



IPMA

Instituto Português
do Mar e da Atmosfera

RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

**PRODUÇÃO DE LARVAS E JUVENIS DE
OURIÇOS-DO-MAR (*Paracentrotus lividus*)
NA ESTAÇÃO PILOTO DE PISCICULTURA DE
OLHÃO (EPPO)**

Ana Candeias Mendes, João Araújo,
Florbela Soares, Pedro Pousão-Ferreira

2018

20



RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS DO IPMA – SÉRIE DIGITAL

Destinam-se a promover uma divulgação rápida de resultados de carácter científico e técnico, resultantes da actividade de investigação e do desenvolvimento e inovação tecnológica nas áreas de investigação do mar e da atmosfera. Esta publicação é aberta à comunidade científica e aos utentes, podendo os trabalhos serem escritos em Português, Francês ou Inglês.

Edição

IPMA

Rua C - Aeroporto de Lisboa
1749-007 LISBOA
Portugal

Corpo Editorial

Francisco Ruano – Coordenador

Aida Campos

Irineu Batista

Lourdes Bogalho

Mário Mil-Homens

Rogélia Martins

Teresa Drago

Edição Digital

Anabela Farinha

As instruções aos autores estão disponíveis no sitio web do IPMA

<http://ipma.pt>

ou podem ser solicitadas aos membros do Corpo Editorial desta publicação

Capa

Conceição Almeida

ISSN

2183-2900

Todos os direitos reservados

PRODUÇÃO DE LARVAS E JUVENIS DE OURIÇOS-DO-MAR (*Paracentrotus lividus*) NA ESTAÇÃO PILOTO DE PISCICULTURA DE OLHÃO (EPPO)

Ana Candeias Mendes, João Araújo, Florbela Soares, Pedro Pousão-Ferreira
IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera, EPPO – Estação piloto de Piscicultura de
Olhão, Av. 5 de Outubro s/n, 8700-305 Olhão, Portugal

Recebido em 2018.07.10

Aceite em 2018.09.03

RESUMO

O ouriço-do-mar é um recurso marinho cuja procura e valor apresentam uma tendência crescente, principalmente nos mercados internacionais. O seu interesse vem essencialmente das suas gónadas (ovas) que atingem preços muito elevados devido ao seu valor enquanto produto da gastronomia gourmet. Devido à sua crescente procura e consequente captura tem-se observado um decréscimo nos seus stocks naturais. O consumo sustentável deste recurso exige o desenvolvimento de técnicas de produção em aquacultura que satisfaçam as exigências do mercado nacional e internacional. Nesse sentido o IPMA iniciou em 2017, na Estação Piloto de Piscicultura de Olhão (EPPO), os primeiros ensaios de produção de ouriços-do-mar (*Paracentrotus lividus*) utilizando para isso um grupo de reprodutores capturados na costa algarvia e aclimatizados na EPPO, alimentados com macroalga (*Ulva* spp.) e grãos de milho (*Zea mays*). As posturas foram induzidas pela injeção de cloreto de magnésio 0,5 M no espaço celómico através da membrana peristomial. A fertilização e desenvolvimento embrionário foram acompanhados através de observação ao microscópio. Durante a fase larvar planctónica os ouriços-do-mar foram alimentados por uma mistura de microalgas que de algum modo abrangessem os requisitos nutricionais da espécie em cultivo. A taxa de sobrevivência aos 15DAE (dias após eclosão) foi de 30%. Aos 27DAE deu-se a metamorfose e fixação e consequente passagem para a fase bentónica. Atingida essa fase os ouriços-do-mar foram alimentados com as mesmas misturas de microalgas e ainda com macroalga *Ulva* spp. Após 4 meses de cultivo a alimentação consistiu em macroalga e grãos de milho. Perante estas duas dietas verificou-se que os indivíduos alimentados só com alga apresentaram maior crescimento em termos do diâmetro da carapaça, no entanto os alimentados com alga e milho apresentaram maior índice gonado-somático.

Palavras chave: Ouriços-do-mar; aquacultura; cultivo larvar; *Paracentrotus lividus*

ABSTRACT

Title – Production of larvae and juveniles of (*Paracentrotus lividus*) in the Aquaculture Research Station of Olhão

The sea urchin is a marine resource with increasing demand and commercial value, mainly in the international markets. The interest for this species comes mainly from their gonads (roe) reaching very high prices due to its value as a product of gourmet cuisine. Due to the growing demand and consequent capture a decrease of the natural stocks has been observed. The sustainable consumption of this resource requires the development of aquaculture production satisfying the international market. Production trials of sea urchins (*Paracentrotus lividus*) at IPMA started using breeders captured off the Algarve coast in 2016 and conditioned in EPPO facilities - Aquaculture Research Station of Olhão, fed with macroalgae *Ulva* spp. and corn grain (*Zea mays*). Spawning induction was obtained by injection of magnesium chloride 0.5 M in the celomic space by the peristomial membrane. Fertilization and embryonic development were accompanied by microscope observation. During the planctonic stage the sea urchins larvae were fed with a mixture of different microalgae in order to assure the nutritional requirements. A survival rate of 30% was observed at 15DAE (days after hatch). At age 27DAE metamorphosis and fixation was verified. After reaching the benthic stage the sea urchins were fed with the same mixture of microalgae plus macroalgae *Ulva* spp. After 4 months of age sea urchins were fed exclusively with macroalgae and macroalgae and corn. At 7 months of age (221DAE) sea urchins fed with macroalgae showed a higher somatic growth (*test* diameter), however individuals fed with seaweed and corn had a better GSI (gonadosomatic index).

Keywords: sea-urchins aquaculture, larval rearing, *Paracentrotus lividus*

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA: Mendes, A., Araújo, J., Soares, F., Pousão-Ferreira, P. 2018. **Produção de larvas e juvenis de ouriços-do-mar (*Paracentrotus lividus*) na estação piloto de piscicultura de Olhão (EPPO).** *Relat. Cient. Téc. IPMA*, Série digital n°20,22pp.

