



Universidade do Algarve
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Tese de Mestrado

Mestrado em Aquacultura e Pescas

**Gestão e manejo de uma unidade de
piscicultura em mar aberto na costa
sul de Portugal**



Autor: Ricardo Carrasquinho, nº 25004

Orientador interno: Prof.^ª Dr.^ª Maria Teresa Dinis
(Universidade do Algarve)

Orientador externo: Dr. Pedro Pousão-Ferreira
(IPIMAR)

(2009)

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer aos meus orientadores. À Professora Maria Teresa Dinis por me ter indicado o caminho a seguir para a concretização deste trabalho que sempre quis. Os meus sinceros agradecimentos pelo seu incondicional apoio, sem a sua orientação a realização deste trabalho nunca teriam sido possível.

Ao Dr. Pedro Pousão-Ferreira gostaria de agradecer por todo o conhecimento prático e científico adquirido na área de aquacultura, quer nas instalações em terra quer nas jaulas no mar que contribuíram para o meu enriquecimento pessoal. Gostaria ainda de lhe agradecer por toda a informação cedida e pelos seus comentários durante a realização do presente trabalho.

Gostaria ainda de agradecer a todo o pessoal do IPIMAR, especialmente ao Miguel que me acompanhou durante todas as actividades de mergulho, pelo conhecimento partilhado na área de manutenção e operação das jaulas.

Gostaria agradecer ao mestre Paulo, ao Ezequiel, à Marisa e ao Hugo pelos bons momentos e por tudo o que me ensinaram. Um especial obrigado ao Paulo Jorge por todas as boleias para o IPIMAR e pela sua companhia.

Gostaria de agradecer ao Dr. Miguel Gaspar pelo seu apoio durante a realização deste trabalho.

Os eternos agradecimentos vão para os amigos, para a Michelle por me aturar e apoiar incondicionalmente independentemente de tudo e de todos. Um beijo grande e obrigado.

Um especial obrigado ao meu grande amigo Hugo por tudo. Sem a sua ajuda teria sido muito difícil. Um muito obrigado e um abraço.

Gostaria de agradecer ainda ao Kjell pelos comentários construtivos que ajudaram na realização deste trabalho, um abraço.

Por último e não menos importante, gostaria de agradecer à família, amigos e ao GEAqua.

Gostaria de agradecer ainda a todos os professores, por tudo o que ensinaram durante toda a minha vida académica.

Muito obrigado a todos.

Resumo

Em Portugal, a aquacultura em mar aberto (*offshore*) é uma actividade emergente com elevado potencial económico.

Com o desenvolvimento recente da zona APPA (Área de Produção Piloto Aquícola) ao largo da costa algarvia, surgiu o interesse na realização do presente trabalho com o objectivo de fornecer informações sobre a gestão, manutenção e operação de uma unidade em mar aberto.

Assim sendo, durante um período de 6 meses, entre Fevereiro e Agosto de 2009, integrou-se a equipa que opera as jaulas submersíveis à responsabilidade do IPIMAR, participando em diversas actividades de manutenção, operação, pesca e alimentação. A experiência adquirida, juntamente com dados bibliográficos sobre este tema, permitiu a elaboração do presente documento.

Verificou-se que o modelo de jaula semi-submersível rígida Sea Station[®] reúne os requisitos estruturais necessários para o cultivo de peixes na zona APPA. No entanto, a manutenção de um sistema deste género depende de mergulhadores e envolve a inspecção, reparação e substituição de determinados componentes estruturais de acordo com um plano pré definido.

Apesar de ser possível o cultivo de peixes em mar aberto, ainda existem problemas relacionados com a alimentação, pesca e logística que necessitam de ser resolvidos antes de estabelecer uma unidade de produção completamente comercial. Os principais entraves ao desenvolvimento deste sector em Portugal são a disponibilidade de juvenis, capitais iniciais de investimento e fundos de manejo elevados.

Numa perspectiva de cultivo integrado de bivalves e peixes em jaulas na zona APPA, realizou-se uma experiência para aferir sobre o crescimento, recrutamento e mortalidade do mexilhão do mediterrâneo (*Mytilus galloprovincialis*).

Verificou-se que o mexilhão apresenta elevadas taxas de crescimento, superiores às verificadas em outros países europeus. Conclui-se assim, que esta espécie mostra potencial de cultivo integrado com peixes numa perspectiva ecológica e economicamente sustentável.

Palavras-chave: Aquacultura em Mar Aberto, APPA, *Mytilus galloprovincialis*, Cultivo integrado, Jaula Sea Station[®]

Abstract

In Portugal, offshore aquaculture is an emerging activity that shows promising economical potential.

With the recent development off the coastline of the Algarve of an APPA zone (Área de Produção Piloto Aquícola – Pilot Aquaculture Production Area), the need for a compilation of information concerning management, maintenance and operation of an offshore unit became of extreme interest as a tool for possible investors.

Although offshore fish farming is possible in Portugal, there are still many problems related to feeding, fishing and logistics which need to be resolved before a completely commercial production unit is established.

During a 6 month period between February and August 2009, a survey on the management procedures such as maintenance, operation, fishing and feeding was performed on the semi-submersible Sea Station[®] cage belonging to IPIMAR. This survey provided information on mooring technology, materials, maintenance, operation, fishing and feeding activities. This experience, merged with bibliographic data, permitted the elaboration of this document.

It was verified that the Sea Station[®] model gathered all the structural requirements necessary for fish farming in the APPA area. On the other hand, maintaining this type of system is dependent on divers and involves the inspection, recovery and substitution of specific structural components according to a pre-defined plan.

The main constraints to the development of the offshore sector in Portugal are the availability of juveniles and high initial investment and maintenance costs.

In a perspective of an integrated culture of shellfish and fish in offshore cages in the APPA area, a study was performed in order to determine the growth, recruitment and mortality of *Mytilus galloprovincialis*. It was ascertained that the mussel presents high growth rates (superior to those verified in other European countries).

It was concluded, therefore, that this species shows good potential as an integrated culture with fish in offshore cages, both ecologically and economically.

Key-Words: Offshore Aquaculture, APPA, *Mytilus galloprovincialis*, Integrated culture, Sea Station[®] cage

Índice

1 Introdução	1
2 Objectivos	4
3 Estado da Aquacultura em Portugal	5
4 Aquacultura em Mar Aberto	6
4.1 Vantagens e desvantagens	6
4.2 Tipos de jaulas	8
4.2.1 REFA [®]	10
4.2.2 OceanSpar Sea Station [®]	11
4.3 Caracterização do local	14
4.3.1 Área Piloto de Produção Aquícola (APPA)	14
i) Parâmetros físico-químicos da água	14
ii) Condições oceanográficas do local	16
iii) Legislação local e condições de acesso	20
4.4 Legislação portuguesa	20
5 Gestão de uma unidade em mar aberto	23
5.1 Instalação	23
5.2 Operação	25
5.2.1 Emersão e submersão do modelo Sea Station [®]	25
5.2.2 Limpeza dos painéis de rede	28
5.3 Inspeção e manutenção	30
5.4 Potenciais espécies	37
5.4.1 Dourada e robalo (<i>Sparus aurata</i> e <i>Dicentrarchus labrax</i>)	37
5.4.2 Sargo legítimo (<i>Diplodus sargus</i>)	38
5.4.3 Sargo bicudo (<i>Diplodus puntazzo</i>)	38
5.4.4 Corvina (<i>Argyrosomus regius</i>)	39
5.4.5 Pargo (<i>Dentex dentex</i>)	40
5.5 Origem dos juvenis e transporte	40
5.6 Alimentação	43
5.7 Pesca na jaula	48

5.8 Problemas surgidos	49
5.8.1 Substituição do pêndulo da jaula	49
5.8.2 <i>Biofouling</i>	50
5.8.3 Problemas no sistema de ancoragem	50
5.8.4 Artes de pesca locais	51
5.9 Embarcação	51
5.10 Estimativas de uma produção em jaulas	54
6. Possíveis patologias	57
7. Plano de monitorização ambiental	60
8. Crescimento e mortalidade de <i>Mytilus galloprovincialis</i> numa perspectiva de cultivo integrado com peixes em jaulas <i>offshore</i>	62
8.1 Material e métodos	63
8.1.1 Experiência 1 – Recrutamento de <i>Mytilus galloprovincialis</i> nas redes de uma jaula <i>offshore</i>	63
8.1.2 Experiência 2 – Marcação e recaptura	64
8.1.3 Análise biométrica	65
8.1.4 Parâmetros ambientais	67
8.2 Resultados	68
8.2.1 Parâmetros ambientais	68
8.2.2 Recrutamento de <i>M. galloprovincialis</i>	68
8.2.3 Marcação e recaptura de <i>M. galloprovincialis</i>	68
8.2.4 Mortalidade	71
8.2.5 Relação alométrica peso vivo/comprimento concha	71
8.2.6 Método de Gulland-Holt	72
8.3 Discussão	73
9. Considerações finais	79
10. Bibliografia	84
11. Anexo 1	96

1 Introdução

Devido à sobre exploração dos recursos, muitos stocks naturais marinhos encontram-se próximos do seu rendimento máximo sustentável, enquanto outros já ultrapassaram este limite. Desta forma, a aquacultura surge como um complemento das capturas provenientes da pesca, uma vez que a exploração destes recursos deixou de satisfazer as necessidades humanas a nível global (Kaiser *et al*, 2005; FAO, 2008). As crescentes restrições impostas aos armadores pela Política Comum das Pescas, resultou num aumento do preço dos produtos do mar. Contudo, o consumo de peixes marinhos tem vindo a aumentar não só devido às necessidades de alimento para a população humana, mas também por ser um recurso saudável e uma fonte de proteínas e de ácidos gordos essenciais (Pessoa *et al*, 2006).

A aquacultura marinha pode ser classificada de acordo com o sistema produtivo em extensiva, semi-intensiva e intensiva e de acordo com as características do local de operação, em aquacultura em terra (*inshore*), aquacultura costeira (*onshore*) e aquacultura em mar aberto (*offshore*) (Beveridge, 2004).

A aquacultura *inshore* localiza-se em terra, próximo de zonas costeiras ou de outras fontes de água. Este tipo de aquacultura é praticado sobretudo em tanques de terra, sendo o grau de exposição a factores ambientais reduzido.

A aquacultura *onshore* é praticada em jaulas flutuantes e localiza-se em zonas costeiras abrigadas (ex. fiordes, bacias e portos), um exemplo português é o caso das jaulas flutuantes colocadas no porto de Sines (Pousão-Ferreira, 2008).

Na aquacultura *offshore* ou em mar aberto, os organismos marinhos são mantidos em jaulas localizadas a distâncias consideráveis da costa, encontrando-se expostas em todas as direcções aos elementos naturais do oceano (Beveridge, 2004; Lekang, 2007).

Portugal apresenta uma linha de costa de 2.830 km e uma Zona Económica Exclusiva de 1.656 km², o que representa uma vantagem em termos de espaço para o crescimento da actividade de aquacultura em mar aberto (Plano Operacional das Pescas 2007-2013).

Alem disso, a costa portuguesa apresenta um conjunto de espécies indígenas com potencial para o cultivo *offshore*.

No caso do Algarve, principal zona de produção em aquacultura em Portugal, o acesso a zonas costeiras para o desenvolvimento da aquacultura em terra encontra-se limitado devido à competição por espaço entre várias actividades socioeconómicas. A deslocação para mar aberto com a instalação de unidades de produção *offshore* pode ser uma forma de minimizar os potenciais conflitos entre os vários utilizadores.

No entanto, o desenvolvimento da aquacultura em mar aberto em Portugal depara-se com dificuldades, nomeadamente a elevada energia das águas costeiras e o número limitado de zonas naturalmente protegidas.

Em 2001, o Instituto Nacional de Recursos Biológicos - IPIMAR iniciou o cultivo de peixes em jaulas oceânicas ao largo de Olhão com vista a demonstrar os prós e os contras desta nova actividade. Na sequência deste projecto e face aos objectivos propostos pelo Programa Operacional das Pescas 2007-2013 e pelo Plano Estratégico Nacional para a Pesca 2007-2013, bem como o interesse suscitado pelo sector privado, o governo português, com a colaboração técnico-científica do IPIMAR, criou uma zona de lotes para a produção aquícola em mar aberto de peixes em jaulas e bivalves em *long-lines*, ao largo da costa Algarvia (Fig. 1).

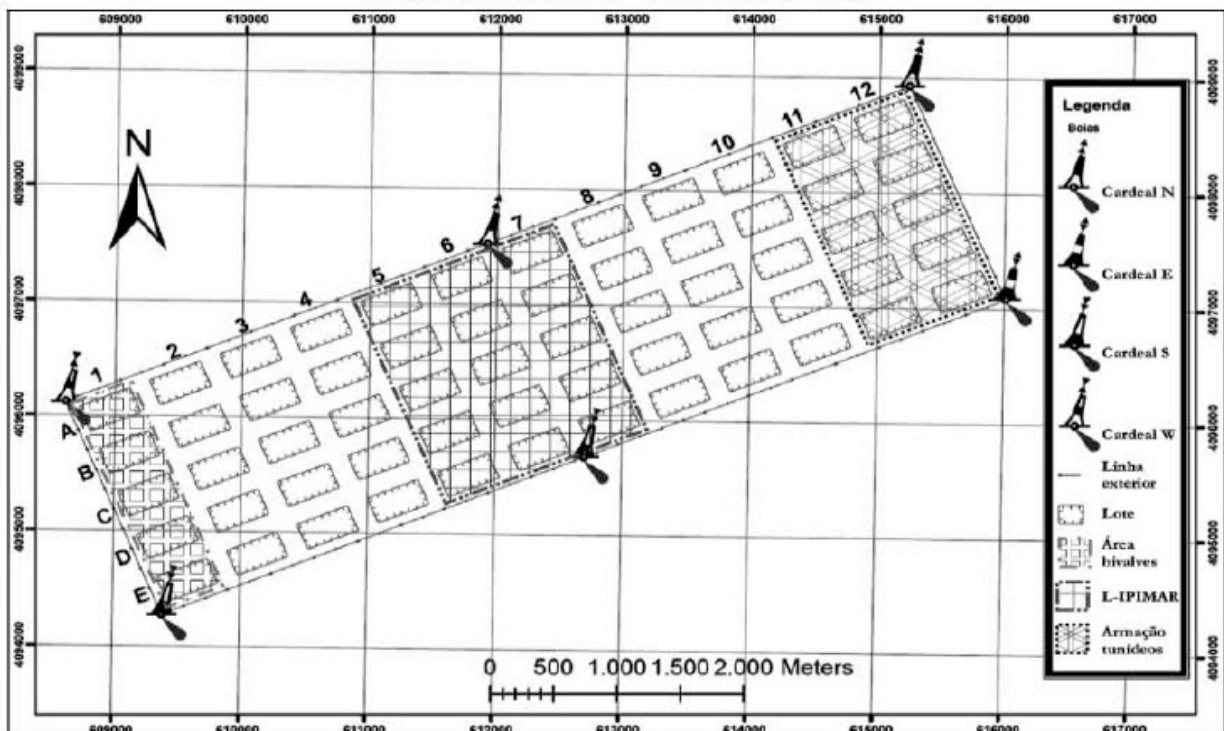


Figura 1: Área Piloto de Produção Aquícola da Armonia (APPA) (In: Diário da República, 1ª série, nº 55-18 de Março de 2008)

Esta zona piloto, designada por Área Piloto de Produção Aquícola (APPA) localiza-se a aproximadamente 2 milhas da costa da ilha da Armona e é constituída por 60 lotes com uma área individual de 80.000 m² (400x200m).

Em 2009 foram pedidos 24 (vinte quatro) lotes, dos quais 9 (nove) lotes destinam-se ao cultivo de peixes em jaulas e 15 (quinze) destinam-se ao cultivo de bivalves em *long lines*. Segundo o Edital n.º 793/2008 de 1 de Agosto a produção total prevista para a zona APPA é de 9.665 t anuais, das quais 5.675 t correspondem à produção de peixe em jaulas e as restantes 3.990 t de bivalves em *long lines*.

A necessidade de fornecer aos eventuais investidores informações sobre a viabilidade e a gestão deste tipo de unidades de produção levou à realização do presente trabalho.

2 Objectivos

Este trabalho, de carisma profissionalizante, teve como principal objectivo a aquisição de conhecimentos práticos e científicos na área de produção aquícola em mar aberto, identificando metodologias de gestão e operação neste tipo de produção.

A partir da informação adquirida, foi elaborado o presente documento informativo que poderá servir de apoio a futuros aquicultores e investidores.

O segundo objectivo deste trabalho foi estudar o potencial da aquacultura integrada de peixes e moluscos em mar aberto, através da monitorização do recrutamento, crescimento e mortalidade *Mytilus galloprovincialis* (Mexilhão do Mediterrâneo).

3 Estado da aquacultura em Portugal

Devido à sua localização geográfica, a costa portuguesa possui um conjunto de características consideradas ideais para o desenvolvimento da aquacultura. No entanto e de acordo com o Plano Operacional das Pescas (2007), a produção em aquacultura representa apenas 3% da produção nacional de pescado, enquanto noutros países europeus chega a representar cerca de 20% da produção total de pescado.

Os níveis de consumo *per capita* suportados pela produção nacional de pescado, 23 kg/ano, não permitem satisfazer os elevados níveis de consumo nacionais, 57 kg/ano (Programa Operacional das Pescas 2007-2013). O défice produtivo é assim compensado pela importação de pescado de outros países resultando num défice económico significativo.

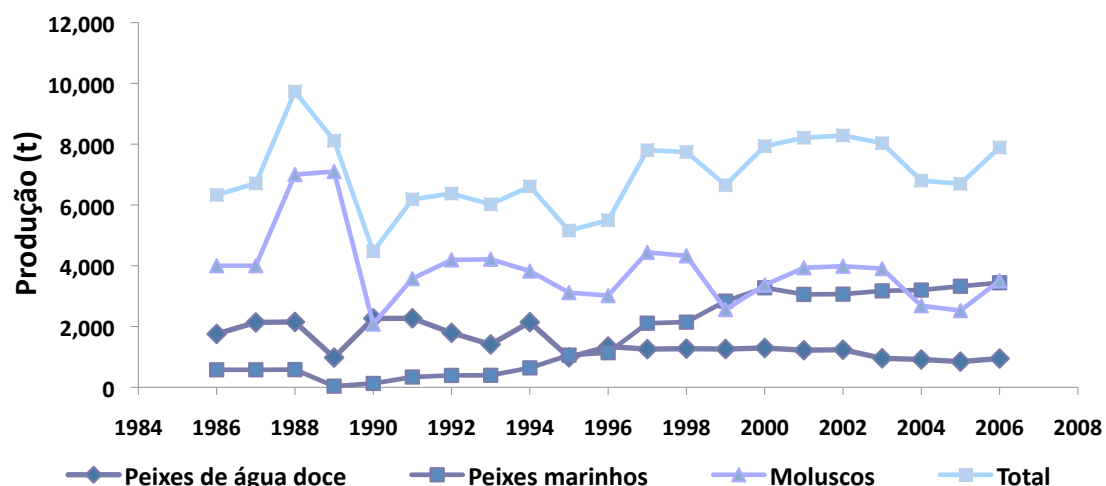


Figura 2: Evolução da Aquacultura em Portugal entre 1985 e 2006.

A produção nacional de pescado manteve-se relativamente estável entre 6.000 e 10.000 t, de 1985 a 2006 (INE, 2009) (Fig. 2). Grande parte da produção aquícola é oriunda de pequenas unidades de produção, com destaque para o cultivo de moluscos bivalves e de peixes marinhos. Entre os bivalves, a amêijoia (*Ruditapes decussatus*) é a espécie mais produzida com uma produção total de 2.246 toneladas anuais. A ostra (*Crassostrea gigas*, *Crassostrea angulata* e *Ostrea edulis*) apresenta os maiores níveis de exportação, na ordem das 250 t. A dourada (*Sparus aurata*) é a espécie mais produzida com uma produção que se manteve estável em 1.700 t desde 1999 até 2006. A produção de robalo (*Dicentrarchus labrax*) tem vindo a aumentar nestes

últimos anos com uma produção de 1.600 t em 2006 (Direcção Geral das Pescas e Agricultura (DGPA), 2007).

A concorrência com os países do Mediterrâneo tem levado ao decréscimo dos preços com resultados negativos para os lucros dos piscicultores nacionais. Isto tem posto em causa a viabilidade de muitas empresas de piscicultura em tanques de terra pelo que a apetência pelo mar aberto poderá ser uma forma de consolidar e viabilizar a actividade aquícola em Portugal.

O desafio de Portugal para o futuro será o desenvolvimento sustentável do sector da aquacultura em mar aberto em termos económicos, sociais e ambientais.

4 Aquacultura em Mar Aberto (*Offshore*)

4.1 Vantagens e desvantagens

Uma das grandes potencialidades da aquacultura em mar aberto é a possibilidade de implementar uma economia de escala, verificando-se uma relação decrescente de custos com o aumento dos níveis produtivos. Por exemplo, os custos logísticos implicados na alimentação de uma jaula são semelhantes aos implicados na alimentação de 10 jaulas (www.omeva.hostoi.com).

Ao contrário dos tanques de terra, o cultivo de peixes em jaulas oceânicas não necessita de bombeamento e arejamento de água, dependendo das condições hidrodinâmicas do oceano, reduzindo, assim, os custos energéticos (Lucas & Southgate, 2005) e permitindo uma densidade de cultivo superior por m³ (Muir, 2004).

A aquacultura em mar aberto apresenta a vantagem de se situar em zonas oceânicas, sendo estas menos susceptíveis a poluição oriunda das zonas costeiras. Por outro lado, as fortes correntes em mar aberto favorecem a dispersão da matéria orgânica e outros resíduos metabólicos, minimizando o impacto ambiental a nível da qualidade da água e da comunidade bentónica (Goldburg *et al*, 1996; Cid, 2008).

Outra vantagem é a estabilidade dos parâmetros físico-químicos, sendo as flutuações na qualidade da água menos acentuadas em mar aberto quando comparadas com um tanque em terra. Os níveis de oxigénio são normalmente superiores aos necessários, a salinidade é altamente estável, o pH é controlado pelo

sistema tampão do oceano, os níveis de nutrientes são relativamente baixos e as flutuações diárias e sazonais de temperatura são menos marcadas (Bridger, 2004).

No entanto, existem algumas desvantagens associadas ao desenvolvimento da aquacultura *offshore*, nomeadamente relacionadas aos elevados capitais iniciais de investimento. As instalações capazes de suportar as condições oceânicas, são mais dispendiosas de construir, instalar e manter quando comparadas com as instalações usadas em terra e em zonas costeiras (Bridger, 2004; Michler-Cieluch, 2009). Outra desvantagem está relacionada com problemas logísticos que aumentam com a distância a terra devido ao tempo de deslocação, à necessidade de embarcações capazes de suportar condições adversas e os combustíveis necessários ao seu funcionamento. As actividades de manutenção e operação de uma unidade *offshore* dependem ainda, em muito, das condições climáticas do momento. Em situações climáticas adversas, actividades como a alimentação e pesca, ficam comprometidas, condicionando o estado do *stock* e o bom funcionamento da unidade.

Ao contrário dos tanques de terra em que a vigilância e controle do ambiente produtivo depende quase exclusivamente de factores humanos, um sistema em mar aberto encontra-se mais sujeito a soluções tecnológicas para manter um mesmo nível de controlo produtivo.

Apesar de se situarem em zonas oceânicas, o cultivo intensivo de peixes em jaulas pode causar poluição devido à perda de ração não consumida e de produtos metabólicos excretados pelas espécies cultivadas (Mente *et al*, 2006). Simultaneamente, as elevadas densidades de peixe no interior das jaulas aumentam o risco de ocorrência de surtos patológicos e a consequente transmissão para peixes selvagens (Ferguson *et al*, 2007). A possibilidade de fuga dos peixes das jaulas constitui ainda um potencial impacto nas populações selvagens em termos genéticos e ecológicos (FAO, 2006; Ferguson *et al*, 2007; León-Santana & Hernández, 2007).

