0,0993	6,9756	P < 0,01
		Prof_Sonda	-0,00584	0,00221	3,9281	P < 0,05
<b>ZIV</b>	16	Prof_Sonda	-0,0168	0,00497	11,4418	P < 0,001
<b>ZV</b>	12	<b>Lon</b>	<b>-4,0594</b>	<b>1,9000</b>	<b>4,5650</b>	<b>P &lt; 0,05</b>
		<b>Prof_Sonda</b>	<b>-0,0180</b>	<b>0,00665</b>	<b>7,3490</b>	<b>P &lt; 0,01</b>

**Tabela C8** Relação das variáveis ambientais com a presença dos estádios larvares de *Necallianassa truncata* prevista através do modelo logístico (LOGIT).

Estádio	n	Variáveis	Estimativa	Erro padrão	$\chi^2$	P < $\chi^2$
<b>ZI</b>	34	Prof_Sonda	-0,00808	0,00204	15,7545	P < 0,001
		Prof_Med	-0,0286	0,0125	5,2488	P < 0,05
<b>ZII</b>	35	Lon	2,3440	1,1797	3,9482	P < 0,05
		Prof_Sonda	-0,00598	0,00188	10,0783	P < 0,001
		Prof_Med	-0,0326	0,0120	7,3988	P < 0,01
<b>ZIII</b>	22	Temp_Med	0,3699	0,1148	10,3782	P < 0,001
		Prof_Sonda	-0,00623	0,00221	7,9672	P < 0,01
<b>ZIV</b>	19	<b>Lon</b>	<b>-3,4728</b>	<b>1,3528</b>	<b>6,5903</b>	<b>P &lt; 0,01</b>
		<b>Luz_D</b>	<b>-1,1323</b>	<b>0,3778</b>	<b>8,9842</b>	<b>P &lt; 0,05</b>
		<b>Temp_Med</b>	<b>0,3737</b>	<b>0,1211</b>	<b>9,5131</b>	<b>P &lt; 0,05</b>
		<b>Prof_Sonda</b>	-	-	-	n.s.
		<b>Lat</b>	-	-	-	n.s.

**Tabela C9** Relação das variáveis ambientais com a presença dos estádios larvares de *Upogebia deltaura* prevista através do modelo logístico (LOGIT).

Estádio	n	Variáveis	Estimativa	Erro padrão	$\chi^2$	P < $\chi^2$
<b>ZI</b>	9	Temp_Med	0,2825	0,1151	6,0272	P < 0,01
<b>ZII</b>	10	Cla Temp_Med	3,0569 0,4815	1,4378 0,1838	4,5203 6,8648	P < 0,05 P < 0,01
<b>ZIII</b>	12	Temp_Med Cla	0,4853 -	0,1430 -	11,5223 -	P < 0,001 n.s.
<b>ZIV</b>	8	Temp_Med Cla	<b>0,5707</b> <b>3,5888</b>	<b>0,2284</b> <b>1,6789</b>	<b>6,2435</b> <b>4,5693</b>	<b>P &lt; 0,01</b> <b>P &lt; 0,05</b>