Índice

1. Introdução	4
2. Captura e acondicionamento de reprodutores	6
3. Indução de posturas	7
4. Incubação dos ovos	8
5. Cultivo larvar	9
5.1. Sobrevivência	10
5.2. Crescimento	11
6. Cultivo <i>post-metamorfose</i> (juvenis)	12
7. Engorda de juvenis	14

1. Introdução

As ovas de ouriço-do-mar (gónadas), *roe* nos países anglo-saxónicos, são consideradas iguarias nos países asiáticos especialmente Japão e Coreia do Sul, *mas* também consumidas mundialmente em diversos locais desde o Chile à Polinésia e Nova Zelândia.

Nas últimas 5 décadas deu-se um aumento gradual da procura por este recurso, provocando uma consequente expansão da actividade de pesca industrial. Devido a este facto as capturas atingiram um pico histórico em **1995 (108 969 Ton) (FAO 2012) diminuindo desde então (Ouréns, 2013; Cirino *et al.*, 2017; Kessing, J. & Hall, K., 1998)**. Esta redução das capturas deve-se essencialmente ao colapso das pescarias e ao resultado de medidas políticas de controle da população para algumas zonas de pesca.

O ouriço-do-mar comum *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) é um equinoderme com uma vasta distribuição que cobre o Atlântico Nordeste, desde a Escócia ao sul de Marrocos e todo o Mediterrâneo (Boudouresque & Verlaque, 2013). Globalmente as capturas de *P. lividus* (Atlântico Este) são actualmente relativamente baixas, não havendo dados específicos para esta espécie (FAO, 2012).

Na Europa, esta espécie é consumida maioritariamente nos países do Mediterrâneo principalmente em França (Ouréns, 2013; Cirino *et al.*, 2017; Keesing & Hall, 1998; Carboni *et al.*, 2014). Em Portugal ainda não existe grande tradição de consumo desta espécie, havendo por isso uma reduzida procura no mercado interno. Existe, no entanto, uma actividade de captura significativa, maioritariamente para fornecimento ao mercado espanhol,

principalmente nas praias rochosas da costa norte (Bertocci *et al.*, 2014, Domínguez *et al.*, 2015). Em Espanha o consumo de ouriço-do-mar apresenta diferenças notórias a nível regional, sendo mais significativo na região das Astúrias onde faz parte da gastronomia tradicional, e em algumas das áreas costeiras da Galiza, Andaluzia, Catalunha e Valência. Devido a este consumo tradicional a pesca artesanal é permitida, sendo atribuídas licenças de um máximo de 5 Kg.dia⁻¹, valores não monitorizados estatisticamente no boletim oficial das pescas (Ouréns, 2013). Segundo a FAO (2012) Espanha apresenta os maiores desembarques de ouriço-do-mar na região Atlântico Este.

O aumento da procura a nível global e, conseqüentemente, o incremento do esforço de pesca, associado ainda a factores biológicos e ecológicos da espécie, tem levado à instabilidade dos stocks e do recrutamento anual, observando-se uma diminuição da abundância e biomassa (Ouréns, 2013, Domínguez *et al.*, 2015, Bertocci *et al.*, 2014). O ouriço-do-mar é, portanto, um recurso de pesca pouco sustentável pelo que a sua exploração contínua pode por em risco as populações naturais. Neste contexto, a sua produção em aquacultura a curto prazo pode contribuir para a sua sustentabilidade (Ouréns, 2013; Sartori *et al.* 2015; Keesing & Hall, 1998; Brundu *et al.*, 2016).

A produção de equinodermes constitui um desafio para a comunidade científica e produtores aquícolas, principalmente devido à existência de diferentes estados ao longo do seu ciclo de vida e às complexas relações bióticas que ocorrem durante as transições das fases larvares e pós-larvares. Existem vários estudos que descrevem o desenvolvimento do ouriço-do-mar, principalmente em produções no Golfo da Biscaia (Galiza e Cantábria) e no Mar Mediterrâneo (Boudouresque & Verlaque, 2000; Ouréns, 2013). Em Portugal os trabalhos mais recentes estão relacionados com a ecologia e dinâmica populacional (Domínguez *et al.*, 2015), enquanto recurso de pesca (Bertocci *et al.*, 2014) e na engorda de indivíduos capturados no meio natural (Silva, 2012). Gago (2009) estudou o potencial do uso de ovos e larvas endotróficas para alimentação de larvas de peixes marinhos, fazendo para isso a indução em indivíduos já estabulados.

O objectivo deste trabalho é fornecer informação sobre a reprodução, desenvolvimento larvar e pós-larvar, crescimento e sobrevivência do ouriço-do-mar (*P.lividus*) dos trabalhos em desenvolvimento na Estação Piloto de Piscicultura de Olhão (EPPO), com especial ênfase no desenvolvimento de protocolos de cultivo passíveis de promover a sobrevivência larvar.

2. Captura e acondicionamento de reprodutores

A captura dos ouriços-do-mar selvagens foi realizada nas rochas do quebra-mar na parte costeira que fixam a barra de Tavira. Logo após a colheita, os ouriços foram mantidos em lanternas (utilizadas no cultivo de ostra) de modo a individualiza-los, diminuindo assim o eventual atrito mecânico que poderia ocorrer se fossem acondicionados em baldes. Foram também protegidos da luz directa do sol e mantidos com alguma humidade, sendo rapidamente transportados para a EPPO (Estação Piloto de Piscicultura de Olhão).



Figura 1- Tanques raceway (esquerda) e lanternas (direita) utilizados na aclimatização dos reprodutores de ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*).

Na EPPO os animais foram colocados em tanques de fibra de vidro do tipo *raceway* no interior do edifício com água filtrada e em sistema de circulação aberto. Ao longo do cultivo a temperatura da água apresentou uma variação sazonal, havendo, no entanto, refrigeração durante os meses mais quentes de forma a não exceder os 22-23°C. O arejamento, fornecido através de pedras difusoras, foi mantido sempre forte de modo, uma vez que estes animais ocupam preferencialmente habitats de elevado hidrodinamismo fortemente influenciado pela agitação marítima. O regime alimentar foi composto essencialmente por macroalgas verdes do género *Ulva* spp. recolhidas nos tanques de terra da EPPO e por milho em grão (*Zea mays*). A dieta foi fornecida no dia subsequente à chegada dos ouriços-do-mar e prontamente aceite pelos indivíduos. No regime alimentar foram ainda testadas outras espécies de macroalgas (*Saccorhiza polyschides* (laminaria), *Cystoseira usneoides*, *Codium* sp. e *Asparagopsis armata*), recolhidas na zona intertidal da costa ocidental, não sendo no entanto, observada grande apetência para a sua ingestão.