Outra desvantagem reside na dificuldade de controlar incrustações nas estruturas, parasitas, doenças, poluição e *blooms* de algas tóxicas (Lucas & Southgate, 2005).

4.2 Tipos de jaulas

O cultivo de animais aquáticos em jaulas é um método inovador relativamente recente, no entanto o uso de jaulas iniciou-se há dois séculos atrás na Ásia para o transporte e manutenção de peixe por curtos períodos de tempo (Pillay & Kutty, 2005).

A primeira descrição de jaula foi documentada na China durante a dinastia Han há 2100 a 2200 anos atrás. Estas jaulas consistiam em 4 postes de bambu enterrados no sedimento que serviam de suporte a um pano de rede de malha fina onde eram colocados os juvenis capturados na natureza para posterior povoação dos tanques em terra (Beveridge, 2004).

Comercialmente o cultivo de peixes em jaulas iniciou-se na Noruega em 1960, sobretudo para o cultivo de salmão (Beveridge, 2004).

Nas últimas décadas, as jaulas sofreram uma grande evolução, existindo actualmente uma grande variedade de modelos disponíveis com potencial para o cultivo em mar aberto.

A selecção do tipo de jaula depende principalmente das características do local de instalação, no entanto, existem outros factores a considerar na escolha, tais como: tempo de vida útil, custo inicial, custo de manutenção e facilidade de operação (Scott & Muir, 2004).

Existem diversas formas de classificar as jaulas dependendo do autor, segundo Beveridge (2004), existem cinco tipos básicos de jaulas que são classificadas segundo dois aspectos. O primeiro corresponde à natureza da estrutura usada para sustentar a rede, podendo ser flutuante, semi-submersível ou submersível. O segundo aspecto diz respeito às características estruturais, podendo ser rígida ou flexível (Tab. 1).

Tabela 1: Classificação dos tipos de jaulas, vantagens, desvantagens e fabricantes (Adaptado de Scott & Muir, 2004)

Classificação das jaulas				
Estrutura	Modo Operacional	Vantagens	Desvantagens	Modelos
Flexível	Flutuante	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de suporte de rede funcional e testado - Variedade de configurações - Custos reduzidos para elevados volumes - Facilidade de ampliação - Facilidade de operação 	<ul style="list-style-type: none"> - Resistência moderada a ondas e correntes - Riscos elevados em mar aberto - Ausência de estruturas de suporte operacional 	<ul style="list-style-type: none"> Corelsa® Aqualine® Fusion marine® OceanSpar net systems®
	Semi Submersível	<ul style="list-style-type: none"> - Área de instalação reduzida - Facilidade de operação - Submersão automática em caso de tempestades - Relação preço/volume reduzido 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduções de volume até 25% - Sistema de lastro difícil de instalar - Alimentação pouco eficiente 	<ul style="list-style-type: none"> Refa® Technosea®
Rígida	Flutuante	<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma operacional estável - Capacidade de armazenagem - Capacidade de instalar sistemas automáticos de alimentação 	<ul style="list-style-type: none"> - Difíceis de instalar - Resistência moderada - Elevados custos de manutenção - Elevado capital inicial de investimento 	<ul style="list-style-type: none"> Cruive® Pisbarca®
	Semi Submersível	<ul style="list-style-type: none"> - Volume estável - Capacidade de submergir - Capacidade de integração de sistemas automáticos de alimentação - Sistema provado comercialmente 	<ul style="list-style-type: none"> - Capital de investimento elevado - Complexidade de operação e manutenção - Necessita de mergulhadores a tempo inteiro 	<ul style="list-style-type: none"> OceanSpar Sea Station® Farmocean®
	Submersível	<ul style="list-style-type: none"> - Volume estável - Impacto visual mínimo - Capacidade de emergir 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de operação e manutenção - Capital de investimento elevado 	<ul style="list-style-type: none"> Trident® Sdaco® Seatreck®

Ao largo de Olhão na zona APPA estão instaladas três jaulas: uma jaula semi-submersível flexível do modelo Refa[®] e duas jaulas semi-submersíveis rígidas do modelo Sea Station[®] (Sea Station 3000[®] e Sea Station 3100 Flip[®]).

4.2.1 Refa[®]

O modelo semi-submersível flexível Refa[®] também designado por *Tension Leg Cage* (TLC) é caracterizado pela capacidade de submergir por determinados períodos de tempo de forma a evitar as condições adversas da superfície (Fig. 3).

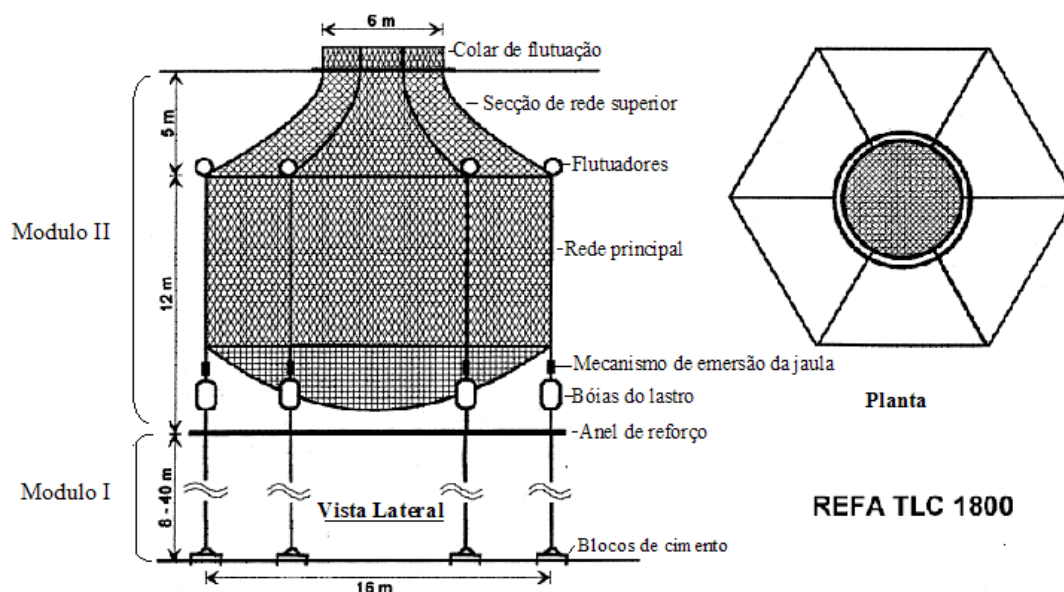


Figura 3: Representação esquemática do modelo de jaula semi-submersível rígida do modelo Refa TLC 1800 (Adaptado de Refamed[®] -Tecnología para Cultivos en Mar Abierto)

Segundo o manual informativo (Refamed – Tecnología para Cultivos en Mar Abierto) esta jaula é constituída por dois módulos: i) O primeiro módulo corresponde ao sistema de sustentação e é constituído por blocos de cimento (lastro), cordas de tensão, bóias de profundidade e anel de reforço. As cordas de tensão ligam o lastro ao anel de reforço assegurando a sustentação do sistema a partir do fundo. ii) O segundo módulo é constituído pela rede da jaula, bóias de flutuação e colar de superfície. O módulo da rede é composto por uma parte inferior hexagonal (rede principal) e uma parte superior cónica unidas entre si por um anel que facilita a sua separação. O primeiro módulo é fixo enquanto o segundo pode ser deslocado até à superfície para a realização de tarefas de pesca ou de manutenção.

Em situações de ondulação ou quando a velocidade da corrente é superior a um nó, a parte superior da TLC oscila para os lados e para baixo obrigando a jaula a

submergir por si só, sem afectar os componentes do sistema e mantendo o volume da rede em cerca de 90%.

A rede usada neste tipo de jaula apresenta um tratamento *antifouling* de maneira a evitar a sua substituição durante o ciclo produtivo. A Refa® pode ser instalada a profundidades consideráveis e em fundos irregulares. A área usada para a instalação é 5 a 10 vezes menor que a área necessária para a instalação de outro tipo de jaula, resumindo-se apenas à área correspondente ao fundo da jaula (Lisac, 2004).

4.2.2 OceanSpar Sea Station®

As jaulas Sea Station® da OceanSpar foram desenhadas para águas profundas (>25m), suportando correntes elevadas e situações extremas de tempestade. Apresentam modelos com capacidades dos 600 aos 10.000 m³ (www.oceanspar.com).

O modelo SeaStation 3000® (Fig. 4) tem a forma de duas pirâmides unidas pela base com uma altura total de 16.14m, 25.2m de diâmetro e um volume de 3.000 m³, com uma capacidade de produção que varia entre 30 e 60 toneladas por ciclo produtivo.

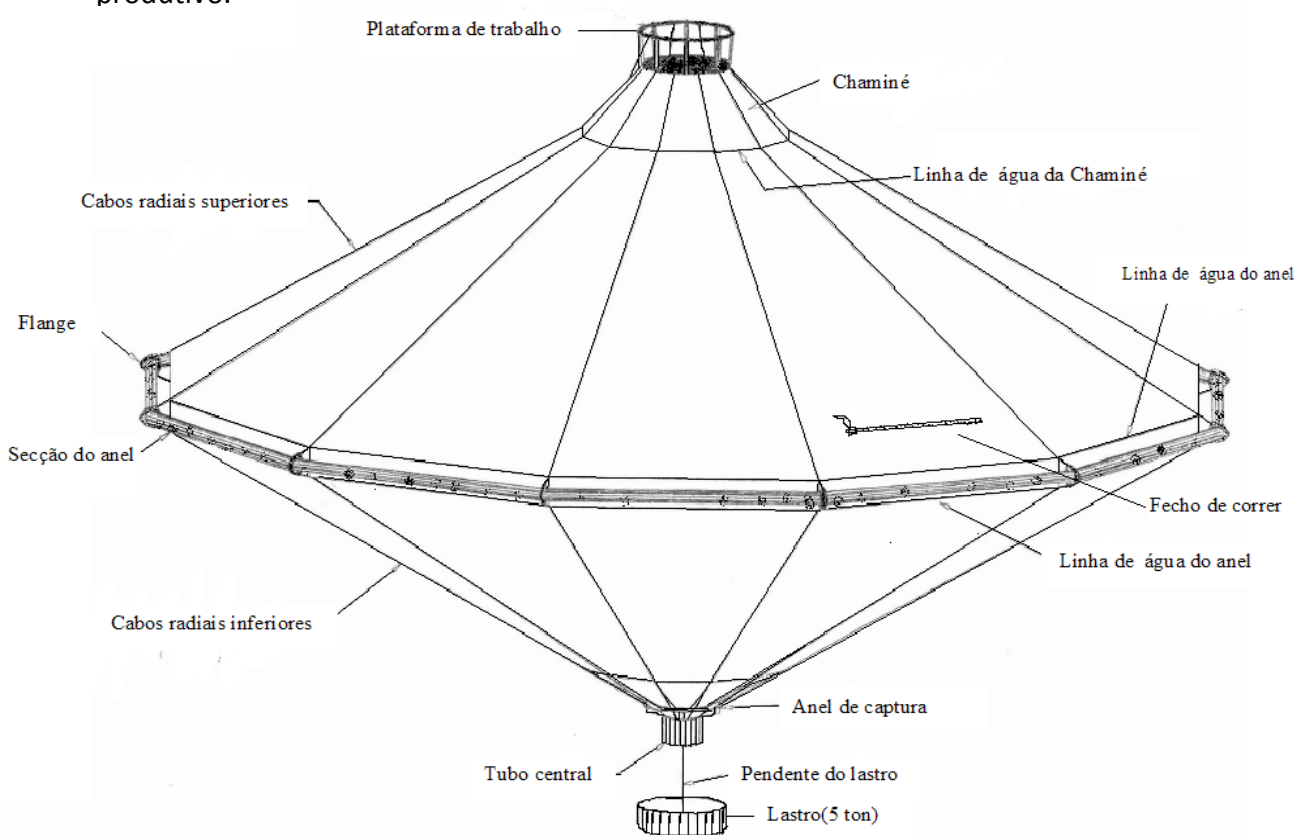


Figura 4: Esquema representativo de uma jaula semi-submersível rígida do modelo Sea Station 3000® (Adaptado de OceanSpar 3000 Manual, 2001)

Existem duas estruturas de aço galvanizado principais, o tubo central e o anel. O tubo central com 1 m de diâmetro, 15.3 m de altura e 3.992 kg de peso é oco e permite regular a flutuabilidade consoante a proporção de água/ar no seu interior. A plataforma de trabalho localiza-se no topo do tubo central e pesa cerca de 500 kg com uma altura de 0.84 m e um diâmetro de 2.3 m. Na plataforma de trabalho existe uma válvula que permite encher ou vazar o tubo central de ar (OceanSpar Owners Manual, 2001).

O anel central também é oco e é constituído por 12 segmentos unitários que se unem entre si por meio de junções (*flange*). Cada segmento mede 6.85 m e pesa cerca de 350 kg. Na sua posição final o anel central pesa cerca de 4.300 kg com um diâmetro de 25.3m, assume uma posição central e perpendicular ao *Spar* (tubo central) funcionando como elemento regulador da flutuabilidade e como eixo de fixação da rede. Sob a jaula encontra-se ainda um lastro pendular de 5 t com 2.2 m de diâmetro que mantém o tubo central na vertical e melhora a estabilidade do conjunto.

A jaula Sea Station SS 3100 Flip[®] é idêntica na forma e nos constituintes estruturais básicos, no entanto apresenta um volume superior (3.100m³) e um tubo central maior (20 m de altura e 5.000 kg). O anel é constituído por segmentos ligeiramente mais pequenos (6.7 m de comprimento e um peso individual de 350 kg). Na sua posição final o anel tem um diâmetro superior ao modelo anterior (26 m). Uma das particularidades deste modelo reside na capacidade de girar, passando a extremidade superior à extremidade inferior. Existem três câmaras-de-ar no interior do tubo central que, consoante a ordem de enchimento de ar ou de água, permitem o movimento de inversão (Anexo 1). A inversão possibilita a secagem à superfície e a consequente eliminação do *biofouling*. Devido à forma da jaula, o processo de inversão facilita ainda a limpeza dos painéis de rede, diminuindo a profundidade de trabalho e consequentemente aumentando o tempo disponível de mergulho.

A rede usada nas jaulas Sea Station[®] é a Dyneema[®] Ultra Cross com um comprimento de malha de 35.5 mm. Esta rede não tem nós e é constituída por quatro filamentos entrelaçados (Fig. 5) apresentando uma maior resistência e melhor performance em relação às redes tradicionais. A ausência de nós nas redes é uma vantagem em mar aberto porque aumenta a resistência, diminui o peso e o volume,

diminui o efeito das correntes e evita abrasões e perda de escamas na pele do peixe (Net Systems, Netting Products (www.net-sys.com)).

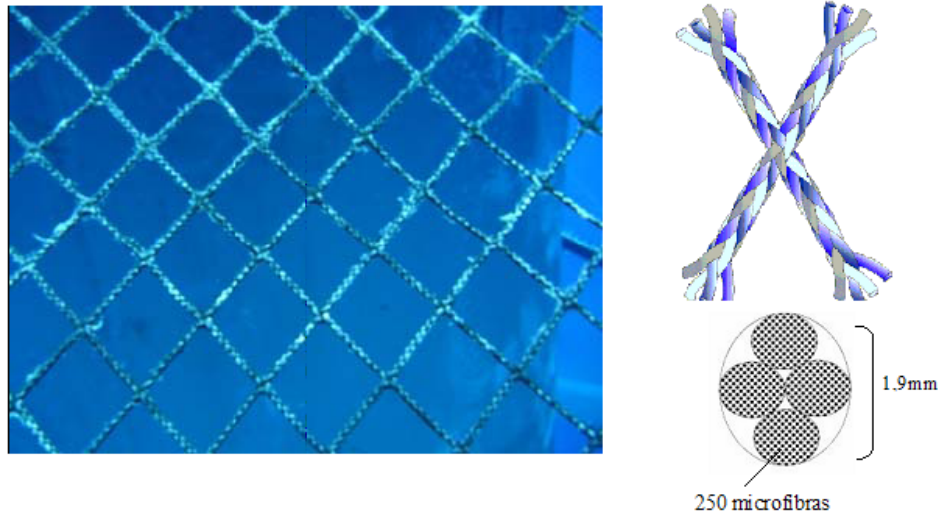


Figura 5: Rede Dyneema® Ultra Cross sem nó com um comprimento de malha de 35.5 mm (Fonte: IPIMAR e Net Systems).

A jaula possui três fechos do tipo *éclair* cosidos na rede em diferentes locais que permitem o acesso dos mergulhadores ao interior para inspeção, manutenção e pesca. No fundo da jaula existe um anel (*harvest ring*) à volta do tubo central. Este anel foi concebido para ser içado ao longo do tubo central de forma a reduzir o volume interno e facilitar a captura do peixe.

Em situações de corrente superiores a 0.5 m.s^{-1} o modelo Sea Station® afunda de maneira a evitar as condições energéticas adversas à superfície, mantendo o seu volume estável (Fig. 6).

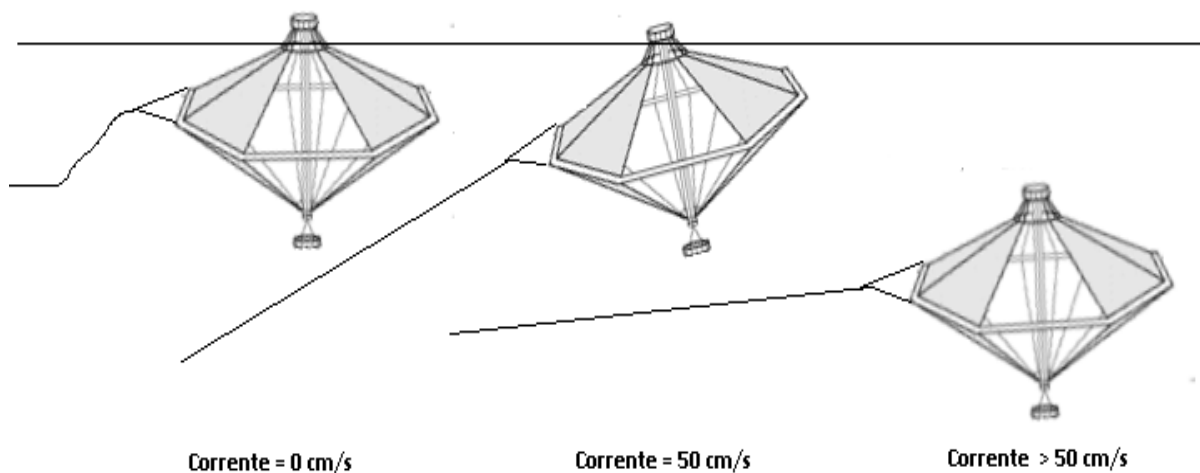


Figura 6: Posição relativa da jaula Sea Station® na coluna de água em função de velocidade da corrente (Fonte: Adaptado de Owners Manual Sea Station®)

4.3 Caracterização do local

A escolha do local é uma decisão importante que determina a viabilidade económica de uma unidade *offshore*. Antes da instalação de uma piscicultura em mar aberto é necessário reunir informações acerca do local. Para tal, recorrem-se a dados provenientes de bóias ondográficas, de entidades governamentais ou de estudos anteriores. Estes dados podem ser complementados com informações importantes obtidas directamente de pescadores locais (Turner, 2000).

Existem três critérios principais para a selecção do local: i) Condições físico-químicas da água: temperatura, salinidade, oxigénio, pH, sólidos em suspensão e poluentes (Beveridge, 2004); ii) Condições oceanográficas: correntes (velocidade e direcção), ondulação (altura, período), profundidade, ventos predominantes, amplitude das marés e tipologia do fundo (Pousão-Ferreira, 2008); iii) Aspectos legais e condições de acesso do local de instalação (Huguenin, 1996).

4.3.1 Área de Produção Piloto Aquícola

A zona APPA é a primeira zona definida para desenvolvimento futuro da aquacultura em mar aberto em Portugal. A sua escolha teve em consideração os critérios previamente mencionados que contribuirão para a definição do tipo de jaula, orientação da unidade, sistema de ancoragem, tipo de rotina operacional e as espécies a cultivar. Analisam-se seguidamente esses critérios:

i) Parâmetros físico-químicos da água

A qualidade da água da zona APPA está de acordo com as necessidades biológicas das espécies a cultivar. Segundo um estudo realizado por Cid (2008), os níveis de oxigénio dissolvido encontrados no local são superiores aos necessários para o cultivo das espécies alvo. Os valores obtidos neste estudo variam entre 9.16 e 9.46 mg L⁻¹ nas camadas superficiais e nas camadas mais profundas valores na ordem dos 8 mg L⁻¹. A salinidade apresenta valores na ordem dos 36 ppm, a matéria em suspensão pode variar entre as 15 mg L⁻¹ e as 20 mg L⁻¹ e o pH é aproximadamente 8.

Relativamente à temperatura, verificam-se temperaturas mínimas de 15 °C nos meses de Inverno e máximas de 22 °C no Verão. A monitorização da temperatura ao longo do tempo é um factor chave para a optimização das quantidades de ração

fornechas, uma vez que as taxas de alimentação e de conversão do alimento são afectadas pela temperatura do local (Houlihan *et al*, 2001). Os valores das temperaturas da água na jaula representados nas figuras 7 e 8, foram obtidos de computadores de mergulho do IPIMAR.

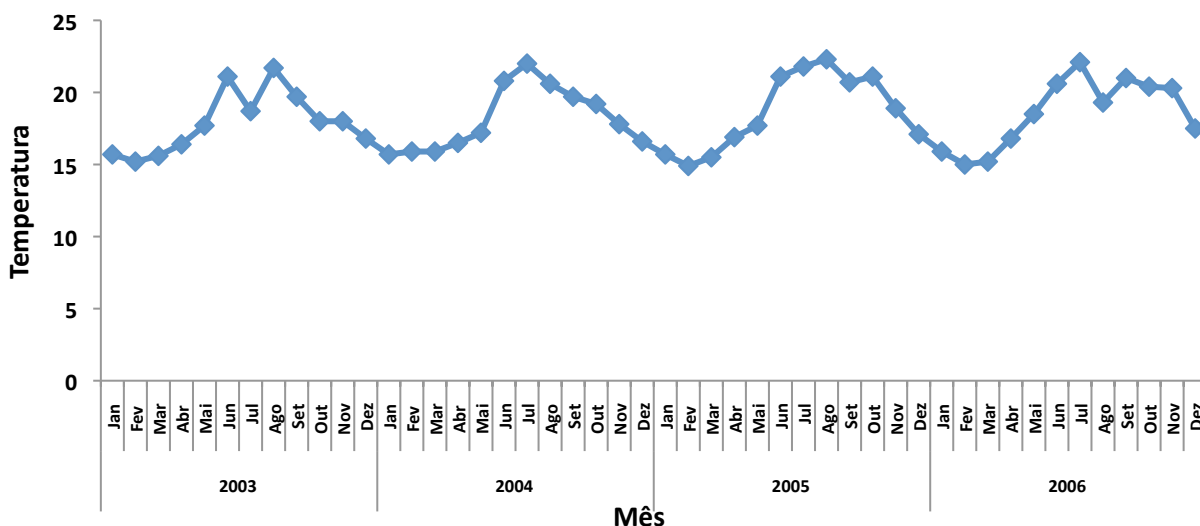


Figura 7 - Temperatura média mensal na jaula num período de 4 anos (Fonte: IPIMAR)

A Fig. 8 demonstra a variação média anual da temperatura à superfície e no fundo. A temperatura média anual diminui com a profundidade verificando-se diferenças de aproximadamente 1 °C entre a superfície e o fundo.

No entanto, se considerarmos as temperaturas médias mensais ou diárias as diferenças podem ser mais significativas, na ordem dos 4 °C (Cid, 2008).

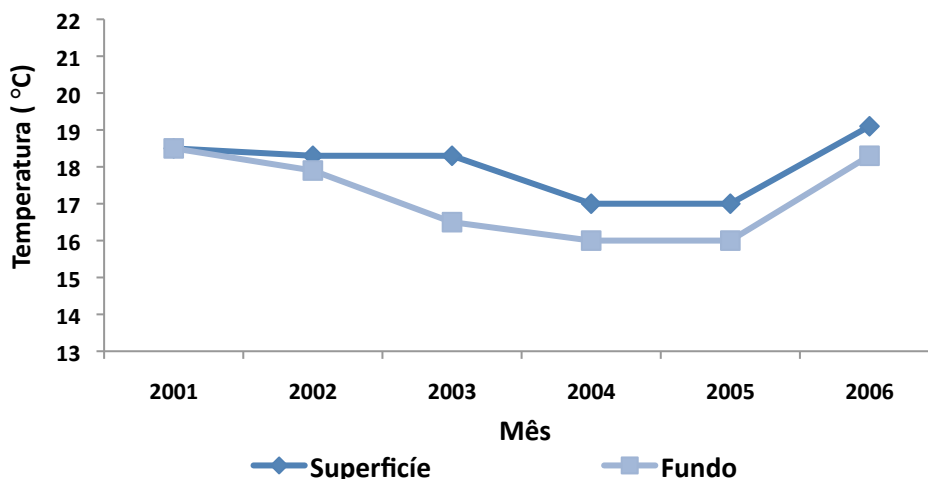


Figura 8- Temperatura média anual à superfície e no fundo da jaula num período de 6 anos (Fonte: IPIMAR)

ii) Condições oceanográficas do local:

Ondas - Factor fundamental na selecção do local, uma vez que afecta significativamente as estruturas físicas das jaulas e sistemas de lastro. O conhecimento da ondulação do local é uma ferramenta fundamental para a escolha correcta do tipo de jaula, sistema de ancoragem e tipo de embarcação (Lekang, 2007).

Segundo Young (1999), uma onda pode ser caracterizada por vários termos, tais como:

- Altura da onda (distância vertical entre a crista e a base da onda)
- Altura máxima da onda (H_{Max} - a maior onda verificada num período de tempo)
- Altura significativa da onda (H_s - média do terço superior de todas as ondas, com maior amplitude verificadas num determinado período)
- Comprimento da onda (distância horizontal entre duas cristas).
- Período da onda (T- tempo necessário para a crista da onda percorrer uma distância igual ao comprimento de onda).
- Direcção média da onda.

O tempo mínimo necessário para obter uma estimativa correcta do clima ondográfico de um local é de 9 anos (Young, 1999). Os dados seguintes (Figs. 9 e 10) foram obtidos do Instituto Hidrográfico da bóia ondográfica de Faro e caracterizam as ondas quanto à altura significativa, altura máxima, período significativo, período máximo e direcção entre 2000 e 2009.

Durante este período a altura máxima verificada foi de 12.5 m e a altura significativa máxima de aproximadamente 9 m.

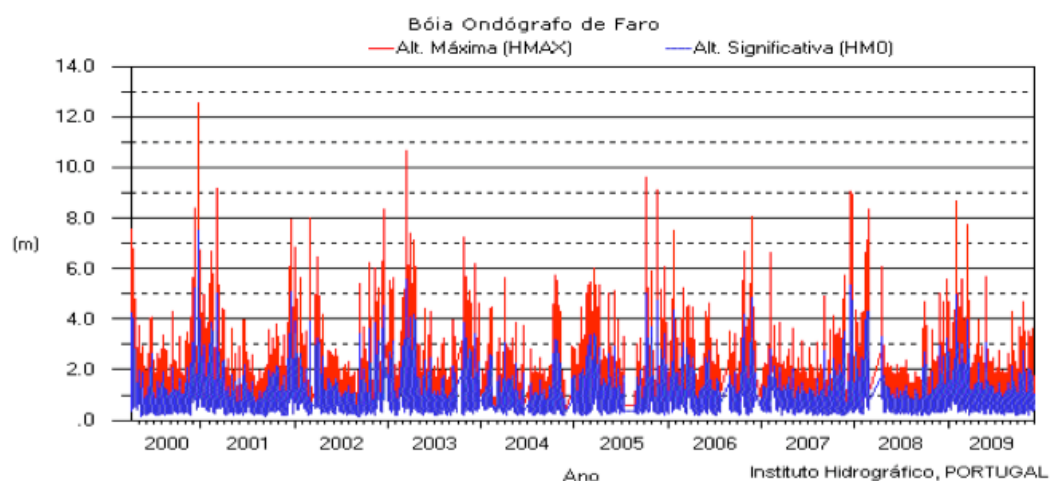


Figura 9: Altura máxima e altura significativa da onda entre 2000-2009 (Fonte: I.H.)

O período máximo da onda registado entre 2000 e 2009 varia entre os 6 e os 22 segundos. O período médio variou entre os 2 e os 12 segundos. Os valores mínimos do período são registados essencialmente nos meses de verão e os máximos registados no Inverno.

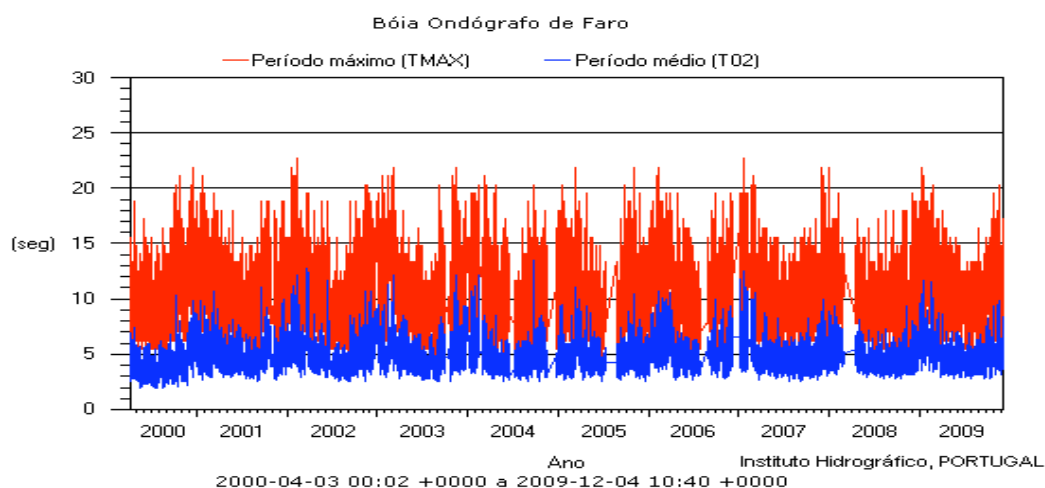


Figura 10: Período significativo e período máximo da onda entre 2000 e 2009 (Fonte: I.H.)

O regime ondográfico na zona APPA parece apresentar um padrão cíclico, havendo ondas com alturas mais significativas e períodos mais longos nos meses de inverno.

Correntes - Factor predominante do meio marinho, exerce forças nas estruturas físicas das jaulas. A corrente deve ser superior a 0.1 m.s^{-1} de forma a manter os níveis de oxigénio e remover os produtos metabólicos (Lekang, 2007). No entanto, correntes superiores a 1 m.s^{-1} provocam forças elevadas nas estruturas da jaula e no sistema de ancoragem (Swift *et al*, 2006; Huang *et al*, 2008). Apesar disto, com os recentes desenvolvimentos tecnológicos torna-se possível o cultivo de peixes em jaulas em mar aberto em situações de correntes ligeiramente superiores (1.25 m.s^{-1}) (www.oceanspar.com)

Vários factores podem originar correntes, incluindo o vento, as marés e correntes oceânicas globais. A corrente varia fortemente de local para local, sendo por isso necessário obter dados da tipologia das correntes por medições directas *in situ*.

Segundo o IPIMAR a velocidade da corrente à superfície na zona APPA durante um período de 14 anos, entre 1997 e 2009, apresentou uma velocidade máxima de 1.7 m.s⁻¹ e uma velocidade média que varia entre os 0.4 e 0.5 m.s⁻¹ (Fig.11.).

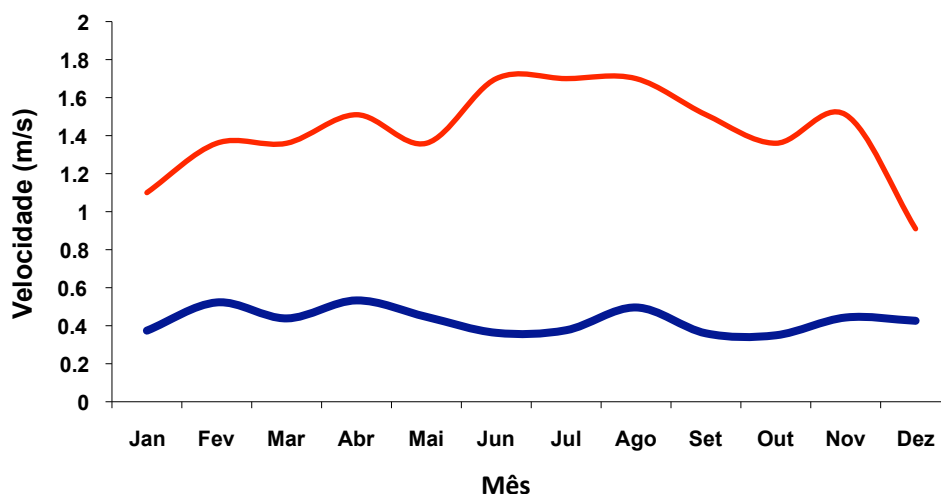


Figura 11: Velocidade média da corrente à superfície na Área de Produção Piloto Aquícola da Armona entre 1997 e 2009. A linha superior corresponde à velocidade máxima média e a linha inferior a velocidade média (Fonte: IPIMAR)

Os valores da velocidade da corrente na zona APPA variam com a profundidade, sendo a velocidade da corrente à superfície superior à velocidade da corrente no fundo.

No estudo realizado por Cid (2008), a velocidade média da corrente à superfície no período de verão variou entre os 0.55 e 0.72 m.s⁻¹ e no fundo velocidades entre 0.095 e 0.14 m.s⁻¹, tendo uma direcção predominante SW-NE.

Existem ainda variações diárias na velocidade média da corrente à superfície, verificando-se um decréscimo durante a noite até atingir valores mínimos (0.21 m.s⁻¹) por volta das 10h. Durante a tarde verifica-se um aumento até atingir o máximo de 0,29 m.s⁻¹ por volta das 16h, voltando a decrescer com a chegada da noite (Fig. 12).

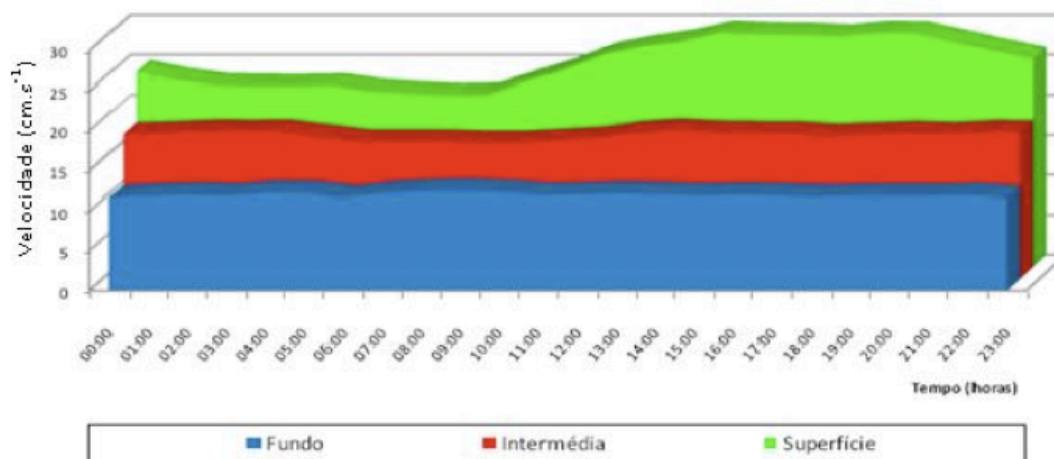


Figura 12: Variação da velocidade média (cm. s^{-1}) no decorrer do dia em três camadas de água diferentes: fundo (18-22 m), intermédia (7-17 m) e superfície (2-6 m) (Fonte: Cid, 2008)

Amplitude das marés e profundidade - O conhecimento destes parâmetros permite determinar o comprimento dos cabos das amarrações de forma a impedir demasiada folga na baixa-mar e demasiada tensão na preia-mar. Segundo a tabela das marés na zona APPA pode verificar-se diferenciais superiores a 3 m em períodos de marés vivas (Tabela de Marés 2009).

Neste momento as jaulas instaladas na zona APPA encontram-se na batimétrica dos 30 m. Segundo a carta batimétrica do local (Mapa Send Blue Chart), o limite exterior da zona APPA encontra-se a uma profundidade aproximada de 50 m.

Tipologia do fundo - A composição e declive do fundo assumem um papel preponderante na decisão do local a instalar a unidade. Esta decisão é importante na escolha do tipo de âncora a usar, no comprimento das amarrações e eventuais deslizamentos das âncoras (Pousão-Ferreira, 2008).

De acordo com a carta de sedimentos do Instituto Hidrográfico (I.H., 1985) a zona APPA é caracterizada pela convergência entre areias médias e lodo. Segundo Pereira (2002), a percentagem de areia varia entre 77 e 96%, o lodo entre 3 e 21% e o cascalho entre 1 e 4%. Os fundos lodosos permitem uma boa fixação das âncoras mas são menos indicados, pois podem ocorrer afundamentos das mesmas (Bridger *et al.*, 2004). Os fundos arenosos são os mais indicados para instalação de âncoras e poitas, pois apresentam elevados coeficientes de fricção (0.5). Os fundos rochosos são os

menos indicados pois apresentam coeficientes de fricção baixos (0.1), resultando no deslizamento das âncoras (Lekang, 2007).

Declives acentuados podem constituir um problema quando as jaulas se encontram no seu estado submerso, favorecendo o desequilíbrio da estrutura e possíveis colisões com o fundo originando a rotura das redes. Os declives acentuados proporcionam, ainda, a acumulação de detritos oriundos das unidades.

Por observação directa *in situ* e através dos dados da sonda da embarcação “Puntazzo”, constatou-se que o declive nas proximidades das jaulas é reduzido, não se verificando mudanças bruscas de profundidade.

iii) Legislação local e condições de acesso

Quanto ao estabelecimento do local é necessário considerar os aspectos legais, condições de acesso, instalações em terra, segurança e conflito com outras actividades marítimas.

Relativamente às condições de acesso, é necessário considerar a proximidade de zonas portuárias e de estruturas de apoio tais como armazéns de ração, escritórios e zonas de revenda, processamento e expedição de grandes quantidades de pescado (Turner, 2000; Beveridge, 2004).

A zona APPA encontra-se geograficamente bem localizada ao estar próxima da Zona Industrial Portuária de Olhão onde existem indústrias orientadas para a revenda, armazenagem, transformação e exportação de produtos da pesca.

Os aspectos legais serão discutidos em maior profundidade no capítulo seguinte.

4.4 Legislação Portuguesa

A legislação que regula a actividade da aquicultura em Portugal, em águas salobras e marinhas, data de finais da década de 80. Os principais pontos legislativos que regulam esta actividade são:

- a) Decreto Regulamentar n.º 14/2000
- b) Decreto-lei n.º 278/ 87
- c) Lei n.º 58/2005
- d) Decreto-lei n.º 226-A/2007

e) Decreto Regulamentar n.º 9/2008

f) Decreto-lei n.º 70/90

O Decreto Regulamentar n.º 14/2000, de 21 de Setembro define os requisitos e as condições relativas à instalação e exploração de estabelecimentos de aquicultura em terra. No entanto, este Decreto apresenta algumas lacunas no que diz respeito a agrupamentos de estabelecimentos em mar aberto, também designados por *offshore*. Estas lacunas são consideradas no Decreto Regulamentar n.º 9/2008.

Resumidamente, a exploração de um estabelecimento de culturas marinhas e conexos está sujeita a licenciamento a conferir pelo Director-Geral das Pescas e Agricultura. A autorização de instalação de estabelecimentos em áreas de produção aquícola inicia-se com o Pedido de Informação Prévia (PIP) sobre a possibilidade de utilização do domínio público hídrico prevista na Lei n.º 226-A/2007, artigo 11, que deve ser entregue na Administração dos Recursos Hídricos do Algarve (ARH do Algarve), no qual deve constar a identificação da utilização pretendida e do local, recorrendo às coordenadas geográficas. Com as informações fornecidas pela entidade competente (ARH do Algarve) é realizado o requerimento da licença de utilização dos recursos hídricos. Os documentos necessários para a realização do requerimento estão dispostos no artigo 14º do Decreto-lei n.º 226-A/2007.

Antes da atribuição das licenças a ARH do Algarve deve certificar-se se o requerimento da licença está de acordo com os requisitos legais. Nesta fase a ARH do Algarve pode fazer depender a licença de utilização do domínio hídrico dos seguintes requisitos:

- Estudos de viabilidade;
- Impacto ambiental;
- Modelo de financiamento;
- Modelo de gestão;
- Projecto de execução.

No prazo de 45 dias a entidade competente emite um parecer nos termos previstos no Artigo 15º, 73º e 74º do Decreto de Lei nº 226-A/2007. A autoridade competente procede à publicação do pedido da utilização dos recursos hídricos apresentado através da afixação de editais. Se, eventualmente, o número de pedidos

exceder o número de lotes disponíveis será iniciado um procedimento concursal entre os interessados.

Depois de emitida a licença de utilização do domínio público hídrico, o requerente possui seis meses para iniciar a instalação do estabelecimento e um período de dois anos para a conclusão da instalação.

Após a conclusão da instalação, o interessado requer à Direcção Geral das Pescas e Agricultura (DGPA) a licença de exploração do estabelecimento nos termos do artigo 24º do Decreto Regulamentar nº 14/2000, de 21 de Setembro, observando-se, para o exercício da exploração, o disposto no artigo 25º do mesmo Decreto Regulamentar.

O Decreto Regulamentar n.º 9/2008 determina ainda que o espaço ocupado pela piscicultura não deve exceder 70% do lote e que a produção máxima por hectare não deve ultrapassar as 1000 toneladas por cada ciclo produtivo de 18 meses.

Os espécimes oriundos de um estabelecimento de cultura marinha podem ser comercializados com um peso e comprimento inferiores ao fixado para os produtos da pesca, sendo apenas permitido o cultivo de espécies indígenas.

Só é permitido a navegação na zona APPA de embarcações pertencentes aos titulares dos estabelecimentos, a autoridades marítimas, investigação ou outras devidamente autorizadas.

Devido aos elevados capitais iniciais de investimento necessários á instalação e manejo de uma aquacultura em mar aberto o INAG (Instituto Nacional da Agua) pode financiar parcialmente a fundo perdido a aquisição de estruturas primárias e outras necessidades relacionadas com uma unidade em mar aberto (Portaria nº 156/2003).

5 Gestão de uma unidade em mar aberto

5.1 Instalação

A instalação de uma unidade em mar aberto é um processo complexo que requer mão de obra qualificada e meios especializados. A empresa que fornece as jaulas Sea Station® encarrega-se da instalação da unidade no local pretendido. Para realizar esta operação são necessárias embarcações com grande capacidade de carga, equipadas com fortes gruas para a movimentação de âncoras e de muitas toneladas de corrente.

Existem vários sistemas de ancoragem que podem ser usados para fixar as jaulas em mar aberto. Estas podem ser fixas por apenas um ponto ou por um sistema de pontos.

No sistema de ancoragem de um só ponto cada jaula necessita de apenas uma âncora e um cabo de fixação (Fig. 13). Segundo Goudey *et al*, 2001 este tipo de sistema requer menos área de fundo, sendo ainda mais fácil e menos dispendioso de instalar. Permite ainda que a jaula possa movimentar-se num raio que depende do comprimento do cabo de ancoragem minimizando os impactos ambientais.

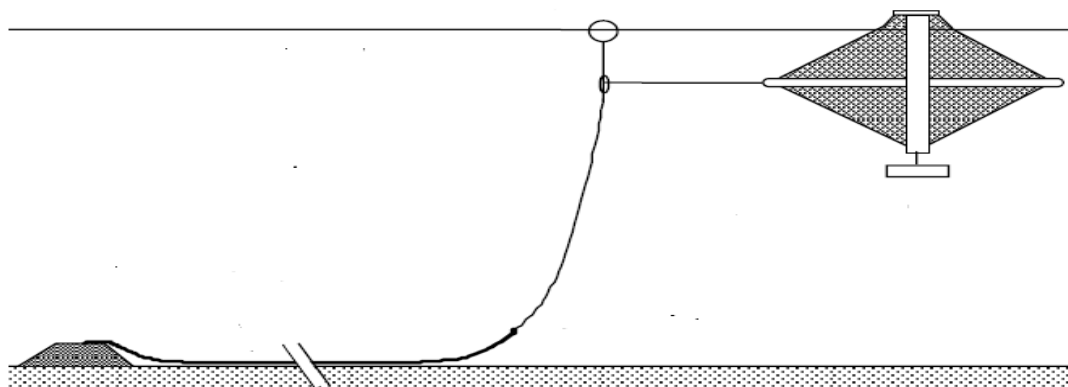


Figura 13: Sistema de ancoragem de uma jaula Sea Station® de um só ponto (Adaptado de: Bridger, 2004).

No entanto, o sistema de ancoragem de um só ponto foi testado no Golfo do México revelando-se problemático (Bridger *et al*, 2004).

No sistema de ancoragem usado pelo IPIMAR cada jaula é uma unidade individual e encontra-se fixa em quatro pontos de ancoragem (Fig. 14).

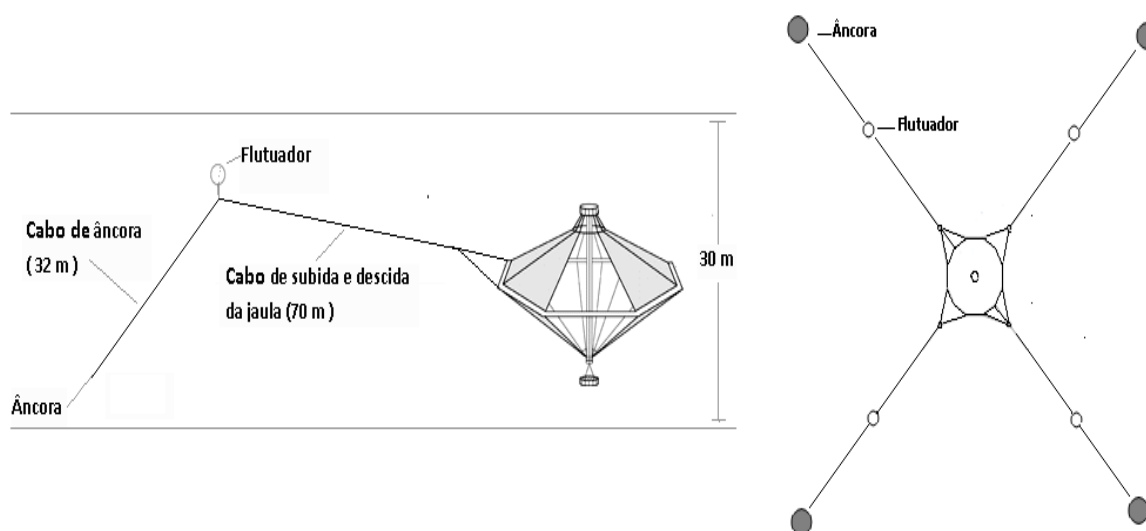


Figura 14: Sistema de ancoragem individual da Jaula Sea Station®. À esquerda vista lateral e à direita vista de topo (Adaptado de Manual de Oceanspar)

Adicionalmente, este sistema possui flutuadores de tensão que mantêm as cordas de ancoragem esticadas. Este sistema de ancoragem mostrou-se eficiente na fixação da jaula Sea Station® na zona APPA.

No entanto, se considerarmos um conjunto de jaulas Sea Station® pode optar-se por um sistema quadriculado multicelular de ancoragem (Fig. 15).