3. Indução de posturas

Os animais da classe Echinoidea são dióicos, isto é, possuem sexos separados, no entanto como não apresentam dimorfismo sexual, apenas durante a emissão dos gâmetas é possível diferenciar os sexos. Para a indução das posturas no caso do ouriço do mar, existem várias abordagens referidas na literatura da área, no entanto a mais eficiente é o choque osmótico já descrito por Gago *et al.*, (2009). Para esse efeito é injectado 1mL de solução de cloreto de potássio (KCl) 0,5 M no espaço celómico através da membrana peristomial.

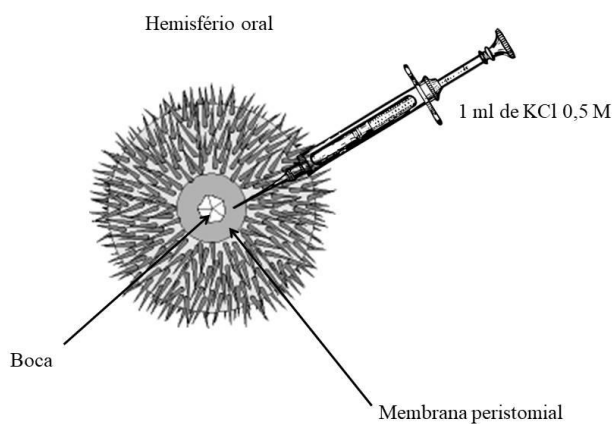


Figura 2- Esquema ilustrativo da técnica de indução por injeção de KCl 0,5M em ouriço-do-mar.

De seguida os ouriços devem ser agitados manualmente durante 1-2 minutos de modo a facilitar a difusão do injectado na cavidade celômica e colocados de forma invertida, em cima de um copo com alguma água do sistema de cultivo esterilizada, de modo a efectuar a recolha dos gâmetas emitidos, como se ilustra na Figura 3.



Figura 3- Emissão de gâmetas de ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*) após indução com cloreto de potássio (KCl 0,5 M).

Passado alguns minutos pode observar-se a emissão dos gâmetas. Os oócitos apresentam uma cor alaranjada enquanto o sémen apresenta uma cor esbranquiçada. Terminada a emissão procede-se à fertilização dos oócitos através da adição de uma solução diluída de sémen aos oócitos emitidos por cada fêmea. É importante a diluição pois o desequilíbrio entre gâmetas pode comprometer o sucesso da fertilização pela ocorrência de polispermia. Existe ainda muito trabalho a desenvolver nesta área, mas de um modo muito simplista a utilização de 500 espermatozóides para um oócito (gâmetas masculinos e femininos respectivamente) pode ser utilizado com bons resultados. De seguida a mistura de gâmetas coloca-se num volume maior (como num copo de 5 litros) com água do mar esterilizada. Após duas horas o sucesso da fertilização foi monitorizado através da observação das amostras ao microscópio óptico. De acordo com McBride (2005) a presença de ovos com membrana de fertilização significa a ocorrência de fertilização.



Figura 4- Esquema ilustrativo da diferença entre oócitos (gâmetas femininos) e ovos fecundados em ouriço-do-mar.

4.Incubação dos ovos

Os ovos fecundados são então transferidos para um tanque para incubação. A renovação de água deve ser assegurada de modo a manter uma boa qualidade da água por toda a coluna, assim aconselha-se um fluxo de aproximadamente 10%/hora, sendo que a água deve preferencialmente entrar pelo fundo e sair à superfície. Na saída de água deve ser instalado um filtro com área de superfície bastante elevada para evitar a colmatação, revestido com rede de plâncton de 55µm, sendo, no entanto, necessário uma monitorização regular de forma a evitar a colmatação. O arejamento realiza-se por pequenas pedras difusoras e tubos de cristal de pequeno diâmetro sem difusora, de modo a promover um maior hidrodinamismo. O desenvolvimento embrionário descrito na Figura 5 foi acompanhado regularmente através de observação na lupa estereoscópica.

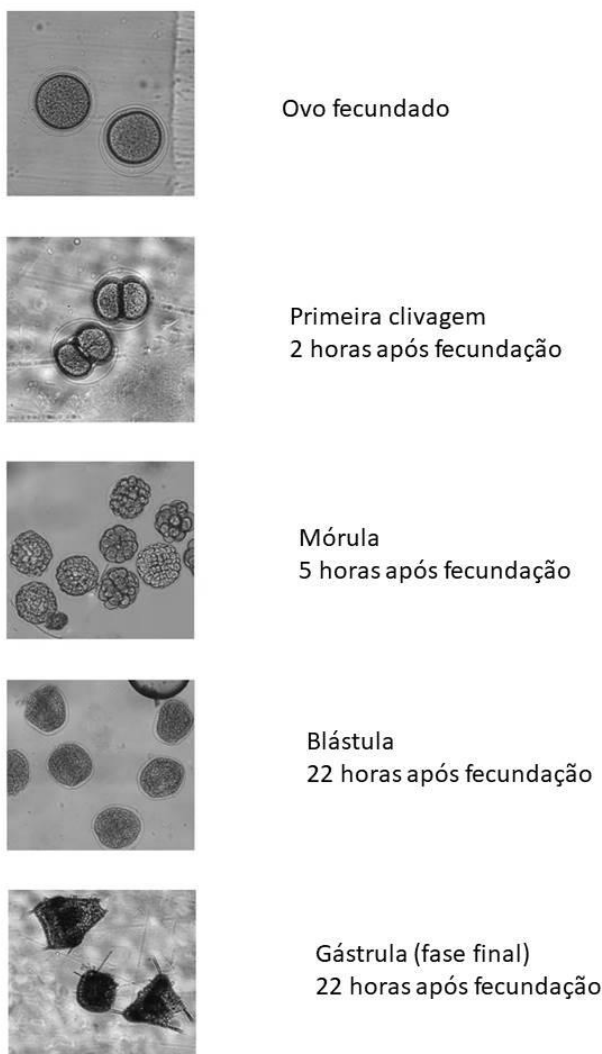


Figura 5- Desenvolvimento embrionário do ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*) cultivados a 22°C. O diâmetro do ovo fecundado varia entre 70-75 μm .