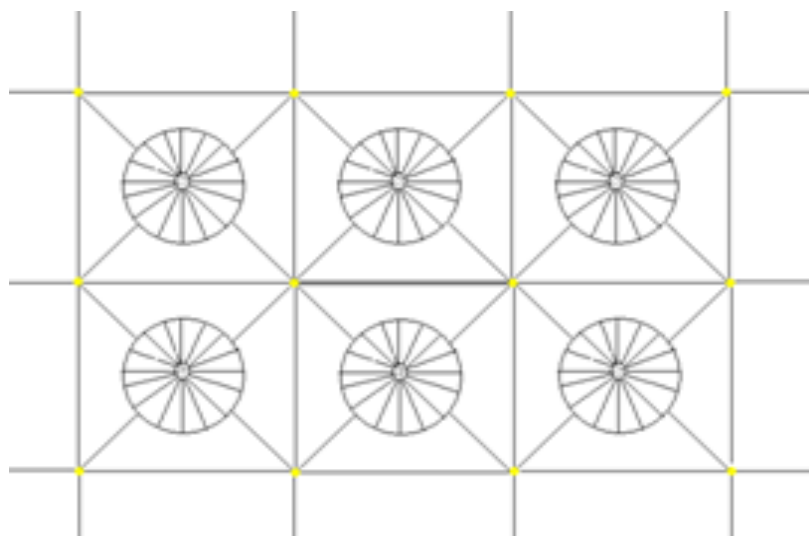


Figura 15: Sistema de ancoragem quadriculado multicelular para um conjunto de seis jaulas Sea Station 3000® (Adaptado de OceanSpar, Net Systems)

Segundo o manual das jaulas Sea Station® a área total necessária para a instalação de duas jaulas é de (212 x 46 m), incluindo jaulas, amarrações e âncoras. Na realidade, a área ocupada à superfície vai ser muito inferior, correspondendo apenas à área das jaulas.

No sistema quadriculado multicelular seriam necessárias 14 âncoras de aço do tipo Danforth com um peso que pode variar entre as 3.5 t e as 4 t com um comprimento entre os 3.5 e os 4 m para fixar um conjunto de seis jaulas Sea Station® (Sims, 2006). Podem também ser usados blocos de cimento (poitas) de grandes dimensões.

5.2 Operação

Os recursos humanos necessários para operar e manter uma unidade deste género dependem da escala produtiva. Independentemente do tamanho da unidade há responsabilidades comuns a todos os casos. Em casos de jaulas em mar aberto é necessário um grupo composto, normalmente, por um administrador, um mestre da embarcação e uma equipe de técnicos e mergulhadores para actividades de povoamento, alimentação, inspecção, manutenção, mudanças de rede, pesca, entre outras. Dependendo do tamanho da unidade pode ser necessário subcontratar outras empresas para actividades de inspecção, manutenção, vigilância e administração (Cabello, 2001).

5.2.1 Emerção e submersão do modelo de jaula SeaStation®

Emergir o modelo Sea Station 3000® até à superfície é um procedimento relativamente simples. No topo da jaula existe uma única válvula que conecta com a câmara de ar existente no interior do tubo central (Fig. 16). Antes de se iniciar o enchimento do tubo central é necessário que um mergulhador conecte a mangueira do ar à válvula da jaula. Uma vez conectada, o enchimento faz-se por transferência de ar entre as garrafas de mergulho situadas no convés do barco.



Figura 16: Válvula de ar existente na extremidade superior do tubo central da jaula Sea Station 3000® (Fonte: IPIMAR, Pousão-Ferreira)

O número de garrafas de mergulho necessárias para encher a jaula depende da velocidade da corrente, da profundidade em que a jaula se encontra e da biomassa de *biofouling*. Normalmente são necessárias 2 a 3 garrafas de 12 L para emergir o modelo Sea Station 3000® até à superfície. Quando o tubo central se encontra cheio de ar verifica-se uma libertação brusca de ar da parte inferior do tubo central indicando que o enchimento está completo. Neste momento o fluxo de ar é interrompido e fecha-se a válvula.

Por vezes, quando a corrente é forte, não é possível emergir a jaula e verifica-se a libertação do ar do fundo da jaula mesmo que esta não se encontre à superfície.

Para submergir a jaula basta abrir a válvula para que o ar aprisionado possa ser libertado, quando atingida a profundidade desejada a válvula é fechada.

No modelo Sea Station Flip 3100® o procedimento é mais complexo. Este modelo tem três câmaras de ar localizadas no interior do tubo central. A jaula é simétrica e em cada extremidade existem três válvulas identificadas com as iniciais T, C e B que correspondem a Topo, Centro e Fundo, respectivamente (Fig. 17).

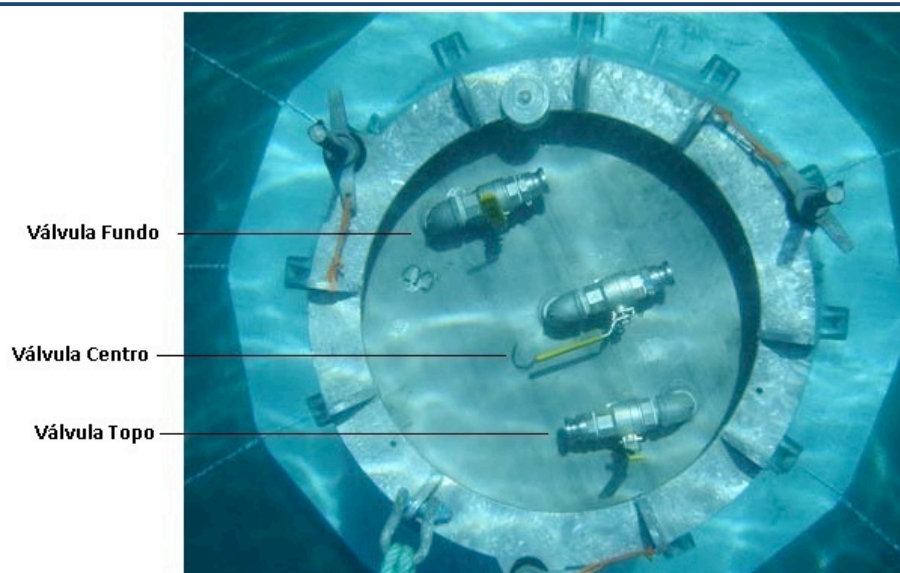


Figura 17: Válvulas de ar existentes nas extremidades do tubo central do modelo Sea Station 3100 Flip® (Fonte: Sea Station Owners Manual)

A válvula T deve-se encontrar sempre fechada e presa de modo a não se abrir acidentalmente. Antes de se iniciar a subida da jaula a mangueira de ar deve ser acoplada à válvula central na extremidade superior. É necessário assegurar que a válvula central na extremidade inferior do tubo central esteja aberta de forma a permitir a saída de água à medida que o ar vai sendo introduzido. Quando a câmara se encontrar completamente cheia verifica-se a saída de ar pela válvula central da extremidade inferior do tubo central. Em condições normais o enchimento da câmara central é suficiente para fazer subir a jaula ate à superfície. No entanto quando a corrente é mais forte é necessário acoplar a mangueira de ar à válvula B na extremidade superior do tubo central de forma a encher a câmara inferior de ar. Uma vez atingida a altura desejada, o fluxo de ar deve ser interrompido e a válvula fechada. Por vezes, verifica-se que a saída de ar continua apesar do fluxo de ar da mangueira estar interrompido, isto deve-se à diminuição da pressão à medida que a jaula vai subindo e a conseqüente expansão do ar no interior das câmaras.

Submergir o modelo Sea Station 3100 Flip® é um procedimento simples e consiste na abertura da válvula B na parte superior do tubo central de forma a libertar todo o ar acumulado na câmara inferior. Uma vez libertado o ar, a válvula deve ser fechada. A seguir, é necessário abrir a válvula C que pode ser deixada na posição aberta.

A submersão da jaula é lenta e permite que os operadores abandonem a zona calmamente e em segurança antes que esta se afunde.

5.2.2 Limpeza dos painéis de rede

Os painéis de rede da jaula Sea Station® podem ser limpos na água por mergulhadores de forma eficiente. A eficiência de limpeza depende sobretudo do crescimento sazonal do *biofouling* e da periodicidade de limpeza das redes. Os principais organismos que constituem o *biofouling* são os mexilhões, cracas, algas e anémonas (Greene & Grizzle, 2007) (Fig.18).

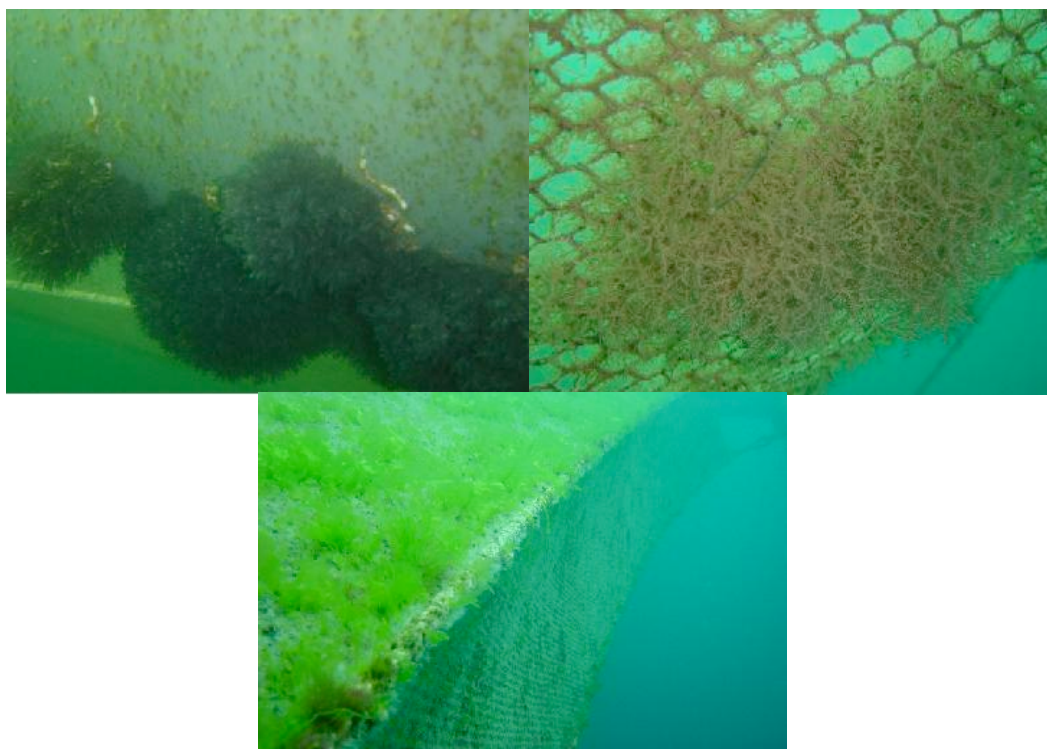


Figura 18: *Biofouling* na jaula Sea Station 3000® na zona APPA (Fonte: IPIMAR, Pousão-Ferreira)

É aconselhável que a limpeza se efectue nos períodos onde se verificam as maiores taxas de crescimento do *biofouling* (Oceanspar Owners Manual, IPIMAR) Desta forma o *biofouling* é mais fácil de remover, diminuindo o tempo e a energia para manter a rede limpa. A limpeza da rede é uma tarefa muito importante pois uma rede bem limpa permite uma melhor circulação de água, o que estimula o crescimento e diminui o risco de doenças, diminuindo ainda a ocorrência de falhas mecânicas (Bridger, 2004).

A acumulação excessiva de organismos nas redes e cabos de uma jaula pode originar rupturas de redes, quebra de amarrações e de outros componentes estruturais do sistema como consequência directa do aumento das forças exercidas pela resistência que estes organismos causam à passagem da água.

Para a limpeza dos painéis de rede os fabricantes das jaulas Sea Station® recomendam o uso de o equipamento de limpeza produzido por uma companhia norueguesa, “Idema Company of Norway”. Este tipo de equipamento utiliza água do mar sob pressão que movimenta um conjunto de discos rotativos. Existem vários modelos que podem incorporar entre 1 e 7 discos com um diâmetro que pode variar entre os 30 cm e os 290 cm. Os dispositivos mais pequenos podem ser operados por apenas uma pessoa sempre que as condições do mar o permitam. Podem atingir uma velocidade de 750 a 1500 rotações por minuto (rpm) dependendo da pressão da água, do diâmetro do disco e do fluxo de água (www.akvagroup.com).

Devido ao formato da jaula, a limpeza da parte superior é efectuada a partir do exterior. Para limpar a metade inferior os mergulhadores devem entrar para o interior da jaula (Fig.19).

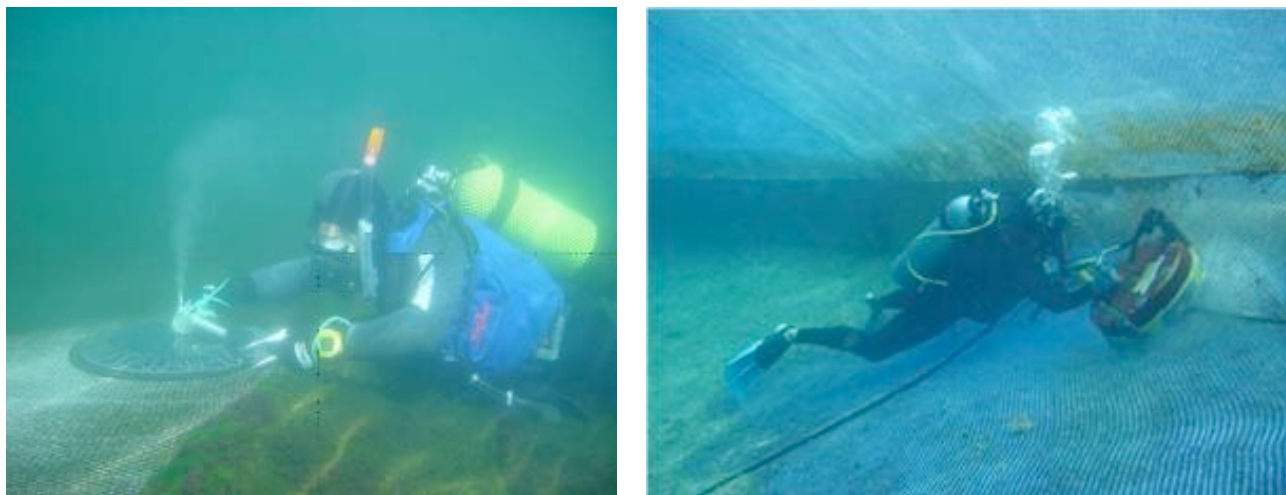


Figura 19: Procedimento de limpeza dos painéis de rede de uma jaula Sea Station®; A) limpeza do lado exterior B) limpeza do lado interior (Fonte: IPIMAR)

Um método de limpeza dos painéis de rede mais convencional consiste no uso de uma espátula. Este utensílio provou ser eficaz na limpeza da rede e das cordas radiais onde as densidades de mexilhão são mais elevadas e em zonas de difícil acesso.

A limpeza dos painéis de rede deverá processar-se por rotatividade e pelos diferentes processos dependentes das características das zonas a limpar. Neste

processo, é importante criar aberturas diametralmente opostas para que haja uma melhor circulação de água.

Quando as condições oceânicas forem favoráveis, a pirâmide superior poderá ser limpa por secagem ao sol recorrendo à emersão da jaula até ao anel central.

Para remover os mexilhões e outros organismos que se acumulam em excesso nas amarrações usa-se um processo simples que consiste na colocação de uma manilha à volta do cabo. Uma vez colocada a manilha é puxada por um barco ou por uma grua ao longo do seu comprimento. Esta operação deve ser vigiada no local por um mergulhador de forma a evitar quaisquer danos nas amarrações. A limpeza de amarrações e cordas radiais pode ainda ser realizada com o uso de uma pistola ou lança accionada por um jacto de água a alta pressão.

5.3 Inspeção e manutenção

Sempre que as condições ambientais o permitam, os trabalhadores devem estar presentes no local, para inspeccionar, limpar, alimentar, remover os peixes mortos e desempenhar outros serviços relacionados com a manutenção das infra-estruturas.

Um sistema *offshore* encontra-se sujeito ao desgaste contínuo provocado pela acção dos elementos oceânicos e a fenómenos de corrosão originados por oxidação a nível das peças metálicas. Este desgaste nos componentes estruturais aumenta o risco de rupturas e a conseqüente perda da produção. De forma a minimizar os riscos é fundamental uma manutenção periódica que obedeça a um plano pré-definido de acordo com as características do local onde se encontra estabelecida a unidade.

Existe um conjunto de pontos e elementos que devem ser inspeccionados numa jaula Sea Station[®]. De uma forma geral, a inspecção de uma jaula deve incidir sobretudo nos pontos de conexão, quer a nível das estruturas metálicas quer a nível do sistema de rede. A frequência de inspecção dos componentes estruturais de uma jaula depende da exposição aos factores ambientais e do grau de deterioração.

Segundo o fabricante da jaula Sea Station[®] (OceanSpar Owners Manual, IPIMAR) existe um conjunto de pontos que devem ser inspeccionados, tais como:

Ponto 1 - Os pontos de conexão entre o anel e a rede (Fig. 20) devem ser inspeccionados visualmente de dois em dois meses. A limpeza destes pontos deve ser realizada com uma periodicidade de 4-6 meses de forma a permitir as actividades de inspecção.

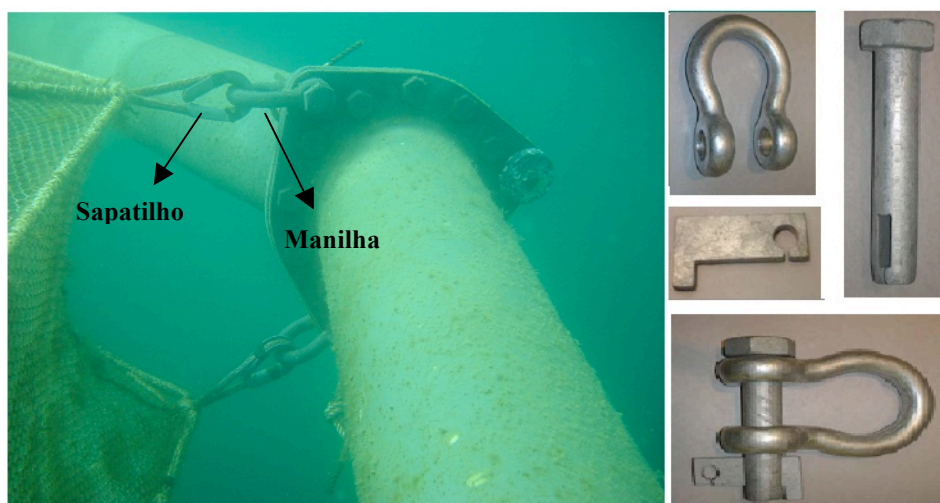


Figura 20: Pontos de conexão do anel com a rede da jaula e respectivos elementos de fixação (manilhas, pinos, “keeper” e sapatilhos). (Fonte: IPIMAR, Pousão-Ferreira)

Os principais componentes inspeccionados neste ponto são as manilhas, os pinos, e os sapatilhos. Se durante o processo de inspecção se verificarem sinais de deterioração ou torção, os componentes devem ser substituídos ou reforçados. No entanto, como medida preventiva, recomenda-se a substituição de manilhas e pinos com uma periodicidade de 3 a 4 meses.

Ponto 2 - Inspeccionar os pontos de conexão dos painéis de rede e dos cabos radiais com a parte superior e inferior do tudo central (Fig. 21).

Verificar se o cabo que segura a rede à plataforma de trabalho não está partido ou folgado. Sempre que necessário este cabo deve ser substituído e as extremidades da rede reforçadas. Deve-se ainda verificar a existência de sinais de ruptura da rede, sobretudo no topo da jaula onde as ondas oceânicas e correntes têm maior impacto.



Figura 21: Pontos de conexão dos painéis de rede; A) parte inferior do tubo central) Parte superior do tubo central. (Fonte: IPIMAR, Pousão-Ferreira)

Na conexão dos cabos radiais com o tubo central (Fig. 22) deve-se verificar se os pinos, *keepers* e cabos de segurança estão correctamente colocados e se apresentam alguns sinais de deterioração. A inspecção de estes elementos deve-se realizar quinzenalmente, a seguir a temporais ou simplesmente quando estamos na área para outro trabalho.

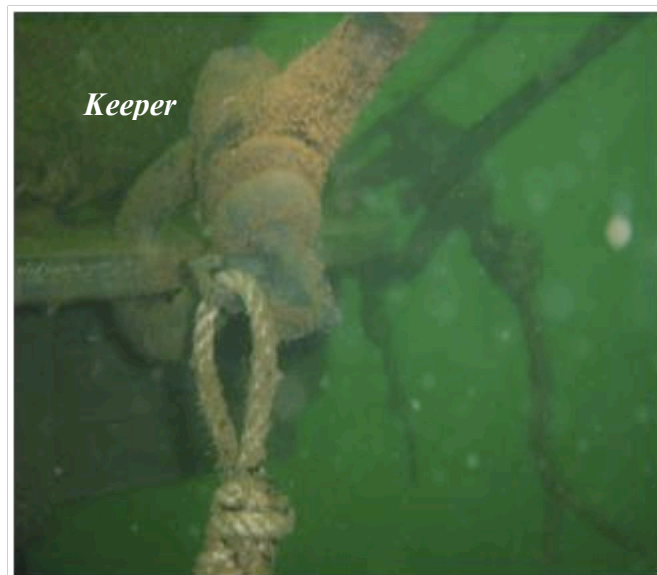


Figura 22: Conexão do cabo radial com a parte inferior do tubo central. (Fonte: IPIMAR, Pousão-Ferreira)

Ponto 3 - Cada jaula OceanSpar® necessita no mínimo de 4 pares de ânodos de zinco, três pares distribuídos pelo anel e um par na parte inferior do tubo central. Os ânodos de zinco devem ser substituídos com uma periodicidade que varia entre os 3 e os 4 meses ou quando apresentarem sinais evidentes de desgaste. A inspecção a estes

elementos deve ser realizada a cada 3 meses para verificar quanto material dos ânodos de zinco resta por degradar.

O zinco é preferencialmente oxidado pelas moléculas de água, retardando assim a oxidação do ferro que constitui os componentes estruturais da jaula. Adicionalmente, o zinco, ao ser oxidado, liberta electrões que por sua vez são capturados pelo ferro, protegendo-o da oxidação por estar carregado negativamente (Chang, 2005).

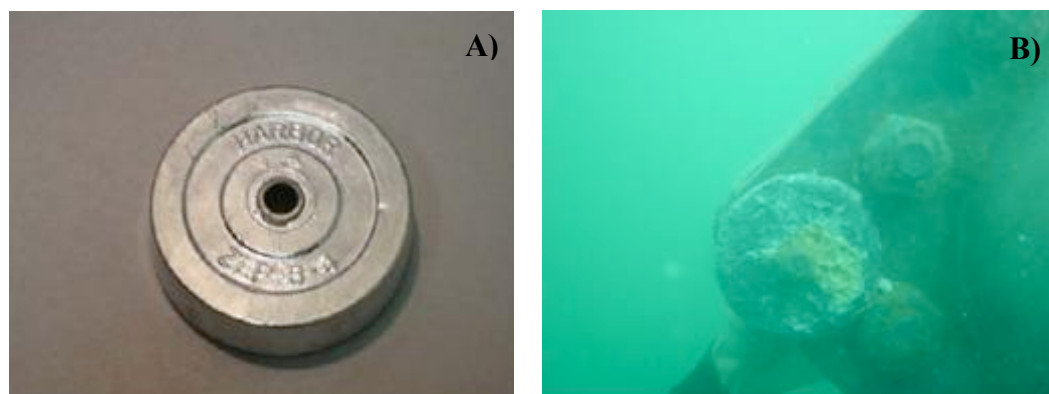


Figura 23 : Ânodos de zinco A) Novo; B) Degradado (Fonte: IPIMAR)

Ponto 4 - Os painéis de rede devem ser inspeccionados no mínimo de duas em duas semanas ou simplesmente quando estamos no local para realizar outras tarefas. Deve-se verificar a existência de buracos ou sinais de abrasão. Um ponto crítico que se deve ter em atenção é a conexão dos painéis de rede ao longo das cordas (Fig.24).