5. Cultivo larvar

Após eclosão dos ovos e para diminuição do manuseamento, as larvas (fase planctónica) podem ser mantidas no mesmo tanque de eclosão (1500L), tendo o cuidado de retirar todo o material orgânico resultante da eclosão (cápsulas e ovos abortados). Este procedimento embora favoreça a sobrevivência larvar tem o inconveniente de impossibilitar a avaliação da taxa de eclosão. O cultivo larvar na EPPO é efectuado a temperatura controlada de 21-23°C, o oxigénio dissolvido monitorizado através de sondas e mantido perto dos níveis de saturação e o fotoperíodo e a luminosidade natural, embora a intensidade luminosa tenha sido atenuada cobrindo parcialmente os tanques com rede de ensombramento. A dieta na fase larvar consiste numa mistura de microalgas produzidas na EPPO pelo crescimento em grandes volumes em

mangas plásticas de 80L, iniciadas de inóculos presentes na nossa algoteca. Para esta fase da alimentação são escolhidas microalgas que de algum modo abranjam os requisitos nutricionais da espécie em cultivo: *Isochrysis* aff. *galbana*, *Nannochloropsis oculata* e *Tetraselmis* sp. imp3 (espécie isolada na EPPO em colaboração com o CCMAR) pelo perfil em ácidos gordos e; diatomáceas, *Chaetoceros calcitrans* e *Skeletonoma costatum* pela sua composição em sílica, necessárias para a formação da carapaça. A quantidade fornecida depende da fase de crescimento em que a alga é utilizada e, portanto, da sua concentração, oscilando entre os 75.000 a 300.000 células/ml/por dia sendo fornecida ao longo do dia (2 a 3 vezes). Como a renovação de água nos tanques faz relativamente baixa, 5%/hora, devido aos constrangimentos de cultivo da espécie (reduzido tamanho e formato que obriga à utilização de uma malha muito reduzida), com períodos de água parada aquando da adição da microalga, o consumo de microalga traduziu-se em 5-20L por dia durante o período larvar, sendo que em situação de fluxo contínuo poderá ser necessário um fornecimento de microalga superior.

A limpeza dos tanques procede-se por sifonagem, avaliando também a eventual mortalidade. Na Figura 6 observa-se o desenvolvimento de larvas dos 3 aos 15 dias após eclosão (DAE).

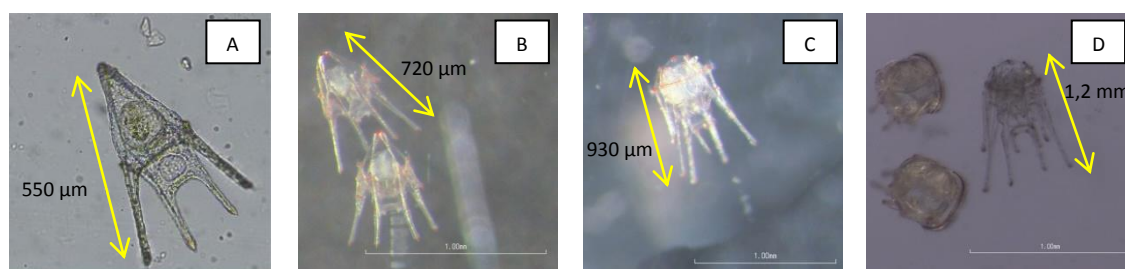


Figura 6- Desenvolvimento larvar do ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*). A - larva *pluteus* 3 DAE (dias após eclosão); B - fase 4 braços 7 DAE; C - fase 6 braços 13 DAE; D - fase 8 braços 15 DAE.

5.1. Sobrevivência

Em todo os cultivos a fase larvar é a que apresenta maiores dificuldades de sobrevivência. No cultivo do ouriço-do-mar que está ainda numa fase preliminar, com um conhecimento ainda muito incipiente das exigências destes organismos a sobrevivência é ainda o maior desafio ao desenvolvimento da aquacultura desta espécie. Nos cultivos efectuados na EPPO diariamente são recolhidas amostras dos tanques para contagem e estimação da sobrevivência. Assim e em média estima-se uma taxa de sobrevivência de 70% aos 7DAE (dias após eclosão) que baixa para cerca de 30% aos 14DAE. Depois deste período a estimação da sobrevivência por

contagem deixa de ser viável devido ao início da fixação e consequente passagem para o estilo de vida bentónico.

Durante a metamorfose verifica-se uma elevada mortalidade associada ao insucesso da fixação e mudança para a fase bentónica. Assim consideramos que é um dos aspectos que carece de grande trabalho de investigação de modo a melhorar a performance dos cultivos.

5.2. Crescimento

Paralelamente são efectuadas amostragens de crescimento de comprimento e diâmetro máximo. Devido ao formato das larvas de ouriço-do-mar foram escolhidas duas medições como standard ao longo da primeira fase de vida (Castilla-Gavilán *et al* 2018), o comprimento total e o diâmetro medido pela amplitude máxima dos braços, como exemplificado na Figura 7.



Figura 7- Medidas biométricas do ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*). A-Comprimento; B-Diâmetro máximo.

Pela análise da Figura 8 verifica-se que o crescimento larvar não se efectua de forma contínua ao longo do tempo, apresentado patamares que reflectem as alterações morfológicas do organismo, designadamente o aparecimento de novos braços (parte anterior) e o alargamento da parte superior (corpo pré-adulto).