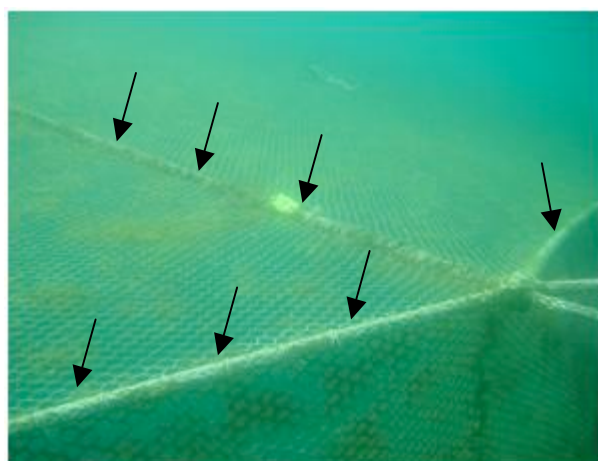


Figura 24: Conexão da rede com os cabos do anel e com os cabos radiais (Fonte: IPIMAR, Pousão-Ferreira)

Nestes pontos críticos deve-se procurar visualmente e pressionando com as mãos, buracos ou sinais de abrasão. As zonas fracas ou com buracos devem ser reforçadas com uma agulha de coser rede.

Os buracos de pequenas dimensões são cosidos apenas com fio de nylon. Nesta operação deve-se ter o cuidado de não esticar demasiado o fio de forma a não unir as extremidades do buraco. O espaço ocupado pelo buraco deve ser preenchido com o fio, evitando desta forma novas tensões noutros pontos da rede e consequentes rupturas futuras. Existe uma elevada variedade de marcas de fio de nylon de diferentes espessuras que podem ser usados neste tipo de trabalho, no entanto o recomendado é “Ultra High Molecular Weight Polyethylene” de 1.9 mm fabricado por “Net Systems”.

Normalmente as redes sem nó são mais morosas e difíceis de reparar que as redes com nós (Bridger, 2004). Por isso, quando o buraco apresenta dimensões superiores, este deve ser reparado com um remendo de rede que é colocado sobre o buraco e unido à rede da jaula com fio de nylon (Fig. 25).

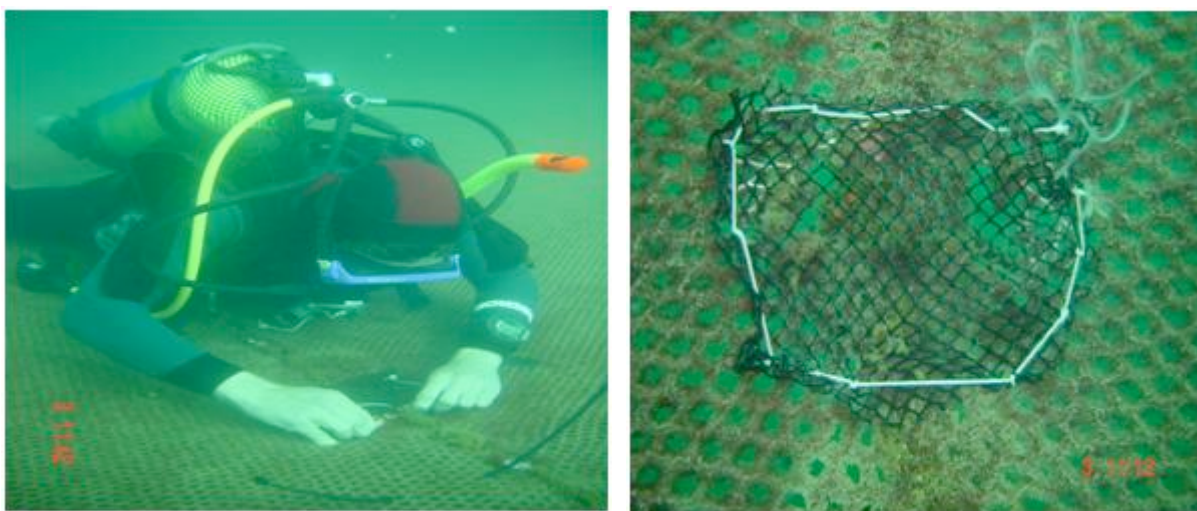


Figura 25: Processo de reparação da rede na zona de conexão de um cabo radial e o painel de rede (Fonte: IPIMAR, M. Silva).

Ponto 5 - A jaula possui três fechos do tipo *éclair* cosidos na rede em diferentes locais, que permitem o acesso ao interior para inspeção, manutenção e pesca (Fig. 26).



Figura 26: Fechos de correr usados na jaula Sea Station® (Fonte: IPIMAR, Pousão-Ferreira)

Em termos de segurança, quer para os mergulhadores quer para evitar fugas de peixe, é necessário que os fechos estejam em boas condições. Por isso os fechos devem ser inspeccionados de duas em duas semanas ou sempre que sejam usados. Deve-se verificar a existência de alguma falha mecânica durante a abertura originada por dentes danificados ou ausentes e sinais evidentes de desgaste ou acumulação excessiva de *biofouling*. Quando necessário os fechos podem ser substituídos ou limpos com uma escova.

Normalmente depois das actividades de inspecção no interior da jaula o fecho é corrido, sendo a sua extremidade presa à rede como medida preventiva de aberturas acidentais e roubos.

Ponto 6 - A inspecção da conexão da jaula ao lastro deve ser realizada de dois em dois meses. Deve-se verificar a condição geral e posição adequada das manilhas, pinos, detentores e cabos de segurança.

Como medida de segurança os pinos e detentores que sustentam o lastro de 5 toneladas devem ser substituídos de três em três meses (Fig. 27).



Figura 27: Lastro de 5 toneladas da jaula Sea Station®. À direita pormenor das peças envolvidas na conexão do lastro à jaula (Fonte: IPIMAR, Pousão-Ferreira).

Ponto 7 - Ligações entre as amarrações e as bóias. A inspecção a este ponto deve-se realizar uma vez por mês e deve verificar se existem sinais de desgaste ou cortes. Inspeccionar as manilhas dando especial atenção aos detentores dos parafusos e aos cabos de segurança.

Ponto 8 - Ligações das âncoras e das respectivas amarrações. Esta inspecção deve ser realizada a cada seis meses para verificar se existem folgas ou sinais de desgaste nos cabos e manilhas.

Ponto 9 - A inspecção do stock deve ser realizado em todos os mergulhos de forma a verificar a sua condição. Deve-se procurar sinais de letargia, falta de apetite, dificuldades respiratórias, natação errática, entre outros sinais (British Columbia Ministry of Agriculture and Lands, 2003).

Os mortos devem ser recolhidos, contados e eliminados. Por vezes, dependendo do estado de deterioração, podem ser recolhidos para estudos biométricos. Os peixes moribundos devem ser capturados e transportados para laboratório para análise. Os mortos não devem ser eliminados directamente na zona de forma a prevenir a disseminação de doenças.

5.4 Potenciais espécies

A selecção das espécies a cultivar é uma decisão muito importante e determina a viabilidade de uma unidade de produção em mar aberto. A selecção de uma espécie deve basear-se nos seguintes critérios: i) Critérios biológicos: taxa de crescimento, taxa de conversão alimentar, distribuição geográfica, habitat, hábito alimentar, reprodução, resistência a doenças e tolerância a variações ambientais (Webber & Riordan, 2003); ii) Nível de domesticação: domínio no cultivo em termos de reprodutores, maternidade, pré engorda e engorda (Pousão-Ferreira, 2008); iii) Situação de mercado: sobretudo a nível dos preços de venda e aceitação pelo consumidor (Quéméner *et al*, 2002).

Em termos experimentais, nas jaulas do IPIMAR desenvolve-se o policultivo de potenciais espécies para o cultivo *offshore*, tais como: sargo legítimo (*Diplodus sargus*), dourada (*Sparus aurata*) e robalo (*Dicentrarchus labrax*). Contudo, neste momento, o IPIMAR ainda não dispõe de dados concretos sobre o crescimento destas espécies em jaulas.

Existem outras espécies que podem ser consideradas para o cultivo *offshore*, como é o caso do sargo-bicudo (*Diplodus puntazzo*), corvina (*Argyrosomus regius*), pargo (*Dentex dentex*), goraz (*Pagellus bogaraveo*), mero (*Ephinephelus marginatus*), entre outros.

A dourada e o robalo são as principais espécies cultivadas em jaulas no Mediterrâneo devido às suas elevadas taxas de crescimento e domínio tecnológico existente no seu cultivo. Assim sendo, a investigação no campo do cultivo marinho direccionou-se para a diversificação das espécies cultivadas, com o objectivo de satisfazer as necessidades de produção e promover a diferenciação do sector aquícola.

5.4.1 Dourada e Robalo

A dourada é uma espécie de crescimento rápido podendo atingir as 400 g no período de um ano com uma TCA de 1-2:1 (Taxa de Conversão Alimentar: quantidade de ração que é necessário fornecer para obter 1 kg de peixe). A temperatura óptima de crescimento situa-se entre os 22 e os 25 °C (Sahin, 2000) e a densidade de povoação

depende de local para local situando-se normalmente entre os 15-16 kg/m³ (Gasca-Leyva *et al*, 2002; FAO, 2005-2009).

O robalo apresenta taxas de crescimento inferiores á dourada e atinge as 450 g num período de 24 meses (FAO, 2005-2009). O crescimento desta espécie cessa quando as temperaturas se situam entre os 11 e os 15 °C e aumenta rapidamente com temperaturas entre os 22 e os 25 °C (Sahin, 2000; Ruyet *et al*, 2004).

Actualmente existe um conhecimento amplo nos requisitos nutricionais destas duas espécies, permitindo obter melhores taxas de crescimento, melhores coeficientes de conversão e a conseqüente redução nos custos de alimentação (Webster, 2007).

Como consequência, os níveis de produção destas espécies aumentaram drasticamente nos últimos anos originando uma redução nos preços de venda (Piccolo *et al*, 2008)

5.4.2 Sargo legítimo

O sargo é uma espécie com alto valor de mercado e boa aceitação pelo consumidor. O tamanho máximo atingido é de 45 cm, com uma média de tamanhos situada nos 22 cm (Froese *et al*, 2009). Apesar de ser possível obter juvenis de sargo legítimo em maternidade, com as mesmas técnicas aplicadas ao cultivo larvar de dourada, esta espécie ainda não é produzida comercialmente em Portugal (DGPA, 2008). Por isso, o sargo pode ser considerado uma boa espécie para o cultivo *offshore* devido à sua exclusividade de mercado, no entanto, apresenta taxas de crescimento reduzidas em condições de cultivo intensivas, sendo necessários 274 dias para alcançar os 58 g (Abellán *et al*, 1995). Nestas circunstâncias torna-se difícil de rentabilizar a produção.

5.4.3 Sargo bicudo

O sargo-bicudo (*Diplodus puntazzo*) é uma espécie menos apreciada junto do consumidor, apresentando um valor comercial inferior ao sargo legítimo. Regista, contudo, taxas de crescimento muito superiores, tornando-se uma espécie com potencial para cultivo em mar aberto. As taxas de crescimento desta espécie são bastante satisfatórias com resultados semelhantes aos obtidos para a dourada. Alcança 45% do seu comprimento máximo durante o primeiro ano de vida, registando

crescimento rápido entre Maio e Setembro e lento entre Outubro a Abril (Hernández *et al*, 2003). O cultivo larvar desta espécie é praticado com sucesso em muitas maternidades por todo o mundo, aplicando-se os mesmos métodos de cultivo utilizados na dourada e robalo.

Esta espécie tem ainda a grande vantagem de ser omnívora (Garcia Garcia, 2007), tolerando a incorporação de mais de 60% de proteína vegetal na sua ração sem afectar as taxas de crescimento nem as características organolépticas. Estima-se que necessita de 386 dias para alcançar 350 g (Hernández, 2007). Em termos económicos a incorporação de proteína de origem vegetal na ração decresce significativamente os custos de produção, representando uma redução de 11% em cada kg de ração (Hernández, 2007).

No entanto, é uma espécie com ocorrência de surtos de parasitas quando cultivada em jaulas, principalmente o *Enteromyxum leei*, causando elevadas mortalidades e levando os aquacultores a reduzirem a densidade de produção (FAO, 2007).

5.4.4 Corvina

A corvina (*Argyrosomus regius*) é uma das espécies com maior potencial para o cultivo em mar aberto, apresentando uma taxa de crescimento superior e melhor índice de conversão que as espécies até agora cultivadas (Velasco, 2007).

Sendo uma espécie muito apreciada junto do consumidor, regista um preço médio de venda de 7 €/kg, podendo ser vendida em fresco ou processada em filetes (Velasco, 2007).

No meio natural pode alcançar 2.30 metros de comprimento e os 60 kg de peso, apresentando taxas de crescimento elevadas, aproximadamente 1.5-2 kg por ano, 3-5 kg em 2 anos e 5-8 kg em 3 anos. O crescimento é mais acentuado no verão, sendo a actividade alimentar nula quando a temperatura do mar decresce entre os 13 e o 15 °C (FAO, 2009). Relativamente à alimentação, podem ser utilizadas as rações normalmente formuladas para dourada e robalo. No entanto, apresentam maiores taxas de crescimento quando alimentadas com ração para rodovalho, com mais teor proteico (54%) e menor quantidade de hidratos de carbono (5.98%) (Rio & Macera, 2007).

Até ao momento não se verificaram surtos patológicos significantes mesmo quando cultivada a elevadas densidades (FAO, 2009).

5.4.5 Pargo

O pargo capatão (*Dentex dentex*) é uma espécie com potencial para o cultivo em mar aberto pois apresenta taxas de crescimento moderadas, alcançando as 415 g num período de um ano a uma temperatura de cultivo de 24 °C (Koumoundouros *et al*, 2004).

Quando cultivado em jaulas em mar aberto e alimentado com alimento natural atingem as 830 g em 16-17 meses (Riera *et al*, 1993).

Para além disso, esta espécie apresenta elevado valor comercial, boas taxas de conversão alimentar e existe o domínio na reprodução em cativeiro o qual possibilita programas de selecção e reprodução (Crespo *et al*, 2001, Rueda & Martinez, 2001).

No entanto, esta espécie apresenta taxas de sobrevivência baixas durante os períodos larvares (Rueda & Martinez, 2001), problemas relacionados com canibalismo e problemas nutricionais que resultam em alterações da coloração em cultivo (Abellán, 2000).

5.5 Origem dos juvenis e transporte

A maior parte dos juvenis usados na produção *offshore* são provenientes de maternidades sediadas em terra, no entanto estes também podem ser capturados na natureza (Beveridge, 2004). Em Portugal, de momento, não existem instalações de maternidade que permitam assegurar uma produção constante de juvenis em quantidades suficientes para sustentar os níveis produtivos esperados em *offshore*. Os juvenis podem ser obtidos de empresas estrangeiras localizadas em Espanha, Itália e França.

Segundo a FAO (2007), os juvenis podem ser transferidos para as jaulas com um peso de 2-4 g. No entanto, em mar aberto, o povoamento com juvenis de pesos superiores é preferível, uma vez que reduz a mortalidade, o tempo de cultivo e permite um maior controlo de qualidade. O uso de juvenis maiores (superiores a 15 g)

elimina a necessidade de mudanças na malhagem da rede e reduzem a necessidade de triagem futura (Eurofish, 2006).

A povoação das jaulas pode seguir duas estratégias: i) as jaulas podem ser povoadas consoante a produção final esperada, tendo em conta a mortalidade, ou ii) são povoadas com uma grande quantidade de juvenis, sendo estes distribuídos por outras jaulas consoante o crescimento (Beveridge, 2004). No caso específico do IPIMAR aplica-se a primeira estratégia uma vez que não existem meios técnicos para triagem e transferência de pescado entre jaulas.

Os juvenis são transportados por terra num camião especializado, equipado com sistemas de recirculação de água, de refrigeração e de distribuição de oxigénio puro. No porto, os juvenis podem ser transferidos por gravidade ao longo de um tubo do camião para os tanques existentes no barco que irá realizar o transporte até às jaulas. Os tanques de transporte dos juvenis podem ser transferidos directamente do camião para o barco por meio de uma grua de forma a minimizar o stress nos juvenis.

Um dos métodos usado pelo IPIMAR consiste no uso de tanques incorporados no porão da embarcação “Puntazzo” equipados com botijas de oxigénio e com uma bomba submersível que permite a renovação de água. Segundo Pousão-Ferreira (2008), os juvenis também podem ser transportados com uma densidade de 100 kg/m³ em tanques de 2000 L sobre o porão da embarcação.

Na jaula, com o barco devidamente amarrado, baixa-se o nível de água nos tanques e os juvenis são retirados com a ajuda de um chalavar, de preferência fabricado com uma rede sem nós de forma a minimizar os danos (Beveridge, 2004). Posteriormente estes são colocados num pequeno tanque que se encontra conectado por meio de um tubo ao interior da jaula permitindo a passagem por gravidade dos juvenis juntamente com a água (Fig. 28).



Figura 28: Transferência dos juvenis para o interior da jaula (Fonte: Billig, University of Hawaii, 2004)

Existe também a possibilidade de transferir os juvenis directamente para uma jaula de pré engorda. Esta jaula é montada no interior da jaula principal em torno do tubo central e é suportada, à semelhança da rede exterior, pela intersecção com o tubo central. A rede usada nestas jaulas é nylon com malha hexagonal de 3/4". Esta jaula possui um fecho de correr desde o topo até ao fundo permitindo a libertação dos peixes quando estes atingem o tamanho adequado. Existem dois modelos: um de 200 m³ e outro de 600 m³.

Segundo Beveridge (2004), entre outros autores, os juvenis e os peixes em geral não devem ser alimentados horas ou dias antes do transporte. Sem alimento o tracto digestivo permanece limpo minimizando a excreção de produtos metabólicos e o consumo de oxigénio, permitindo a manutenção da qualidade da água durante mais tempo. O processo de transporte e transferência dos juvenis pode causar stress associado a danos físicos, como remoção de escamas, alterações no sistema fisiológico e aumento da susceptibilidade a doenças. O transporte deve ser realizado de noite ou ao amanhecer quando as temperaturas são mais baixas. Deve ser realizado em dias de fraca agitação marítima de forma a minimizar o stress causado pelo transporte.

5.6 Alimentação

Existem muitas tarefas diárias que se levam a cabo numa unidade em mar aberto, no entanto grande parte dos recursos humanos e logísticos destinam-se à tarefa de alimentação do pescado. A qualidade final do produto e os lucros económicos de uma aquacultura *offshore* dependem de uma estratégia de alimentação correcta (Rubio, 2007). No cultivo intensivo em jaulas os custos de alimentação podem representar entre 40 e 60% dos custos de produção (Houlihan *et al*, 2001). O peixe deve ser alimentado no maior número de dias possíveis, sempre que as condições ambientais o permitam. Em caso de temporal o peixe pode permanecer sem alimento durante vários dias sem comprometer aparentemente o estado do stock (Pousão-Ferreira, comunicação pessoal).

Segundo o procedimento usado pelo IPIMAR, no dia seguinte à transferência para as jaulas os juvenis de dourada com 25 g, podem ser alimentados com ração de 2 e 3 mm de dimensão. Como complemento, pode ser fornecido sardinha (*Sardina pilchardus*) e lula (*Loligo vulgaris*), para facilitar a adaptação do peixe ao novo ambiente.

Acompanhando o crescimento dos peixes, aumenta-se gradualmente a dimensão da ração. Pode-se administrar em simultâneo dois tamanhos de ração diferentes, por exemplo 3.5 e 4 mm, 4.5 e 5mm, de forma a garantir que todos os peixes se alimentam. Podem ser feitas várias combinações de tamanho dependendo das classes de comprimento que se encontram na jaula.

Durante o período de engorda os peixes são alimentados sempre que possível uma vez por dia com ração de 5 ou de 8 mm em fases mais avançadas de cultivo. As quantidades de ração fornecida dependem não só da biomassa existente na jaula mas também da temperatura da água e da idade dos indivíduos (Houlihan *et al*, 2001).

Como consequência das variações sazonais da temperatura da água, é necessário fazer ajustes nas quantidades de ração fornecida. A temperatura é o factor determinante na regulação alimentar visto que intervém na activação molecular dos componentes da cadeia metabólica, influenciando vários processos relacionados, directa ou indirectamente, com a demanda e actividade alimentar. Adicionalmente,

fotoperíodos longos ou crescentes estimulam a actividade alimentar (Houlihan *et al*, 2001).

Normalmente, nos meses de inverno é fornecido apenas 0.5% da biomassa de pescado existente na jaula. Com o aumento gradual da temperatura a quantidade de ração vai aumentando até atingir os 3% nos meses de Verão. Em fases mais avançadas de cultivo as taxas de alimentação diárias devem ser reduzidas para aproximadamente 1%, uma vez que as necessidades nutricionais do peixe diminuem com a idade, visto as taxas de crescimento decrescerem (Mosig, 2004).

Apesar da taxa de alimentação diária da dourada ser de 2.81% para juvenis e de 1.66% em período de engorda (Jauralde *et al*, 2007), em *offshore* fornecem-se taxas até 3% para compensar as eventuais perdas para o exterior da jaula.

Quando a jaula está à superfície, a ração pode ser administrada directamente a partir do barco, despejando os sacos de ração através da rede. Este meio de fornecer ração é pouco eficiente porque as correntes oceânicas não proporcionam a descida vertical das partículas de alimento resultando em perdas acentuadas de ração. A ração pode também ser distribuída directamente para o interior da jaula, por meio de uma porta existente na plataforma de trabalho.

Quando a jaula se encontra no estado submerso, a ração é distribuída por um tubo flexível que se estende do interior da jaula até ao convés do barco. Este tubo de alimentação encontra-se fixo ao longo do cabo de amarração do barco à jaula e sinalizado com uma bóia superfície. Esta bóia é recolhida diariamente e o tubo é conectado a um dispositivo constituído por um tubo de maior diâmetro ao qual está acoplado um funil (Fig. 29). Uma bomba submersível alimentada por um gerador mantém o fluxo de água, permitindo o arraste da ração até ao interior da jaula à medida que vai sendo introduzida no funil por um trabalhador. Este método de alimentação também pode ser utilizado quando a jaula se encontra á superfície.

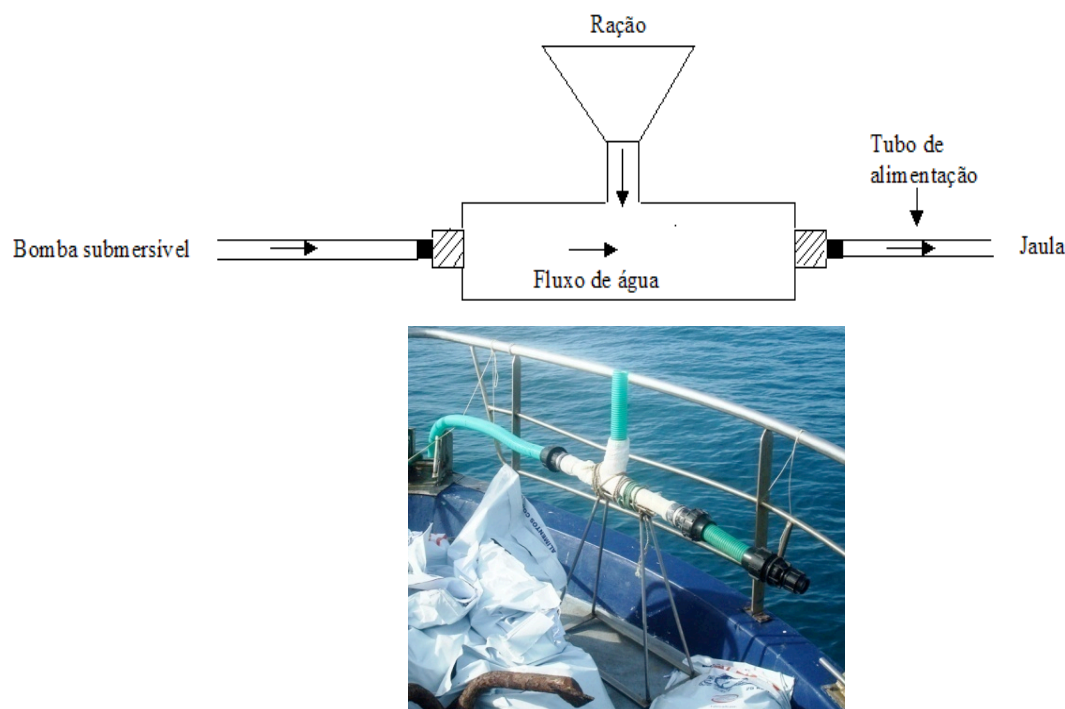


Figura 29: Dispositivo usado para a administrar manualmente a ração a uma jaula offshore (Fonte: IPIMAR)

A ração deve ser introduzida no funil em pequenas quantidades e pausadamente de forma a permitir que o peixe no interior da jaula tenha suficiente tempo de capturar e de ingerir todo o alimento introduzido, minimizando desta forma as perdas de ração para o exterior da jaula por descida vertical na coluna de água. Por outro lado, grandes quantidades de ração podem obstruir o tubo de alimentação.

Por estas razões, administrar a ração pelo tubo de alimentação é um processo moroso e pode demorar entre 45 a 60 minutos a distribuir 12 a 16 sacos de 25 kg de ração.

Se considerarmos um grupo de jaulas, este processo de alimentação deixa de ser efectivo, pois cada jaula tem de ser alimentada individualmente. Uma unidade de produção em jaulas com uma produção anual de 1500 t de dourada pode consumir, no período de verão, cerca de 25 t diárias de ração (Rubio, 2007). Nestas circunstâncias seriam necessárias 62.5 horas para fornecer ração através do tubo de alimentação.

Em casos de problemas técnicos no sistema de alimentação, os sacos de ração podem ser transportados directamente para o interior da jaula por mergulhadores, sempre que esta se encontre submersa.

Existem outros problemas associados à alimentação de jaulas em mar aberto, nomeadamente a dependência das condições oceanográficas para navegar, necessidade de mão de obra especializada, encargos logísticos relacionados com a deslocação diária ao local de cultivo, disponibilidade de um local de armazenagem de ração em terra, entre outros.

Outra desvantagem deste sistema de alimentação reside no facto do peixe ser alimentado apenas uma vez por dia de forma a minimizar os custos logísticos associados com a deslocação. Especialmente em fases iniciais de crescimento quando as taxas de conversão alimentar são superiores, a administração de várias refeições diárias otimiza o aproveitamento da ração e o crescimento do peixe (Mosig, 2004; Lekang, 2007).

A viabilidade económica da aquacultura em mar aberto depende da mecanização e automatização. Neste contexto surgem então um conjunto de unidades automáticas de alimentação.

As plataformas automáticas de alimentação são estruturas flutuantes com capacidade de armazenar quantidades apreciáveis de ração com sistemas de tubos que distribuem a ração por diversas jaulas em simultâneo (Fig. 30).

Este tipo de plataforma encontra-se fixa nas proximidades das jaulas e possui um sistema *wireless* que permite a sua operação a partir de uma base sediada na zona costeira.

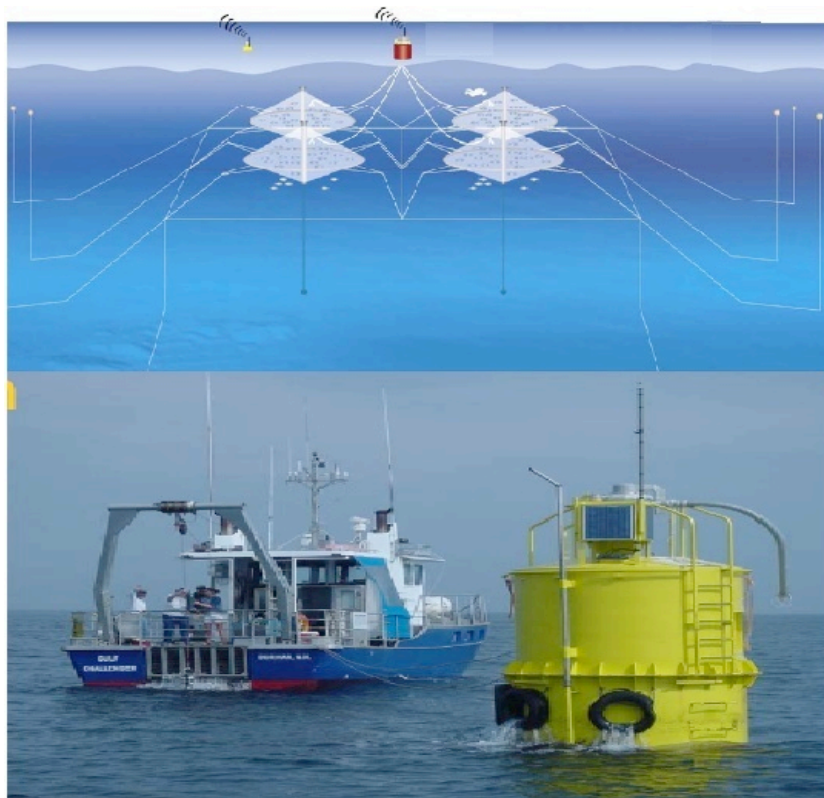


Figura 30: Representação esquemática de um sistema de alimentação automático accionado por controlo remoto (Adaptado de NOAA/UNH CINEMar, 2005).

O sistema *Robofeeder* foi desenhado especialmente para as jaulas Sea Station[®]. Este robô fixa-se no topo do tubo central e permite distribuir por gravidade várias refeições ao dia, apresentando uma capacidade de 225 kg de ração. Este sistema foi desenhado para ser usado apenas em caso de emergência (Goudey *et al*, 2002).

Existem ainda plataformas de alimentação propulsíveis, que são embarcações equipadas com silos e sistemas de alimentação que podem fundear nas proximidades das jaulas e fornecer a ração por meio de um conjunto de tubos. Em caso de temporal ou necessidade de recarregar os silos, a plataforma levanta ferro e dirige-se para o porto de abrigo mais próximo. Este tipo de plataforma pode armazenar cerca de 48 t de ração em diferentes silos e com sistemas automáticos que podem fornecer ração a um total de 32 jaulas (Rubio, 2007).

Apesar dos benefícios dos sistemas de alimentação automática por um conjunto de tubos, a sua eficácia na zona APPA é questionável devido às condições oceanográficas verificadas.

O aumento da distância a bases costeiras afecta a frequência e periodicidade de inspecção do estado do stock. Esta dificuldade pode ser ultrapassada recorrendo à inovação tecnológica com a instalação de câmaras e sensores ambientais subaquáticos com sistemas *wireless*, que permitem monitorizar o estado do pescado e as condições ambientais em tempo real (www.akvagroup.com). Este tipo de inovação permite otimizar as taxas de alimentação, contabilizar ração não consumida, mortalidade e comportamento das espécies cultivadas.

5.7 Pesca na jaula

Existem vários métodos que podem ser usados para pescar numa jaula Sea Station[®]. A jaula possui um anel metálico na parte inferior do tubo central ao qual se encontra conectada a rede da jaula. Este anel pode ser içado ao longo do tubo central por meio de um guincho, de forma a reduzir o volume interno da jaula. O peixe pode então ser transferido directamente da jaula, através dos fechos, para as tinas de gelo recorrendo a bombas de sucção ou a chalavares.

No entanto, e devido a problemas técnicos, o método usado pelo IPIMAR para pescar nesta jaula consiste no uso de uma rede formada por duas abas e um saco, com um formato semelhante a uma rede de arrasto. Cada aba de rede possui flutuadores na parte superior e lastro na parte inferior que mantêm a rede na vertical. A pesca é realizada com a jaula à superfície e a rede é transportada por três ou quatro mergulhadores através de um dos fechos da jaula. Uma vez no interior, a rede é esticada e uma das abas é fixa na zona do anel. Dois mergulhadores condicionam o peixe para a aba de rede que se encontra fixa enquanto o terceiro mergulhador cerca o peixe com a outra extremidade da rede. Uma vez cercado, as abas juntam-se para que o lastro e as bóias da rede sejam unidos temporariamente com fio ao longo de todo o seu comprimento, de forma a impedir a fuga do peixe no momento da saída para o exterior da jaula. Um cabo operado a partir da embarcação é atado à extremidade das abas e puxado pelos homens através do fecho da jaula com o auxílio dos mergulhadores. Uma vez fora da jaula, a rede é puxada para bordo do barco e o peixe condicionado para o interior do saco. O saco é mantido dentro de água e o peixe é transferido manualmente com o auxílio de um chalavar para as tinas térmicas com

gelo. Normalmente as tinas usadas apresentam uma capacidade de 600 L e a proporção de gelo em relação a massa de pescado é de 1:1 (Cabello, 2004).

5.8 Problemas surgidos

5.8.1 Substituição do pêndulo da jaula

Como foi mencionado anteriormente, a jaula Sea Station[®] 3000 necessita de um lastro de cimento de aproximadamente 5 t que se liga à parte inferior do tubo central.

No momento de instalação da jaula a colocação do pêndulo de cimento é um procedimento simples uma vez que neste momento não existe a rede para dificultar a tarefa. Inicialmente o tubo central encontra-se à superfície sendo fácil a ligação com o pêndulo de cimento de 5 t.

Em condições de temporal este pêndulo pode partir-se sendo necessária uma resposta rápida que permita a sua recolocação ou substituição. Este tipo de situação ocorreu na jaula Sea Station[®] a cargo do IPIMAR e em outra situação reportada numa jaula Sea Station[®] localizada no Golfo do México. A Figura 31 ilustra como o problema foi resolvido.

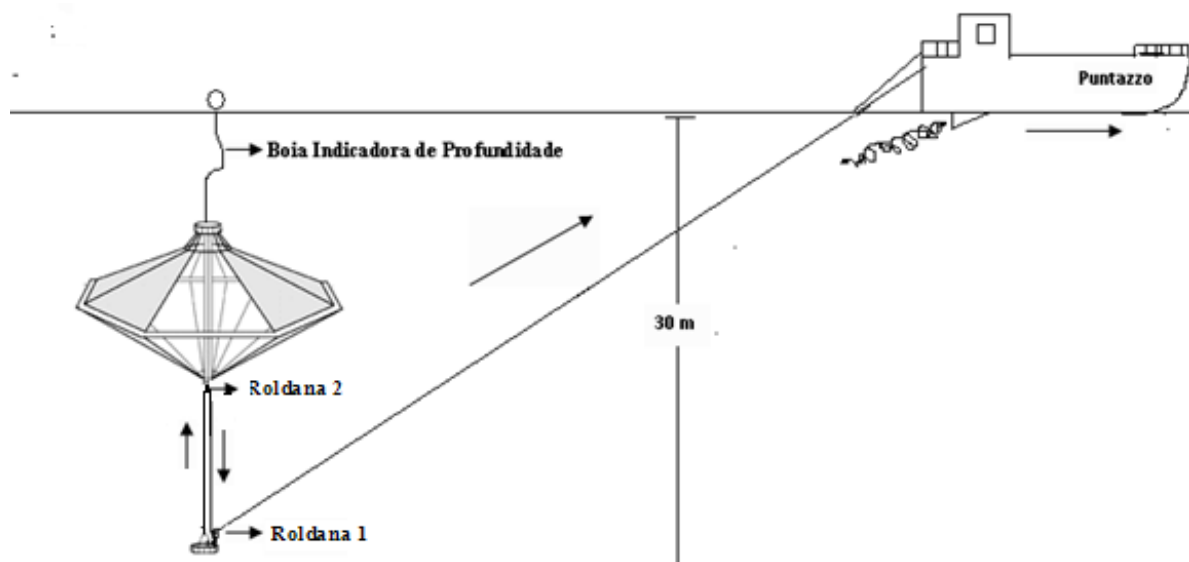


Figura 31: Procedimento de relocação do pêndulo da jaula Sea Station 3000 (Adaptado de: Tim Gregg, Oceanspar LLC, 2008).

Em primeiro lugar, mergulhadores passam o cabo por uma roldana fixa temporariamente no pêndulo (Roldana 1), passando por outra roldana (Roldana 2) na parte inferior do tubo central e voltando a conectar-se ao pêndulo. Este sistema de roldanas permite uma distribuição da força, facilitando a movimentação da jaula. A seguir, a válvula de ar deve ser aberta para que o ar seja libertado e com a ajuda dos motores a embarcação puxa o cabo obrigando a jaula a submergir. Quando a bóia marcadora de profundidade se encontra semi-submersa, indica que a jaula atingiu a profundidade desejada. O barco mantém a tensão enquanto os mergulhadores conectam o pêndulo á parte inferior do tubo central por meio de uma manilha.

5.8.2 Biofouling

O crescimento de mexilhões nas redes das jaulas é um factor condicionante ao desenvolvimento da aquacultura em mar aberto.

Associado ao crescimento desta espécie verificou-se um aumento de biomassa nas redes e estruturas da jaula Sea Station[®] 3100, provocando a submersão da jaula. Ao submergir, a parte inferior do tubo central colidiu com o fundo ficando parcialmente soterrado no sedimento, impossibilitando a emersão do modelo à superfície por enchimento do tubo central com ar. Em situações normais o ar é introduzido na válvula central superior do tubo central impulsionando a água pela válvula central inferior do tubo central. Neste caso isto não foi possível uma vez que tanto a saída de água como o acesso à válvula se encontravam obstruídos pelo sedimento. Este problema foi resolvido com recurso a 3 balões de ar submersíveis com um volume total de 6500 L, fixos à parte superior da jaula. O enchimento dos balões fez se por transferência de ar de várias garrafas de mergulho recorrendo à mangueira usada no enchimento da jaula.

5.8.3 Problemas no sistema de ancoragem

Outro problema verificado ocorreu numa das bóias dos cabos de tensão do sistema de ancoragem. Devido à pressão da água esta bóia submersa ficou comprimida perdendo a sua flutuabilidade. Como consequência a jaula desequilibrou-se e assentou no fundo originando a ruptura parcial de um painel de rede. O buraco foi reparado

com um remendo de rede e a bóia foi recuperada recorrendo a mergulhadores e à grua da embarcação.

Uma solução para este tipo de problemas consiste no uso de bóias de material mais rígido, como ferro, ou o preenchimento dos flutuadores convencionais com espuma expansiva aumentando a flutuabilidade e a resistência à pressão.

5.8.4 Artes de pesca locais

As jaulas oceânicas constituem um dispositivo de agregação de organismos marinhos, sobretudo devido à presença de alimento (Valle, 2007). Consequentemente os pescadores depositam as suas artes de pesca nas áreas circundantes e sobre as jaulas. O processo de alagem das artes pode originar a rotura das redes ou danificação de outros componentes da jaula e do sistema de ancoragem. Este facto pode ser considerado um problema na zona APPA visto terem-se verificado várias situações deste tipo nas jaulas do IPIMAR. Talvez a única solução passe pelo aumento da fiscalização por parte das autoridades marinhas.

5.9 Embarcação

Associado ao desenvolvimento da aquacultura de mar aberto surge a necessidade de embarcações especializadas ou modificações de outras já existentes, de forma a permitir operar e manter grandes unidades o maior número de dias de mar possíveis. A necessidade de operar estas unidades longe de bases costeiras e a impossibilidade de estabelecer plataformas de trabalho na maioria dos modelos em mar aberto, torna a embarcação um elemento fundamental para o sucesso desta actividade (Paleo, 2000). Embarcações não especializadas comprometem a alimentação, a pesca e operações básicas de manutenção colocando em risco a tripulação em condições oceânicas mais extremas. Segundo Turner *et al* (2001), existem vários critérios que se devem ter em conta antes de seleccionarmos uma embarcação, tais como:

1. Modelo e número de jaulas a utilizar
2. Produção prevista
3. Capacidade de carga necessária

4. Condições oceânicas da zona a navegar (tamanho do barco, estabilidade)
5. Distância ao porto
6. Quais as operações que a embarcação vai suportar
7. Equipamento electrónico
8. Durabilidade

Existe uma grande variedade de modelos de embarcações com potencial para operar as unidades em mar aberto. Na opinião do autor, uma unidade deste género deve ter no mínimo duas embarcações. Uma embarcação de apoio, mais pequena (<8 m) e mais rápida para fornecer apoio a mergulhadores e a outras actividades, como por exemplo a pesca. A segunda embarcação de maiores dimensões deve ser multifuncional e incluir meios para o transporte de juvenis, de elevadas quantidades de ração, tinas para o transporte do pescado e servir ao mesmo tempo de suporte operacional a mergulhadores e a outras actividades de manutenção.

Uma embarcação com a capacidade de operar uma unidade *offshore* deve apresentar as seguintes características:

1. Grua hidráulica
2. Guincho (4-5 t)
3. Porão amplo
4. Instalações para a tripulação
5. Armazenamento de material
6. Gerador trifásico
7. Compressor de encher garrafas
8. Equipamento electrónico
9. Capacidade de carga

A grua hidráulica pode ser usada para movimentar as tinas com peixe e gelo do cais para o barco ou vice-versa, é usada ainda nas actividades de pesca, movimentação de cabos, flutuadores e troca de redes.

O guincho deve ter uma capacidade de força elevada para a movimentação dos ferros e poitas.

O porão deve ser amplo e sem obstruções de modo a facilitar o transporte de grandes quantidades de ração, tanques de transporte de juvenis e tinas para o

armazenamento do pescado. Deve permitir a realização de várias tarefas em simultâneo, como alimentação e preparação dos mergulhadores, movimentação de cabos, entre outros (Pousão-Ferreira, 2008).

O gerador trifásico é necessário para alimentar os vários equipamentos, como as bombas submersíveis usadas na alimentação, o compressor de enchimento de garrafas, compressor da máquina de limpeza das redes, etc.

A embarcação deve possuir uma zona de armazenagem de material de mergulho, cabos, rede, manilhas, e outros materiais necessários à manutenção das jaulas.

O modelo de embarcação usado pelo IPIMAR (Fig. 32) foi desenhado especificamente para operar as jaulas oceânicas. Tem um comprimento de 11.5 m por 5 m de largura e uma capacidade de carga de 30 t. No convés tem uma grua hidráulica, um guincho de proa, 2 tanques para transporte de peixe vivo e espaço para transporte de equipamento de mergulho, compressores e outros materiais. O equipamento electrónico inclui uma sonda acústica a cores de dupla frequência, DGPS, Sistema Rádio de Comunicação VHF e RADAR.



Figura 32: Embarcação “Puntazzo” usada pelo IPIMAR para operar as jaulas Sea Station (Fonte: IPIMAR, Pousão-Ferreira)

Na figura seguinte (Fig. 33) apresentam-se outros modelos de embarcações que podem ser usadas para operar uma unidade offshore.



Figura 33: Embarcações utilizadas em instalações offshore (Corelsa®)

5.10 Estimativas de uma produção em jaulas

Segundo Pousão-Ferreira (2008), é preferível a instalação de um maior número de jaulas de menor volume, em relação à instalação de um menor número de jaulas de maior volume, de forma a minimizar o prejuízo por eventuais perdas em caso de acidente (Por exemplo: 12 jaulas de 3.000m³ em vez de 6 jaulas de 6.000m³).

Apesar dos custos iniciais da instalação de 12 jaulas de 3.000 m³ serem mais elevados, os custos logísticos de operação, manutenção e alimentação são semelhantes, no entanto, é mais fácil operar, manter e alimentar um menor número de jaulas. A escolha do sistema depende, em muito, do local da instalação e dos riscos de perda de produção a ele associados.

A fim de prever a capacidade produtiva de uma jaula Sea Station® apresenta-se na Tabela 2 um plano de Produção de dourada num sistema de 3.000 m³. Assumiu-se que a taxa de mortalidade é de 6% e a taxa de conversão alimentar é 2 (Jauralde *et al*, 2007). Considera-se ainda que um mês tem 30 dias, que o preço da ração é 0.75 euros por quilograma e que a taxa alimentar varia entre os 3 e os 0.5%, consoante a temperatura da água (IPIMAR).

Tabela 2: Plano de produção de dourada com um tamanho comercial de 450g numa jaula Sea Station® de 3.000 m³ (Fonte: Adaptado IPIMAR)

Ano	2009												
Mês	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Peso Médio Juvenil (g)	25,0	36,9	52,3	75,9	110,0	159,6	207,4	254,1	292,2	336,1	361,3	388,4	446,6
Incremento (g)	0,0	7,5	11,1	23,6	34,2	49,5	47,9	46,7	38,1	21,9	12,6	13,5	29,1
Incremento %	0,0	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1
Nº Juvenis/ /Jaula	130.000	126.100	124.839	124.589	124.216	123.843	123.595	123.348	123.101	123.040	122.978	122.732	122.671
Mortalidade	3,0%	1,0%	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%
Peso total Kg	3.250	4.650	6.534	9.456	13.670	19.761	25.638	31.344	35.974	41.349	44.428	47.665	54.787
Kg/m ³	1,08	1,55	2,18	3,15	4,56	6,59	8,55	10,45	11,99	13,78	14,81	15,89	18,26
Taxa Aliment. diária (%)	2,00%	2,00%	3,00%	3,00%	3,00%	2,00%	1,50%	1,00%	1,00%	0,50%	0,50%	1,00%	1,00%
Ração/dia/ /Jaula-Kg	205,87	130,00	196,03	283,67	410,09	395,23	384,57	313,44	359,74	206,75	222,14	476,65	547,87
Ração/mês/ /jaula-Kg	3.088	3.900	5.881	8.510	12.303	11.857	11.537	9.403	10.792	6.202	6.664	14.299	16.436
€/ração/mês	2.316	2.925	4.117	5.957	8.612	7.707	7.499	6.112	7.015	4.032	4.332	9.295	10.683
Rações/€	2316,0	2925,0	4410,6	6382,5	9226,9	8892,6	8652,9	7052,4	8094,1	4651,8	4998,1	10724,5	12327,0

Prevê-se que com a instalação de uma jaula Sea Station® de 3000 m³, seja possível produzir aproximadamente 55 t de dourada no período de um ano, com um peso comercial de 450 g e uma densidade final de 18 kg/m³. Para isso são necessários 130.000 juvenis com um peso médio inicial de 25 g, povoados a uma densidade inicial de 1.08 kg/m³. Segundo Cid, 2008, a densidade de cultivo máxima suportada pelas taxas de renovação médias de águas nas jaulas pode ser até 40 kg/m³.

Para o plano de produção exemplificado, com um conjunto de seis jaulas é possível obter uma produção final de 330 t sendo para isso necessário 780.000 juvenis de dourada e um total de 666 toneladas de ração (Tab. 3).

Tabela 3: Plano de produção de dourada para um conjunto de 6 jaulas Sea Station® de 3000 m³

1	130.000	55	111
2	130.000	55	111
3	130.000	55	111
4	130.000	55	111
5	130.000	55	111
6	130.000	55	111
Total	780.000	330	666

Com um grupo de 6 jaulas é possível estabelecer lotes de produção para diferentes espécies, lotes de produção para a mesma espécie com tamanhos comerciais diferentes ou lotes de produção para a mesma espécie com o mesmo tamanho distribuído ao longo do ano comercial, sendo o ideal a combinação das opções anteriores na mesma unidade de produção.

A divisão da produção total em lotes melhora a eficiência de trabalho, reduz a necessidade de instalações e facilita a comercialização do produto, mantendo uma oferta regular ao mercado durante todo o ano. Permite ainda a comercialização do produto em alturas específicas do ano, com é o caso do verão no Algarve. Assim as jaulas podem ser povoadas em intervalos de tempo, dependendo da produção final prevista (Jover *et al*, 2003).

No exemplo anterior as jaulas poderiam ser povoadas em intervalos de 2 meses permitindo a oferta regular de mercado ao longo de todo o ano (Tab. 4).