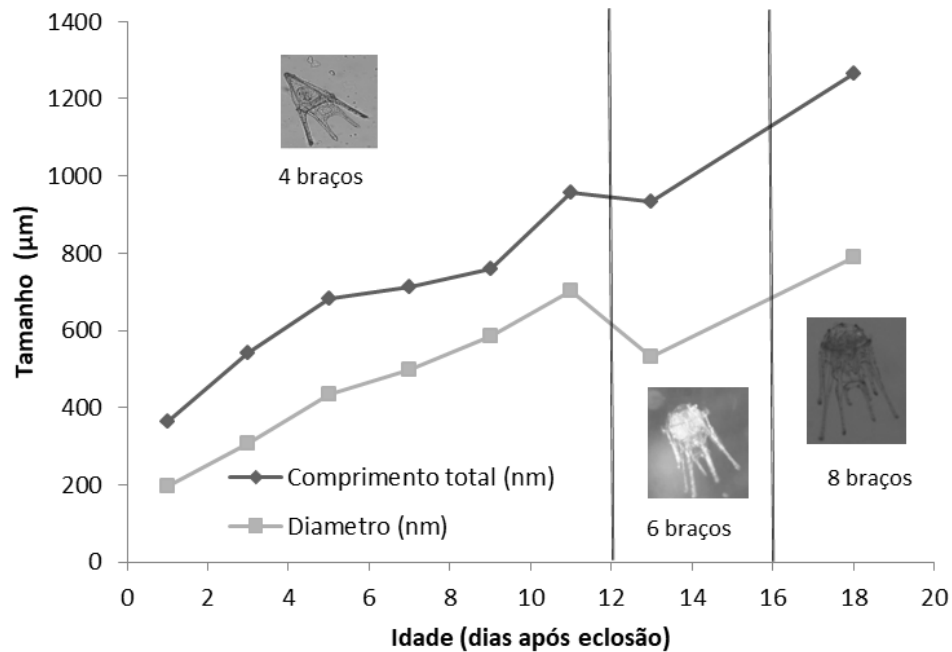


Figura 8– Variação do comprimento total e diâmetro de larvas ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*) durante a fase planctônica. Principais alterações no metaformismo da larva assinaladas no gráfico (4 braços 0-12 dias; 6 braços 12-16 dias; 8 braços a partir dos 16 dias).

6. Cultivo *post-metamorfose* (*juvenis*)

A partir dos 27 DAE, com a temperatura de cultivo a $22 \pm 1^\circ\text{C}$, verifica-se a fixação das larvas. Nesta fase é indispensável aumentar a área disponível nos tanques para a fixação das *post-larvas*, podendo para tal ser colocados colectores de maré (Fig. 9) muito utilizados no cultivo de bivalves.



Figura 9- Colectores utilizados para a fixação de *post-larvas* de ouriço-do mar.

A metamorfose a esta temperatura dura aproximadamente 6 dias, após o que todos os indivíduos iniciam a fase bentónica (Figura 10). A partir desta fase é necessário proceder-se a uma limpeza do tanque (através de sifonagem) com maior frequência, uma vez que se verifica maior acumulação de detritos (fezes, resto de alimento, larvas mortas) e paralelamente os animais encontram-se mais em contacto com o sedimento. Após a fixação das *post*-larvas, a dieta consistiu numa mistura de microalgas como referido anteriormente no ponto 5 (*Isochrysis* aff. *galbana*, *Nannochloropsis occulata* e *Tetraselmis* sp. imp3 e diatomáceas, *Chaetoceros calcitrans* e *Skeletonoma costatum*) mas também de macroalgas produzidas e recolhidas nos tanques de terra da EPPO (*Ulva* spp.). Desta forma garante-se uma dieta variada nutricionalmente pelo favorecimento de diferentes formas de ingestão: alimentação por raspagem com dentes (macroalgas) ou por ingestão passiva (microalgas).

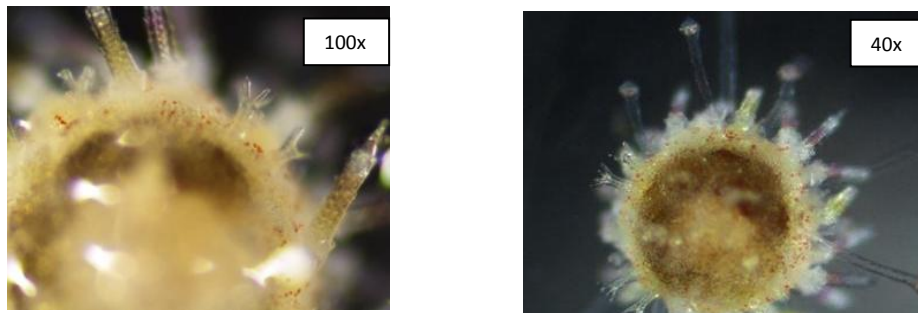


Figura 10- Ouriço-do-mar juvenil (*Paracentrotus lividus*) com 30 DAE.

Após atingir a fase bentónica a taxa de crescimento foi calculada segundo a fórmula:

Taxa de crescimento = (diâmetro máximo final - diâmetro máximo inicial) / tempo

O crescimento do diâmetro da carapaça é reduzido até aos 58 DAE (0,03 mm/dia), verificando-se um aumento significativo entre os 58 e os 77 DAE (0,22 mm/dia) o que pode dever-se à ingestão de macroalga (*Ulva* spp.) que passou a ser fornecida diariamente (Figura 11).