Tabela 4: Exemplo de um plano de produção para produzir 330 toneladas de dourada em 6 lotes (jaulas Sea Station®)

	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
1	25.0	36.9	52.3	75.9	110.0	159.6	207.4	254.1	292.2	336.1	361.3	388.4	446.6
2			25.0	36.9	52.3	75.9	110.0	159.6	207.4	254.1	292.2	336.1	361.3
3					25.0	36.9	52.3	75.9	110.0	159.6	207.4	254.1	292.2
4							25.0	36.9	52.3	75.9	110.0	159.6	207.4
5									25.0	36.9	52.3	75.9	110.0
6											25.0	36.9	52.3

Segundo Pousão-Ferreira (2008), consideram-se apenas 200 dias úteis num ano tendo em conta os dias de mercado normais e os dias em que as condições oceânicas permitem a deslocação às jaulas. Neste contexto, existem aproximadamente 17 dias úteis de trabalho em cada mês. No entanto o número de dias úteis varia muito de acordo com a estação do ano. No exemplo anterior, seria necessário pescar uma jaula em cada dois meses (34 dias úteis), o que equivale a uma pesca diária de 1.6 toneladas.

6 Possíveis patologias

As patologias infecciosas de peixes marinhos podem causar elevadas mortalidades constituindo um factor que determina a viabilidade económica de uma aquacultura (Toranzo *et al*, 2007).

Actualmente os agentes patogénicos encontram-se adaptados a vários ambientes, sendo por isso difícil de estabelecer fronteiras entre o ambiente costeiro e o ambiente em mar aberto.

A maior parte das doenças bacterianas que afectam a classe *Sparidae* são provocadas por agentes do género *Vibrio* sp. e *Flexibacter* sp. Os sinais mais visíveis da acção destes organismos são o aparecimento de hemorragias a nível da derme e das brânquias que podem originar focos de necrose (Varvarigos, 2003).

Existem ainda parasitas que podem afectar o estado de um *stock* em mar aberto. Os parasitas podem não causar mortalidades directas elevadas, mas reduzem o crescimento e causam lesões que, por sua vez, podem ser meios de entrada para bactérias e vírus, desvalorizando o pescado. Existem parasitas externos como é o caso de *Cryptocaryon irritans*, ciliados histiofagos, monogeneas e parasitas internos como é o caso dos microsporídios y mixosporídios (Alvarez-Pellitero, 2007).

Existem duas formas de tratamento, por banho e por via oral. A primeira não é passível de ser aplicada num sistema aberto, como é o caso de uma jaula em mar aberto. O tratamento por via oral consiste na administração de medicamentos através do alimento. Juntamente aos medicamentos podem ser adicionadas vitaminas e óleo de fígado de bacalhau que, para além de possuir propriedades nutritivas, funciona como adesivo do medicamento à ração. A Tabela 5 representa a medicação via

oral de vários produtos anti-bacterianos e anti-parasitários e as respectivas doses de administração (mg/kg).

Tabela 5: Tratamento via oral contra os principais agentes patogénicos e as respectivas doses e tempo de medicação (Adaptado de: Economically Important Pathologies of the Marine Fish Cultured in Greece and the Aegean Sea, 2003)

	Produto	Patógenos	Dose (mg/kg)	Duração tratamento (dias)
Anti-bacterianos	Flumequina e Ac. Oxolinico	gram negativas; vibrios, <i>photobacterium</i>	20-30	8-10
	Sulfamidas potenciadas	gram negativas; vibrios, <i>photobacterium</i>	30-50	8-10
	Oxitetraciclina	gram negativas; <i>Flexibacter</i>	75 150	8-10 10-12
	Amoxicilina	gram positivas; <i>Flexibacter</i>	8 80	8-10 10-14
	Florfenicol	gram positivas; <i>flexibacter e photobacterium</i>	10	10-14
Anti-parasitários	Fenbendazol	nemátodos gastrointestinais	50	7dias
	Praziquantel	Cestodos, monogeneas e larvas digeneas	50	1-7
	Levamisol	nematodos e helmintos	2,5-10	7
	Ivermectina	Ectoparasitas	0,2	6 doses ao longo de três dias

O tratamento de doenças infecciosas pode não ser económica e ambientalmente viável uma vez que a quantidade de medicamento administrado depende do tamanho do peixe cultivado. De acordo com a tabela anterior uma jaula com uma produção de 55 t, no caso de um surto bacteriano, pode necessitar de aproximadamente 1.8 kg/dia de antibiótico durante 10 a 14 dias. Se considerarmos um conjunto de jaulas a quantidade de antibiótico libertada no ambiente vai ser muito elevada. Por outro lado, os tratamentos orais disponíveis são escassos, caros, legalmente restritos e pouco eficazes (Alvarez-Pellitero, 2007).

Uma forma de minimizar a incidência de patologias em mar aberto reside numa boa gestão, que envolve os seguintes aspectos: 1) uma correcta alimentação que pode ser complementada com vitamina C, E, probióticos e imuno-estimulantes; 2) limpeza frequente de redes de forma a promover a circulação de água; 3) evitar densidades de cultivo elevadas; 4) plano de vacinação por banho antes da transferência para as

jaulas. As vacinas directas são um meio eficaz de prevenção de patologias, no entanto, de momento são economicamente inviáveis.

As patologias mencionadas anteriormente ocorrem essencialmente em maternidades e em sistemas de produção em jaulas com baixa circulação de água. No caso da aquacultura em mar aberto, um bom plano de gestão, associado à profundidade e às fortes correntes registadas em mar aberto, devem ser suficientes para minimizar a ocorrência de surtos patológicos. No entanto, com o desenvolvimento da aquacultura em mar aberto podem surgir novos agentes patogénicos que até ao momento nos eram desconhecidos.

Até ao momento o IPIMAR não verificou nenhum surto de doença infecciosa nos peixes que se encontram nas jaulas.

Alem das patologias infecciosas podemos encontrar em aquacultura em mar aberto peixes com anomalias anatómicas. Este tipo de mal formação pode ser de origem genética ou nutricional (Varvarigos, 2003).

Apesar de não causarem elevadas mortalidades directas, estas malformações podem ter implicações económicas severas uma vez que retardam o crescimento e impossibilitam a sua comercialização.

As malformações verificam-se a nível da espinha (lordosis, cifosis e escoliose), das barbatanas (displasia e aplasia) e cabeça (Varvarigos, 2003).

A vitamina C é essencial, no entanto a maioria dos peixes são incapazes de produzi-la. Esta vitamina tem de ser fornecida na sua dieta. Uma ração com insuficiente quantidade de vitamina C pode originar uma mal formação conhecida por “Broken Back Syndrome” (Bowser, 1999). A vitamina C tem um papel fundamental no processo de conversão da cartilagem em osso, sem ela esta conversão não ocorre, e devido a tensão exercida pela musculatura do peixe, a espinha cede, originando esta mal formação (Bowser, 1999). Segundo o IPIMAR, a dose de suplementação é de 0.5 a 1 g de produto activo por kg de ração fornecida.

7 Plano de monitorização ambiental

A aquacultura é uma indústria que está associada a problemas ambientais (Kaiser *et al*, 2005). Nos sistemas em mar aberto os desperdícios alimentares e as excreções dos animais podem acumular-se à volta e sobre as jaulas, provocando uma redução dos níveis de oxigénio e o aumento das concentrações de nitratos e fosfatos, que levam a fenómenos de eutrofização e ao aparecimento de *blooms* de algas (Léon-Santana & Hernández, 2007). Em casos extremos, podem ocorrer alterações severas nas comunidades bentónicas que vivem na zona sob as jaulas o que pode levar a uma diminuição da biodiversidade da zona (FAO, 2006; Léon-Santana & Hernández, 2007).

Na verdade, as fortes correntes e os grandes volumes de água em mar aberto favorecem a dispersão e dissolução dos resíduos resultantes de uma unidade de produção deste género. No entanto, se considerarmos um conjunto de dezenas de jaulas numa zona limitada o impacto ambiental pode ser mais significativo. Sendo a aquacultura em mar aberto uma actividade recente, pouco se sabe sobre os possíveis impactos ambientais. Por estas razões é necessário um constante controlo dos parâmetros físico-químicos do local onde se encontra este tipo de unidades de produção.

A tabela seguinte (Tab. 6) ilustra quais os indicadores, método e frequência de análise impostos pela legislação nacional para a monitorização ambiental nas aquaculturas em mar aberto.

Tabela 6 – Plano de monitorização ambiental (Adaptado de Diário da República, 1ª série, Nº 55, 18 de Março de 2008)

Parâmetro	Procedimento analítico	Frequência de análise
Salinidade	Leitura directa	Semanal
Temperatura	Leitura directa	Semanal
Transparência	Leitura directa	Semanal
Turbidez	Leitura directa ou filtração	Semanal
Condições de oxigenação	Método de Winckler	Semanal
Nutrientes (nitrato, nitrito, amónia)	Auto-analizador de fluxo contínuo (método clássico)	Mensal
Clorofila	Filtração e espectrometria	Mensal
Feopigmentos	Filtração e espectrometria	Mensal
Composição, biomassa e abundância do fito-plâncton	Microscopia óptica e cálculos	3 meses
Composição e abundância da restante flora aquática	Identificação visual	3 meses
Granulometria de sedimentos superficiais	Peneiração e equipamentos para finos	3 meses
Teor de matéria orgânica nos sedimentos	Análise de carbono e azoto totais e orgânicos	3 meses
Origem da matéria sedimentar	GC-MS (Cromatografia Gasosa com Espectrometria de Massa)	12 meses
Composição, abundância e biomassa dos macro invertebrados bentónicos	Microscopia óptica e cálculos	3 meses
Composição específica	Observações directas e cálculos.	3 meses
Contaminantes metálicos	ICP – MS	3 meses

Na zona APPA, a monitorização dos parâmetros ambientais deve ser realizada pelos titulares dos estabelecimentos, pelo Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P./L-IPIMAR e pela Administração da Região Hidrográfica do Algarve (ARH do Algarve). Estas entidades são responsáveis pela monitorização global dos parâmetros ambientais em toda a zona e pela elaboração de relatórios anuais para o Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade, I.P.

Segundo Cid, A. (2008), os parâmetros físico-químicos observados no interior da jaula do IPIMAR e nas zonas adjacentes não excedem os limites quantitativos aceitáveis para as zonas costeiras.

8 Crescimento e mortalidade de *Mytilus galloprovincialis* numa perspectiva de cultivo integrado com peixes em jaulas *offshore*

Com a criação da zona APPA ao largo do Algarve espera-se o cultivo em grande escala de peixes em jaulas. Este tipo de cultivo intensivo e a concentração de várias unidades de produção numa área limitada poderá originar grandes quantidades de matéria orgânica e inorgânica resultante de alimento não ingerido e de produtos metabólicos excretados pelas espécies cultivadas.

Como forma de mitigar os efeitos da aquacultura em mar aberto surge o cultivo integrado de peixes (*Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*, *Diplodus sargus*) e de moluscos bivalves numa perspectiva ecológica e economicamente sustentável.

O mexilhão do mediterrâneo, *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca: Bivalvia: Filibranquia: Mytilidae; Grassé, 1960) é uma espécie com potencial para o cultivo integrado com peixes, uma vez que são animais filtradores, alimentando-se sobretudo de fitoplâncton. No entanto, a sua dieta pode incluir partículas orgânicas e inorgânicas em suspensão (Strohmeier, 2008).

Neste sentido o cultivo de peixes fornece matéria orgânica e inorgânica para os bivalves se alimentarem (Ye *et al*, 1991; McVey *et al*, 2002). Por sua vez, os bivalves removem a matéria da água reduzindo os impactos ambientais a nível da qualidade da água e dos sedimentos (Pena, 2007). Os mexilhões resultantes podem ser comercializados constituindo uma fonte de rendimento suplementar para os aquicultores.

O trabalho que se segue teve como principal objectivo determinar o potencial de cultivo de *M. galloprovincialis* numa perspectiva de cultivo integrado com peixes em jaulas *offshore*.

8.1 Material e Métodos

O plano de trabalho inicial consistia na avaliação do recrutamento e crescimento desta espécie em cordas suspensas nas proximidades da jaula no período compreendido entre 2 de Março e 2 de Agosto de 2009. Este período corresponderia ao período de maior crescimento e colonização.

Durante estes 6 meses deveriam ter sido expostas um total de 13 cordas, 5 cordas para estudar o recrutamento e 8 cordas para estudar o crescimento e variação do índice de condição com a profundidade ao longo dos meses.

No início da experiência foram colocadas três cordas identificadas (R1, C1 e C2). Cada corda, com um comprimento de 20 m, encontrava-se dividida em quatro patamares de 5 metros (0-5, 5-10, 10-15 e dos 15-20 m). As cordas foram colocadas paralelamente entre si numa bóia de sinalização, situada a aproximadamente 200 m da jaula submersível. Na extremidade inferior de cada corda encontrava-se um peso de aproximadamente 15 kg que mantinha a corda na vertical.

No mês de Abril verificou-se que as 3 cordas instaladas tinham desaparecido. O desaparecimento relaciona-se com as condições ambientais adversas ou a actividades de pescadores locais que por razões desconhecidas podem ter cortado as cordas.

Na tentativa de ultrapassar esta situação foram planeadas duas novas experiências, desta vez na jaula submersível Sea Station®.

8.1.1 Experiência 1 - Recrutamento de *M. galloprovincialis* nas redes de uma jaula offshore

Esta experiência decorreu entre 6 de Março e 18 de Maio de 2009. Para estudar o recrutamento de *M. galloprovincialis* nas redes das jaulas, foram colocadas 12 secções quadradas de rede de pesca com 50 cm de lado. Estas secções foram presas no interior da jaula em grupos de três (replicados) a duas profundidades diferentes: a) superfície - 5 m; b) fundo - 15m.

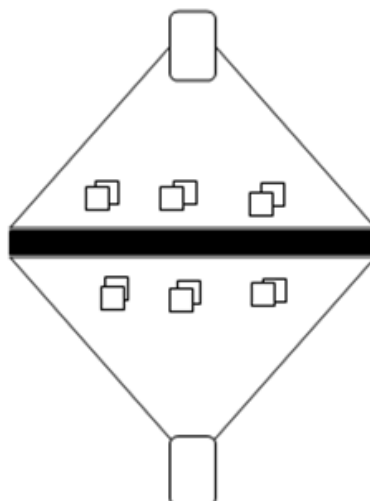


Figura 34: Representação esquemática da experiência usada para avaliar o recrutamento de *M. galloprovincialis* nas redes de uma jaula offshore.

Foram escolhidas duas zonas, sendo a zona **A** situada a favor da corrente predominante (Oeste) e a zona **B** no lado oposto da corrente (Este). Na zona A foram colocados 6 secções de rede, três no fundo e três à superfície, repetindo-se este processo para a zona B. As secções de rede foram retiradas ao fim de dois meses e substituídas por outras de iguais características, ocupando a mesma posição. No laboratório os indivíduos foram contabilizados, medidos com uma craveira (0.1 mm) e pesados com uma balança digital (0.1 g). Posteriormente foi determinado o recrutamento (indivíduos/cm²).

8.1.2 Experiência 2 - Marcação/recaptura

Esta experiência realizou-se num período experimental que durou entre 2 de Junho e 24 de Setembro de 2009. Uma amostra de 200 mexilhões com comprimentos e pesos entre os 15-102 mm e 1-106 g, foram marcados com etiquetas de fita do tipo Dymo[®]. Cada etiqueta marcada com dois caracteres alfanuméricos foi colada numa válvula dos mexilhões. Previamente à marcação, a concha foi ligeiramente raspada, limpa e seca com papel absorvente na zona de colagem, de modo a permitir uma boa fixação da etiqueta ao animal. O tempo de secagem foi de aproximadamente 10 minutos.

Os pesos e comprimentos foram individualmente medidos com uma craveira e pesados numa balança digital com precisões de 0.1 mm e 0.1 g, respectivamente.

Antes de todas as pesagens os indivíduos foram limpos de forma a remover os organismos incrustados e colocados sobre um papel absorvente para eliminar o excesso de água.

Após este procedimento, os indivíduos foram introduzidos em três sacos de rede de plástico, com uma dimensão de 30x40 cm. Os 50 indivíduos de maior comprimento foram colocados num saco e os restantes 150 repartidos pelos outros dois sacos. Os sacos foram colocados no lado exterior da jaula, presos à rede, a uma profundidade que variou aproximadamente entre os 5 e os 10 m, dependendo da profundidade a que se encontrava a jaula.

Mensalmente os sacos foram recolhidos e transportados para o laboratório onde se efectuaram as análises biométricas e determinou-se a mortalidade. Depois de analisados, os sacos com os mexilhões foram mantidos em tinas com circulação de água, pedras difusoras e microalgas (*Chlorella sp*), sendo colocados novamente na jaula no dia seguinte.

No final da experiência, os dados de comprimento e peso individuais foram agrupados em 17 classes de 5 mm de comprimento.

8.1.3 Análise Biométrica

O número de indivíduos marcados difere de classe para classe (Tab. 7). Determinaram-se as médias de peso (g) e médias de comprimento (mm), juntamente com os respectivos incrementos, mortalidade (%) e taxas de crescimento (mm/mês) para cada classe de 5 mm ao longo do período experimental.

As taxas de crescimento (mm/mês) foram calculadas a partir da seguinte relação $(C_f - C_i)/(T_f - T_i)$, em que C_f é o comprimento final ao tempo final (T_f) e C_i o comprimento inicial ao tempo inicial (T_i). Considerou-se que um mês tem 30 dias.

A estimativa da relação morfométrica entre a variável peso vivo (g) e a variável comprimento da concha (mm) foi obtida por ajuste de uma função exponencial aos dados:

$$W = aL^b$$

Esta equação pode ser expressa na forma linear a partir da seguinte equação:

$$\log W = \log a + b \log H$$

onde W é o peso vivo (g), L é o comprimento (mm), a é a intersecção: coeficiente de crescimento inicial e b é o declive (taxa de crescimento relativa das variáveis).

Os parâmetros da relação peso-comprimento foram estimados por análise da regressão linear (método dos mínimos quadrados) e o grau de associação entre as variáveis foi calculado através do coeficiente de determinação (r^2).

Adicionalmente os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) para estimar b com um intervalo de confiança de 95% e o nível de significância de r^2 .

De forma a confirmar se os valores de b obtidos na regressão linear são significativamente diferentes do valor isométrico ($b=3$) foi aplicado um teste- t ($H_0, b=3$) com um intervalo de confiança de 95% ($\alpha=0,05$), definido pela seguinte fórmula, em que t_s é o valor do teste t , b é o declive e s_b o erro padrão do declive (b):

$$t_s = (b-3)/s_b$$

O valor t_s obtido foi comparado com os valores críticos tabelados de forma a determinar a significância estatística de b e caracterizar o crescimento de *M. galloprovincialis* quanto à alometria (alometria negativa $b<3$ e alometria positiva $b>3$) (Sokal & Rohlf, 1987)

Sempre que o intervalo entre a marcação e a recaptura é reduzido, as taxas de crescimento podem-se relacionar com o comprimento médio entre a marcação e a recaptura ($S_m + S_r/2$) usando o método gráfico de Gulland & Holt (1959). Os parâmetros de crescimento (K e L_∞) foram estimados segundo este método, através das seguintes relações, em que: K é o coeficiente de crescimento; L_∞ é o comprimento assintótico da concha (mm); a é a ordenada na origem da regressão linear e b é o declive da regressão linear.

$$K = -b \quad \text{e} \quad L_\infty = -a/b$$

A idade teórica à qual corresponde um comprimento da concha zero (t_0) não pode ser obtida a partir de estudos de marcação e recaptura exclusivamente (sem informação específica de tamanho-idade). No presente estudo assumiu-se que t_0 corresponde ao comprimento de concha no momento de assentamento ($L_i = 0,25$ mm)

(FAO, 2005-2009) e calcula-se recorrendo à seguinte expressão (von Bertalanffy, 1938):

$$t_0 = t + (1/K) \cdot \ln((L_\infty - L_i)/L_\infty)$$

Subsequentemente, o crescimento da concha de *M. galloprovincialis* foi estimado através do modelo de von Bertalanffy (1938) aplicando os parâmetros de crescimento (K , L_∞ e t_0) á seguinte equação:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

onde: L_t é o comprimento da concha à idade t (mm); L_∞ é o comprimento máximo assintótico da concha (mm); K é o coeficiente de crescimento de von Bertalanffy e T_0 é a idade teórica a um comprimento de concha igual a zero (anos).

A mortalidade total mensal (%) foi calculada a partir da seguinte equação em que: M é a mortalidade mensal; N_m é o número de mortos e N_t é o número total de indivíduos.

$$M = (N_m/N_t) \times 100$$

8.1.4 Parâmetros ambientais

A temperatura da água no local foi medida 3 vezes por mês com o computador de mergulho.

8.2 Resultados

8.2.1 Parâmetros ambientais

A temperatura da água à superfície variou entre os 13.5 e 25 °C com o máximo em Agosto e o mínimo em Fevereiro (Fig. 35).

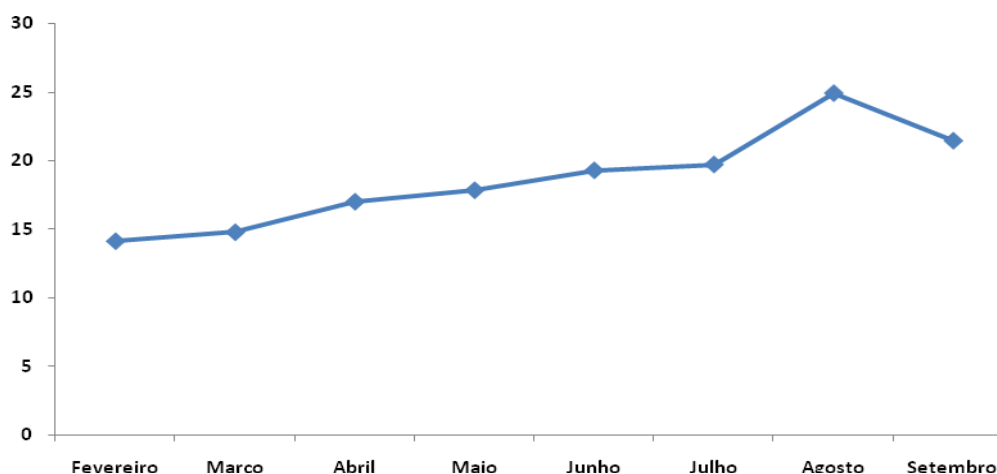


Figura 35: Temperatura média da água na jaula submersível ao largo de Olhão, no período compreendido entre Fevereiro e Setembro.

8.2.2 Recrutamento de *M. galloprovincialis*

Não foi possível retirar resultados conclusivos desta experiência uma vez que não se registou o recrutamento de *M. galloprovincialis*. A experiência foi finalizada no terceiro mês após o seu início.

8.2.3 Marcação e recaptura de *M. galloprovincialis*

No presente estudo verificou-se que *M. galloprovincialis* cresceu em comprimento e em peso durante o período experimental (Tab. 8).