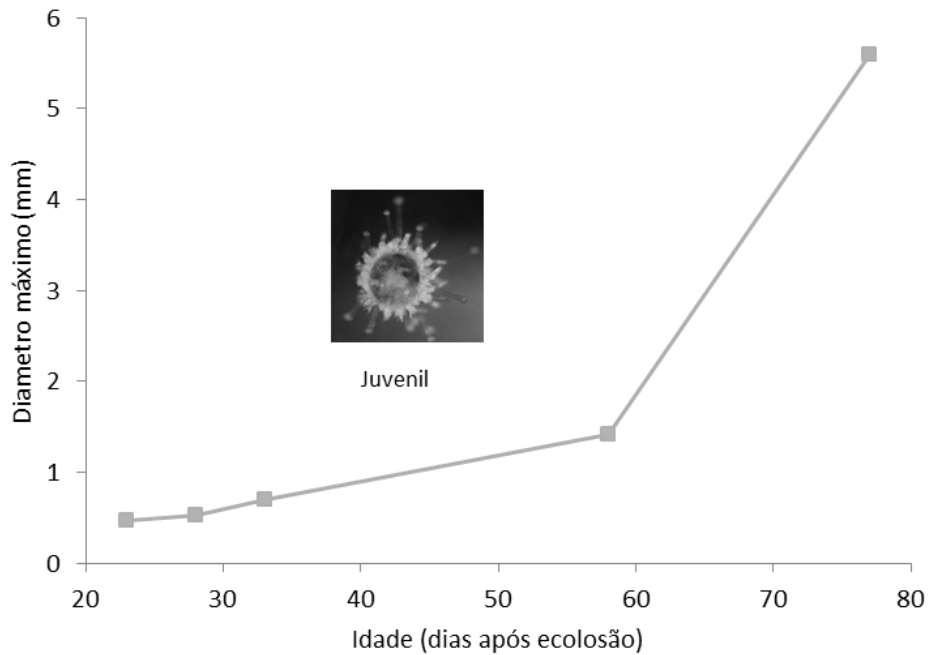


Figura 11– Crescimento (diâmetro da carapaça) de *post-larvas* de ouriço-do-mar *Paracentrotus lividus*, cultivados a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$.

7. Engorda de juvenis

Na engorda (120 DAE) foram utilizados tanques de fibra de vidro retangulares, com 70 cm de comprimento e 45 cm de largura (Figura 12). Por tanque foram colocados aproximadamente 200 juvenis de ouriço-do-mar perfazendo uma biomassa de 0,4g/L (com peso individual compreendidos entre os 0,085 g e os 0,5 g). Numa primeira fase da engorda os tanques foram mantidos com um volume de 110 litros e foram aplicados sistemas de “gaiolas” flutuantes construídas em plástico com três janelas (cobertas por rede plástica) para facilitar a evacuação de fezes e limpeza de outros detritos (Figura 7). Estas estruturas flutuantes apresentam uma área de superfície (fundo + paredes) de $0,21\text{ m}^2$ e um volume aproximado de 10 litros, assim a densidade de cultivo foi de 1000 ouriços/m^2 , o que equivale a 20 indivíduos/L.



Figura 12- Tanques de fibra de vidro rectangulares para ensaios de engorda de ouriços-do-mar.

Os tanques foram mantidos em circuito aberto com água do mar filtrada, com fluxo de cerca de 100%/hora, e arejamento dentro e fora da estrutura flutuante, de modo a garantir um elevado hidrodinamismo assim como uma boa qualidade de água. A temperatura da água variou entre um máximo de 21,5°C e um mínimo de 14,7°C, (sofrendo a variação normal da época do ano) após o qual a temperatura foi controlada para os 16-17°C. A média da temperatura ao longo do ensaio foi de 17,7°C. A concentração de oxigénio dissolvido foi mantida acima de 7,0 mg/L



Figura 13- Estruturas flutuantes para cultivo de juvenis de ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*) utilizadas na engorda em tanques de fibra.

Após 4 semanas de cultivo - ouriços-do-mar com 150DAE, a biomassa atingiu as 1,4g/L, nessa fase posterior da engorda as estruturas flutuantes foram retiradas e os juvenis de ouriços foram mantidos livremente nos tanques. A coluna de água foi diminuída reduzindo o volume do tanque para 50 litros, concentrando assim os animais mais perto do fundo e promovendo o acesso ao alimento, de modo a reduzir eventuais excessos de alimento não consumido nos tanques. Nesta fase de engorda o cultivo passou a ser feito com densidades de 294 indivíduos/m² e biomassa de 2,8g/L. Ao fim de 10 semanas de cultivo atingiram-se densidades de 10g/L (aproximadamente 4 ind./L) com peso médio de 2,3g.

O protocolo de alimentação, teve como objectivo testar o crescimento de juvenis alimentados com duas dietas: 1) macroalga (*Ulva* spp.); 2) mistura de grão de milho (*Z. mays*) triturado e macroalga. A quantidade de alimento foi controlada diariamente de modo a não haver excedentes, assim a quantidade administrada variou entre os 5 e os 10%. dia⁻¹ da biomassa total de ouriços.

Mensalmente foi determinada a biomassa total de cada tanque através de amostragens biométricas individuais (n=50), sendo pesados com balança de precisão (0,001 g) e medidos utilizando software de análise fotográfica.

Ao fim de 15 semanas de cultivo foi também calculado o Índice Gonadossomático: IG (%) = peso húmido das gónadas / peso húmido total x 100.

Durante este período verificou-se que a dieta alimentar tem influência na performance do cultivo. Assim observou-se que o crescimento foi semelhante para os dois grupos nas primeiras 6 semanas. Após este período e que coincide com os 180 DAE registou-se uma aceleração do crescimento dos animais alimentados com *Ulva* spp. (Figura 14).

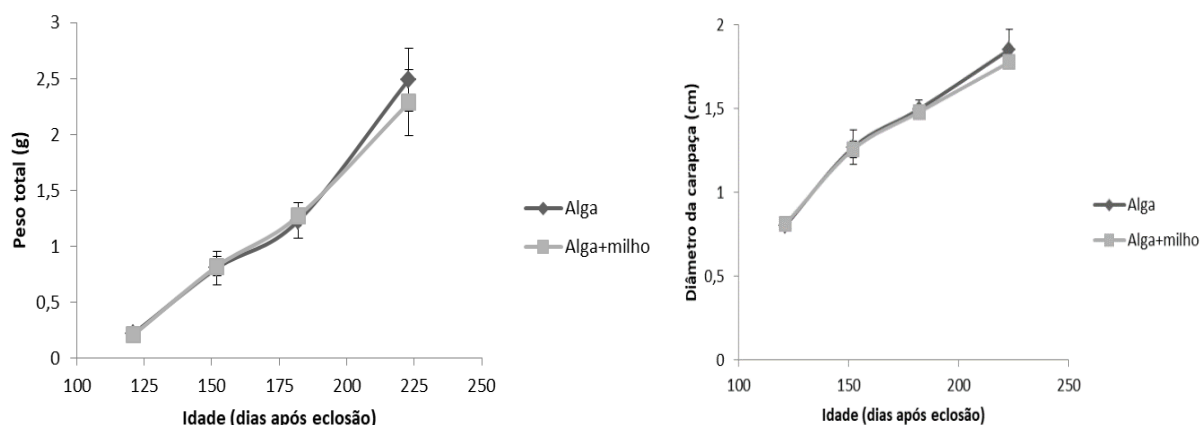


Figura 14– Variação do peso e diâmetro de juvenis ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*) durante ensaio de crescimento em que se variou os itens alimentares, dieta A- macroalga (*Ulva* spp.) e Dieta B – macroalga + milho (*Zea mays*).

No final do período de cultivo os ouriços-do-mar alimentados com a dieta A (macroalga) apresentavam um peso médio de 2,49 g (desvio padrão= 0,28) e diâmetro de 1,85 cm (d.p.= 0,12), enquanto que os alimentados com a dieta B (macroalga+milho) apresentavam um peso médio de 2,29 g (d.p.= 0,29) e um diâmetro de 1,78 g (d.p. = 0,07). Segundo Boudouresque & Verlaque (2013) o ouriço-do-mar *P.lividus* atinge em média os 2 cm com dois anos de idade, no entanto nos nossos resultados verificou-se que 35% dos indivíduos apresentavam dimensões superiores com apenas 7 meses de idade.

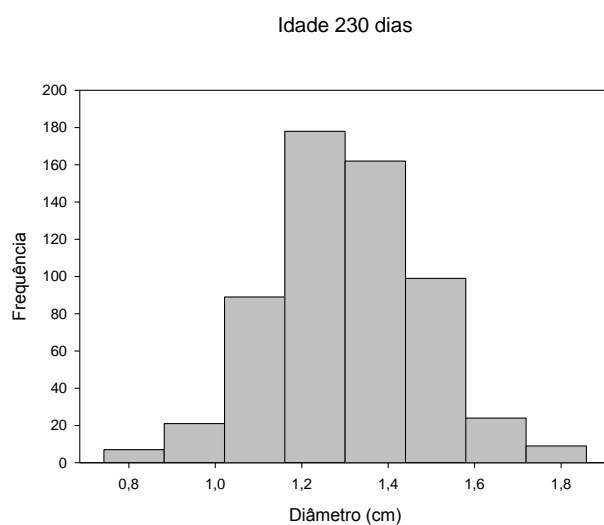


Figura 15- Histograma de classes de diâmetro de ouriços-do-mar com 230 dias de idade.

A maior taxa de crescimento verificada pode dever-se não só ao alimento fornecido, mas também à temperatura de cultivo mais elevada. Cyrus *et al.*, (2015) num ensaio com 4 espécies de macroalgas obteve os melhores resultados com o género *Ulva*. Ouréns *et al.* (2013) constatou em *P. lividus* a idade de primeira maturação quando atinge os 20,4-27,9 mm, muito acima do verificado neste trabalho. No final deste estudo verificou-se que os ouriços-do-mar com uma idade de 230 dias (cerca de 7 meses e meio) alimentados a alga apresentavam uma percentagem de indivíduos maduros (com diâmetro acima de 20,4 mm) de 39%. Já os ouriços alimentados com alga e milho apresentavam 30% de indivíduos maduros. Apesar do maior crescimento somático dos ouriços-do-mar alimentados exclusivamente com macroalga (dieta A), verificou-se um maior desenvolvimento das gónadas dos indivíduos alimentados com milho e alga (dieta B). No final deste ensaio o índice gonadossomático médio determinado para cada um dos tratamentos foi de 1,78 % para os animais alimentados com alga e de 3,99 % para os alimentados com milho e alga. Diversos autores verificaram que ouriços-do-mar quando alimentado com dietas de boa qualidade nutritiva melhoram a sua capacidade reprodutiva, podendo dirigir a energia para o desenvolvimento das gónadas (Fernandez & Boudouresque, 2000; Schlosser *et al.*, 2005; Watts *et al.*, 2013). Este resultado sugere que a dieta com milho na sua constituição apresenta maior valor nutricional relativamente à dieta exclusiva de alga, estando em conformidade com o trabalho desenvolvido por Silva (2012) e já descrito por Basuyaux & Blin (1998). O tipo de alimentação deverá ser então considerado tendo em conta a fase de desenvolvimento e o objectivo do cultivo. Numa fase inicial da engorda será importante um maior desenvolvimento do tamanho da carapaça, reservando-se o desenvolvimento das gónadas numa fase mais próxima da comercialização ou reprodução.

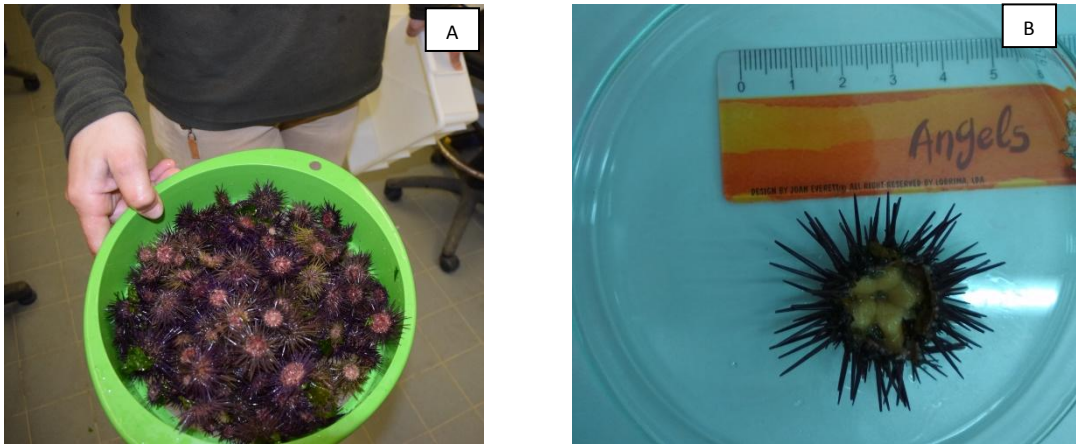


Figura 16- A) Juvenis de ouriços-do-mar (*Paracentrotus lividus*) com cerca de 220 dias de idade, reproduzidos em cativeiro. B) Gónadas maduras em juvenis de 220DAE.

CONCLUSÕES

Com a utilização de um reduzido stock de reprodutores de ouriço-do-mar selvagens é possível obter-se um elevado número de larvas viáveis.

A taxa de sobrevivência durante o período larvar pode ser superior a 30%, e após 7 meses de cultivo a uma temperatura média de 18°C, 35% dos indivíduos apresentaram diâmetro da carapaça superior a 2 cm, valores que na literatura se encontram descritos para indivíduos com 2-3 anos de idade.

Assim, estes resultados são considerados muito promissores e mostram o elevado potencial desta espécie para a sua produção em aquacultura.

Mais, é possível a produção de ouriço-do-mar com lotes de reprodutores de reduzido número, diminuindo a pressão sobre este recurso, com claras vantagens ecológicas.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento à Dr^a Márcia Santos e ao Dr. Maurício Namora pela colaboração neste trabalho. Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto DIVERSIAQUA (Mar2020 16-02-01-FMP-0066).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASUYAUX, O.; BLIN J.L. 1998, Use of maize as a food source for sea urchins in recirculating rearing systems. *Aquaculture International* 6, 233-247
- BERTOCCI, I.; DOMINGUEZ, R.; MACHADO, I.; FREITAS, C.; DOMÍNGUEZ GODIMO, J.; SOUSA-PINTO, I.; GONÇALVES, M.; GASPAR, M.B. 2014. Multiple effects of harvesting on populations of the purple sea urchin *Paracentrotus lividus* in north Portugal. *Fisheries Research* 150, 60 – 65
- BOUDOURESQUE, C.F.; VERLAQUE, M. 2013 Sea Urchin J.M. Lawrence (Ed.), *Paracentrotus lividus*, Biology and Ecology, pp. 297-327
- BRUNDU, G.; VIAN MONLEÓN, L.; VALLAINC, D.; CARBONI, S. 2016. Effects of larval diet and metamorphosis cue on survival and growth of sea urchin post-larvae (*Paracentrotus lividus*; Lamarck, 1816). *Aquaculture* 465, 265–271
- CARBONI, S.; KELLY, M.S.; HUGHES, A.D.; VIGNIER, J.; ATACK, T.; MIGAUD, H. 2014. Evaluation of flow through culture technique for commercial production of sea urchin (*Paracentrotus lividus*) larvae. *Aquaculture Research* 45, 768–772
- CASTILLA-GAVILÁNA, M.; BUZIN, F.; COGNIE, B.; DUMAY, J.; TURPIN, V.; DECOTTIGNIES, P. 2018 Optimising microalgae diets in sea urchin *Paracentrotus lividus* larviculture to promote aquaculture diversification. *Aquaculture* 490, 251-25
- CIRINO, P.; CIAROVOLO, M.; PAGLIALONGA, A.; TOSCANO, A. 2017. Long-term maintenance of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in culture. *Aquaculture Reports* 7, 27-33
- CYRUS, M.D.; BOLTON, J.J.; SCHOLTZ, R.; MACEY, B.M. 2015. The advantages of Ulva (Chlorophyta) as an additive in sea urchin formulated feeds: effects on palatability, consumption and digestibility. *Aquaculture Nutrition* 21, 578-591
- DOMÍNGUEZ, R.; DOMÍNGUEZ GODINO, J.; FREITAS, C.; MACHADO, I.; BERTOCCI, I. 2015. Habitat traits and patterns of abundance of the purple sea urchin, *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), at multiple scales along the north Portuguese coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 155, 47-55
- FAO 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. Rome. 209 pp.

- FERNANDEZ, C; BOUDOURESQUE C.F., 2000. Nutrition of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) fed different artificial food. Marine Ecology Progress Series, 204, pp. 131-141
- GAGO, J. 2009. Sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck 1816) eggs and endotrophic larvae: Potential of their use as marine larval fish first-feeding. Doutoramento em biologia. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Biologia Animal, 137p
- KESSING, J.K.; HALL, K.C. 1998. Review of harvests and status of world sea urchin fisheries points to opportunities for aquaculture. Journal of Shellfish Research 17, 1597-1604
- McBRIDE C. S. 2005. Sea Urchin Aquaculture. American Fisheries Society Symposium 46:179–208
- OURÉNS, R. 2013 Estrategia vital y dinámica poblacional del erizo *Paracentrotus lividus*. PhD Thesis, Universidade da Coruña, 228p
- SARTORI, D.; SCUDERI A.; SANSONE, G.; GAION, A. 2015. Echinoculture: the rearing of *Paracentrotus lividus* in a recirculating aquaculture system—experiments of artificial diets for the maintenance of sexual maturation. Aquaculture International 23, 111–125
- SCHLOSSER, S.C.; LUPATSCH I., LAWRENCE J.M., LAWRENCE A.L., SHPIGEL, 2005. M. Protein and energy digestibility and gonad development of the European sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) fed algal and prepared diets during spring and fall Aquaculture Research 36, 972-982
- SILVA, P.M.L. 2012. Crescimento do ouriço-do-mar *Paracentrotus lividus* em viveiro na zona costeira da Ericeira, Portugal. Dissertação de Mestrado em Ecologia Marinha. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Biologia Animal, 44p
- WATTS, S.A.; LAWRENCE, A.L.; LAWRENCE, J.M. 2013. Sea Urchins: Biology and Ecology. Chapter 10: Nutrition. Developments in Aquaculture and Fisheries Science – Volume 38. Pages 155-169.