Tabela 8: Quadro resumo dos incrementos em comprimento (mm) e em peso (g) de *M. galloprovincialis* para as diferentes classes de comprimento, entre 2 Junho e 24 de Setembro, na zona APPA

n	Classes (mm)	Comp. Inicial (mm)	Comp. Final (mm)	Incremento (mm)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Incremento (g)
13	[15-20[	17.98 ± 1.61	43.1 ± 6.53	25.07	1.80 ± 0.65	12.71 ± 2.73	9.25
18	[20-25[	21.74 ± 1.73	45.42 ± 4.34	23.68	2.29 ± 0.53	13.43 ± 2.34	9.29
19	[25-30[	27.7 ± 1.60	50.05 ± 4.31	22.35	4.41 ± 1.23	14.86 ± 3.45	8.8
14	[30-35[	32.17 ± 1.63	49.31 ± 6.11	17.14	5.84 ± 1.62	15.94 ± 4.35	8.41
25	[35-40[	36.86 ± 1,58	53.83 ± 4.35	16.97	7.86 ± 0.91	19.36 ± 3.54	9.31
11	[40-45[	42 ± 1.53	59.22 ± 5.63	17.20	10.93 ± 1.20	24.5 ± 4.25	11.40
11	[45.50[	47.27 ± 1.42	61.98 ± 6.69	14.70	14.19 ± 1.11	28.78 ± 6.21	10.51
11	[50-55[	52.2 ± 1.76	65.25 ± 3.68	13.05	17.76 ± 2.52	31.76 ± 4.71	10.37
16	[55-60[	56.88 ± 1.55	67.54 ± 2.12	10.67	21.73 ± 2.33	34.77 ± 4.00	9.13
4	[60-65[	61.07 ± 1.25	70.93 ± 6.87	9.22	24.32 ± 1.68	37.15 ± 5.76	8.59
6	[65-70[	65.51 ± 0.53	75.03 ± 4.68	9.51	27.29 ± 1.87	42.78 ± 5.1	10.39
4	[75-80[	77.68 ± 1.96	88 ± 5.20	10.33	45.5 ± 8.44	66.60 ± 9.00	12.90
7	[80-85[	82.5 ± 1.56	89.95 ± 4.07	7.44	53.5 ± 7.96	66.5 ± 5.87	11.36
12	[85-90[	87.5 ± 1.92	92.13 ± 2.99	4.64	64.2 ± 4.62	75.7 ± 10.4	5.98
10	[90-95[	91.78 ± 1.31	95.46 ± 1.91	3.68	75.79 ± 9.74	84.73 ± 4.09	4.72
11	[95-100[	97.5 ± 1.38	101.73 ± 2.18	4.23	80.65 ± 12	97.78 ± 7.18	8.37
8	[100-105]	100.3 ± 0.7	104.9 ± 2.43	4.63	84.37 ± 18.7	98.88 ± 13.68	9.12

Ao analisarmos a tabela anterior constatamos que os incrementos em peso e os incrementos em comprimento variam com a classe de comprimento do indivíduo. Os maiores incrementos em comprimento (25.07 mm) foram registados na classe [15-20 mm[e os menores incrementos em comprimento (3.68 mm) foram registados na classe [90-95 mm[. De uma forma geral, verifica-se uma diminuição gradual nos incrementos em comprimento dos indivíduos menores para os indivíduos maiores.

A variação nos incrementos em peso não é homogênea entre as várias classes de comprimento. Os maiores incrementos em peso foram verificados nos indivíduos de 40 a 85 mm. O menor incremento em peso (4.72 g) foi registado na classe [90-95 mm[.

Verifica-se ainda que indivíduos pertencentes à mesma classe apresentam variações nos incrementos em comprimento de concha (mm) e nos incrementos em

peso (g). Este facto é evidenciado pelas diferenças existentes entre os desvios padrões iniciais e os desvios padrões finais.

Analisando a tabela seguinte verifica-se que as taxas de crescimento (mm/mês) nesta espécie variam com a idade do indivíduo e com a temperatura da água (Tab. 9).

Tabela 9: Taxas de crescimento e taxas de crescimento médias (mm/mês) de *M. galloprovincialis* para 17 classes de comprimento, entre 2 de Junho e 24 de Setembro, n = número de indivíduos marcados por classe de comprimento

n	Classes	Junho	Julho	Agosto	Taxa de crescimento média (mm/mês)
13	[15-20[	3.74	5.61	9.17	6.17 ± 2.76
18	[20-25[	4.0	5.89	7.96	5.95 ± 1.98
19	[25-30[	4.09	6.70	6.53	5.78 ± 1.45
14	[30-35[	3.66	4.60	5.06	4.44 ± 0.72
25	[35-40[	4.02	5.33	4.23	4.53 ± 0,70
11	[40-45[	3.61	4.48	5.21	4.44 ± 0.80
11	[45.50[	3.54	4.44	3.75	3.91 ± 0.47
11	[50-55[	3.25	4.1	3.16	3.5 ± 0.52
16	[55-60[	3.39	2.93	2.42	2.91 ± 0.49
4	[60-65[	2.13	2.21	2.82	2.38 ± 0.38
6	[65-70[	2.01	2.69	2.73	2.48 ± 0.40
4	[75-80[	2.19	1.21	4.14	2.51 ± 1.49
7	[80-85[	0.35	0.91	3.70	1.66 ± 1.7
12	[85-90[	0.19	1.17	1.91	1.09 ± 0.8
10	[90-95[	0.43	0.79	1.44	0.89 ± 0.60
11	[95-100[	0.53	0.82	1.69	1.02 ± 0.6
8	[100-105]	1.1	0.05	2.13	1.09 ± 1.01

As taxas de crescimento (mm/mês) diminuem dos indivíduos mais pequenos para os indivíduos maiores. A classe [15-20 mm[apresentou as taxas de crescimento máximas (9.17 mm/mês) no mês de Agosto. A taxa de crescimento mínima foi de 0.05 mm/mês na classe [100-105 mm], no mês de Julho. As taxas de crescimento da classe [100-105 mm] são 6 vezes inferiores às taxas de crescimento da classe de comprimento [15-20 mm[.

Verifica-se uma tendência crescente nas taxas de crescimento, em quase todas as classes de comprimento, face ao aumento na temperatura da água.

8.2.4 Mortalidade

No período de Junho a Setembro verificou-se uma mortalidade total de 13.5 %. A mortalidade foi superior em Julho com valores na ordem dos 7%. No mês de Agosto a mortalidade apresentou os valores mínimos de 3.23 % (Fig. 36) A mortalidade média mensal foi de 4.71%.

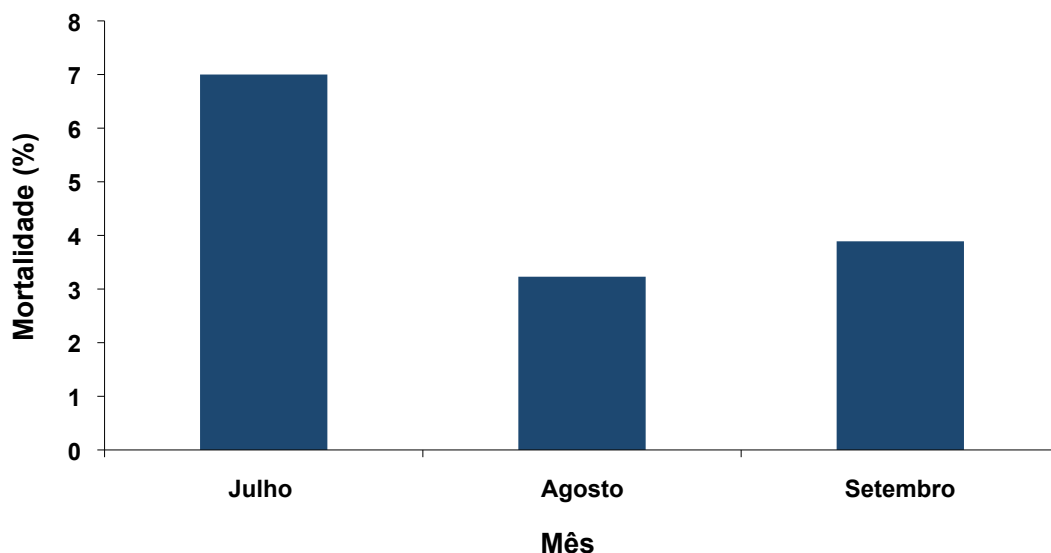


Figura 36: Mortalidade total (%) de *M. galloprovincialis* no período entre Junho e Setembro, 2009 ao largo da costa Algarvia (n=200)

8.2.5 Relação alométrica peso vivo/comprimento concha

A figura seguinte demonstra relação do tipo $Y = aX^b$ existente entre peso vivo e o comprimento da concha de *M. galloprovincialis* (Fig. 37).

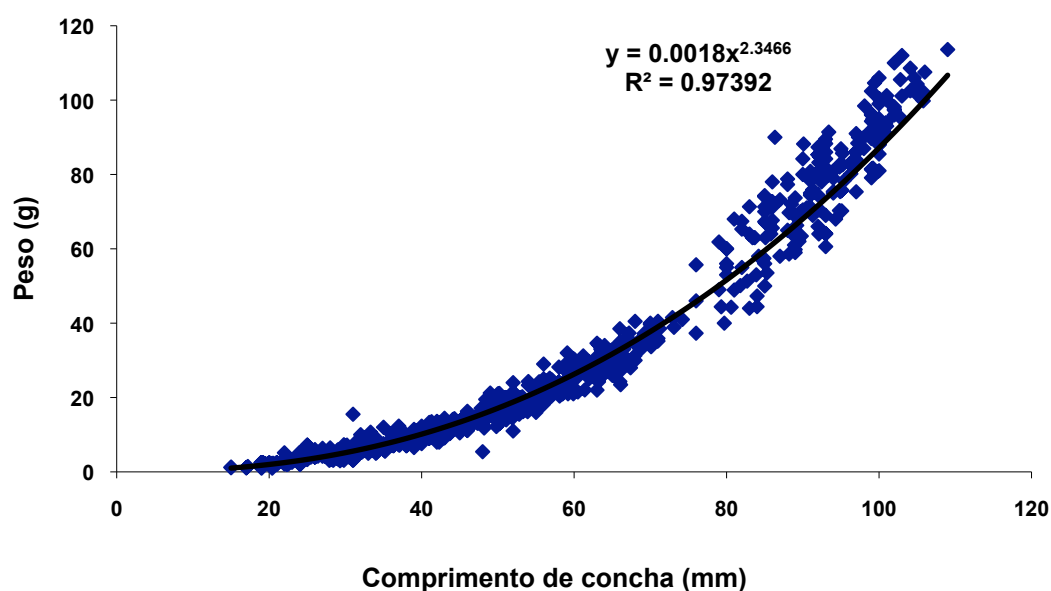


Figura 37: Relação entre o peso vivo (g) e o comprimento de concha (mm) de *M. galloprovincialis* (n=732).

A relação entre o comprimento de concha e o peso vivo de *M. galloprovincialis* é definida pela equação $y = 0.0018x^{2.3466}$, com um coeficiente de determinação significativo de 0.974.

Verifica-se que esta espécie apresenta em todas as classes de comprimento um crescimento alométrico negativo ($b < 3$). O valor b é significativamente diferente de 3 ($P > 0,01$), logo o mexilhão cresce mais em comprimento do que em peso.

Nas primeiras fases de desenvolvimento *M. galloprovincialis* apresenta uma alometria negativa mais evidente em que se verifica um maior crescimento em comprimento de concha (mm) e menor crescimento em peso vivo (g). O crescimento alométrico negativo torna-se menos evidente a partir da classe [35-40 m[. No grupo [85-105 mm[verificaram-se indivíduos com pesos superiores ao seu próprio comprimento.

8.2.6 Método de Gulland-Holt

Aplicando o modelo de regressão linear, taxa de crescimento (mm/ano) versus comprimento da concha (mm), obtêm-se o seguinte gráfico (Fig. 38).

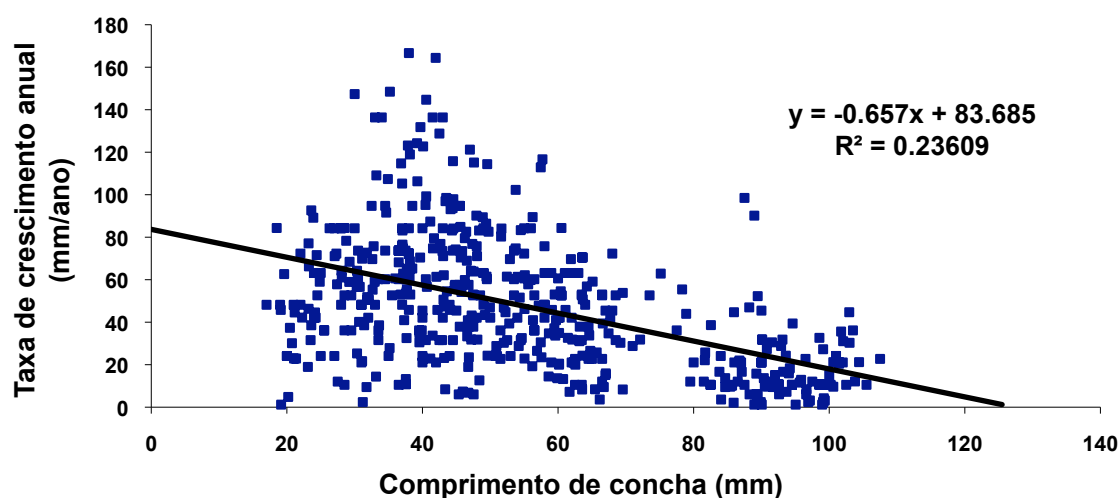


Figura 38: Método gráfico de Gulland Holt (1959). Modelo de regressão linear, taxa de crescimento (mm/ano) versus comprimento de concha ($n=504$)

Apesar do coeficiente de determinação reduzido ($r^2 = 0.236$) a regressão linear é altamente significativa ($F=155.14$, $P < 0.01$).

Os parâmetros previstos pelo método gráfico de Gulland-Holt foram: comprimento máximo, $L_{\infty} = 127.37$ mm, o coeficiente de crescimento, $K = 0.66$ ano e a taxa de crescimento de 83.7 mm/ano.

A equação de crescimento de Von Bertalanffy prevista foi: $L_t = 127,37[1 - e^{-0.66(t+0,003)}]$.

8.3 Discussão

Na experiência do recrutamento optou-se por instalar os painéis de rede no interior da jaula. Esta decisão baseou-se no facto da densidade populacional no interior ser muito elevada e na facilidade de instalação dos painéis de rede ao abrigo das fortes correntes que se fazem sentir no local.

Segundo Peteiro *et al* (2007), o tempo mínimo necessário para o assentamento de *M. galloprovincialis*, varia entre 41 e 46 dias após a imersão de cordas colectoras. Ultrapassado este período não se verificou o fenómeno de assentamento nos painéis de rede montados. Por observação directa no local verificou-se que os mexilhões recentemente fixados constituíam uma fonte de alimento natural para as espécies cultivadas. Inclusive, os próprios painéis de rede e os fios que os sustentavam eram alvo de sistemáticas investidas das douradas originando pequenos buracos nos painéis e a destruição parcial dos fios que os sustentavam.

As elevadas densidades de peixe que se verificam no interior da jaula associado aos hábitos alimentares naturais destas espécies contribuíram para o fracasso desta experiência.

Em termos práticos, podemos concluir que o recrutamento e crescimento de *M. galloprovincialis* no interior da jaula não é necessariamente um problema de *biofouling*. A elevada densidade de mexilhões que se verifica neste momento no interior da jaula deve-se ao seu crescimento durante o período inicial de cultivo, quando o peixe apresenta dimensões reduzidas. Tendo em conta que *Mytilus sp* é o principal constituinte do *biofouling* (Green & Grizzle, 2007), os planos de limpeza das redes devem incidir inicialmente no interior e exterior da jaula até o peixe cultivado atingir aproximadamente o meio do ciclo produtivo. Neste caso o peixe cultivado,

principalmente douradas e sargos, apresentavam tamanhos superiores a 150 g. Após este período o plano de limpeza deverá incidir no lado exterior da jaula.

Neste sentido o recrutamento e o crescimento controlado desta espécie pode ser considerado uma mais-valia para o peixe cultivado como fonte de alimento natural, contribuindo para melhorar o bem-estar, a qualidade e a imagem do produto final junto do consumidor.

Com base nestes resultados, promover o assentamento e crescimento controlado de *M. galloprovincialis* no interior da jaula instalando colectores (por exemplo ao longo do tubo central da jaula) pode constituir uma medida efectiva para melhorar a produção.

Segundo Bayne (1989) e Peharda (2007), esta espécie apresenta um crescimento óptimo entre os 18 °C e 28 °C. O presente estudo demonstra que existe uma relação directa entre o crescimento de *M. galloprovincialis* e a temperatura da água. Quase todas as classes de comprimento apresentaram taxas de crescimento mais elevadas no mês de Agosto quando a temperatura da água apresentou valores médios de 24.9 ± 1.1 °C. O mesmo acontece em estudos anteriores onde esta espécie apresenta taxas de crescimento mais elevadas quando a temperatura se situa entre os 24 e os 25 °C (Karayucel & Karayucel, 1997).

No estudo realizado na Turquia por Lök *et al*, 2007, em ambiente oligotrófico, as classes de comprimento de 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 mm apresentaram taxas de crescimento mensais de 3.84, 3.43, 2.53, 2.34, 1.72, 1.36 e 1.0 mm/mês, respectivamente. As taxas médias de crescimento obtidas neste estudo foram superiores, com valores na ordem dos 6.17 ± 2.76 , 5.95 ± 1.98 , 4.44 ± 0.8 , 3.5 ± 0.52 e 2.38 ± 0.38 mm/mês, para as mesmas classes de comprimento, indicando a presença abundante de alimento na zona.

No estudo realizado por Pena & Calvo, 2007, de cultivo integrado com dourada e robalo realizado no Mediterrâneo na localidade de Valência, registaram-se taxas de crescimento de 1.38 mm/mês para indivíduos com um comprimento inicial de 45 mm. No presente estudo, para a mesma classe de comprimentos registaram-se taxas de crescimento superiores, de 3.91 ± 0.47 mm/mês.

Tabela 10: Taxas de crescimento de *Mytilus galloprovincialis* obtidas em estudos anteriores

Local	Ci (mm)	Cf (mm)	Tempo (mês)	Taxa crescimento mensal(mm)	Referência
Mersin Bay, Turquia	10	56	12	3.8	Lök (2007)
Sicília (Este), Itália	10	31	12	1.75	Genovese (1970)
Sicília (Norte), Itália	10	40	12	2.5	Sara et al. (1998)
Golfo de Castellammare, Itália	11	52	12	3.4	Mazolla, Favalaro & Sara (1999)
Dardanelles, Turquia	10	29	12	2.8	Yildiz and Lök (2005)
Espanha	18	50	5	6.4	Pérez-Camacho et al. (1995), FAO (2009).
Mersin Bay, Turquia	30	60	12	2.5	Lök (2007)
Sicília (Este), Itália	32	57	12	2.1	Genovese (1970)
Urla-Izmir, Turquia	30	45	12	1.25	Lök (2001)
Dardanelles, Turquia	30	43	12	3.3	Yıldız and Lök (2005)
Sicília (Norte), Itália	43	63	12	1.6	Sara et al. (1998)
Golfo de Castellammare, Itália	43	63	12	1.6	Mazzola et al. (1999)
Adriático Norte	46	60	12	1.16	Valli (1980)
Mersin Bay, Turquia	50	71	12	1.75	Lök (2007)
Urla-Izmir, Turquia	50	64	12	1.16	Lök (2001)
Dardanelles, Turquia	50	64	12	1.16	Yıldız and Lök (2005)
Mersin Bay, Turquia	70	81	12	0.92	Lök (2007)
Valência- Espanha	45	60	10	1.38	Pena & Calvo, (2007)
Mar Negro, Turquia	5.5	23.5	4	4.5	Aral, (1999)
Loch Kishorn, Escócia	24	51	16	1.69	Karayucel & Karayucel (1999)
Mar Negro, Turquia	57.4	72.8	4	3.75	Aral, (1999)
Tetouan, Marrocos	20	35	6	2.5	Minambres et al. (2007)
Adriatic- Sea	39	57	10	1.82	Peharda et al. (2007)

Se considerarmos o estudo realizado no Mar Negro na Turquia por Aral (1999), *M. galloprovincialis* com um tamanho inicial de 57.40 mm atingem um tamanho de 72.84 mm entre Junho e Setembro que corresponde a uma taxa de crescimento mensal de 3.75 mm/mês. No presente estudo, durante o mesmo período, indivíduos com um comprimento inicial de 56.88 ± 1.55 mm alcançaram os 67.84 ± 2.12 mm, que corresponde a uma taxa de crescimento inferior, de 2.91 ± 0.48 mm/ mês.

Se compararmos os resultados obtidos com um estudo realizado em Sagres na aquacultura Videsa (aproximadamente à mesma profundidade durante o mesmo

período experimental), verifica-se taxas de crescimento de 3.75 mm/mês para indivíduos com um tamanho inicial de 35 mm (Marreiros, 1993). No presente estudo obteve-se taxas de crescimento ligeiramente superiores, de 4.44 ± 0.71 mm/mês para a mesma classe de tamanho.

Segundo a FAO (2009), na Galiza *M. galloprovincialis* com um tamanho inicial médio de 20 mm atingem entre 40-50 mm de comprimento num período de 5 meses, entre Junho e Outubro, que corresponde a uma taxa mensal de 6 mm/mês. No presente estudo as taxas de crescimento obtidas para a classe dos [20-25 mm] são muito semelhantes com indivíduos com um comprimento inicial de 21.74 ± 1.73 mm alcançaram ao fim de 4 meses um tamanho final de 45.42 ± 4.34 mm que corresponde a uma taxa de crescimento de 5.92 mm/mês. No entanto, é de salientar que na Galiza no período de verão esta espécie apresenta taxas de crescimento mínimas, sendo o crescimento maior nos meses de inverno onde a disponibilidade de alimento se sobrepõe ao efeito da temperatura (FAO, 2009).

De acordo com a bibliografia consultada, o crescimento desta espécie varia de local para local e depende de factores ambientais, disponibilidade de alimento, profundidade, temperatura, entre outros (Sara & Pusceddu, 1998; Peharda, 2007) sendo por isso difícil comparar com exactidão as taxas de crescimento obtidas com os resultados obtidos em estudos anteriores. No entanto as taxas de crescimento obtidas no presente estudo foram, em regra geral, superiores aos valores referenciados. Uma das razões baseia-se no facto deste estudo ter se realizado no período onde se verifica o maior crescimento desta espécie, o período da Primavera/Verão.

Normalmente, em águas temperadas, o crescimento da concha é rápido durante a Primavera e Verão e lento ou nulo durante os meses mais frios (Gosling, 1992; Karayucel & Karayucel, 1997), originando taxas de crescimento mensais mais baixas quando comparadas com as obtidas no presente estudo.

As taxas de crescimento superiores podem ainda ser justificadas pelo facto do presente estudo ter sido realizado associado a uma jaula de peixes em *offshore* onde existe uma disponibilidade maior de alimento (Ferreira *et al*, 2007; Peharda *et al* 2007; Kaewnern & Yakupitiyage, 2008).

A relação exponencial existente entre o peso e o comprimento de *M. galloprovincialis* demonstra um crescimento alométrico negativo significativo

evidenciado pelo coeficiente alométrico, $b=2.347$ que é inferior ao coeficiente isométrico de crescimento, $b=3$. Isto significa que esta espécie cresce mais em comprimento de concha do que em peso. Estes resultados estão de acordo com vários estudos onde o coeficiente alométrico, variando entre 2.20 e 3.25 (Sara & Pusceddu, 2008, Ceccherelli et al, 1984). Segundo estes autores o coeficiente alométrico de *M. galloprovincialis* depende da estação do ano, local, índice de condição, profundidade e estado de maturação. Segundo Gaspar *et al* 2001 o coeficiente alométrico de bivalves varia entre espécies e depende do habitat e do tipo de sedimento. Como esta espécie não tem a necessidade de se enterrar no sedimento como grande parte dos bivalves o seu crescimento ocorre essencialmente em termos de concha. No entanto, o crescimento alométrico negativo obtido no presente estudo é relativamente baixo em relação a outros estudos e pode estar relacionado com erros ocorridos nas medições.

Se considerarmos o tamanho mínimo comercial para Portugal de 50 mm, vamos ter indivíduos relativamente grandes em comprimento de concha com um peso vivo total reduzido, que varia entre as 18 e as 22 g.

No presente estudo registam-se maiores incrementos em peso, entre os 40 e os 85 mm, com o incremento máximo de 12.9 g na classe [75-80 mm].

De acordo com os dados, os mexilhões crescem em comprimento entre a classe de 15 e a classe 50 mm e ganham peso entre a classe de 50 e a classe 85 mm. Para os indivíduos com comprimentos superiores a 85 mm verificam-se incrementos em peso e em comprimento reduzidos. Por estes motivos e em termos comerciais, o tamanho de venda deve ser entre os 80 e 85 mm. Estes resultados estão de acordo com o tamanho comercial praticado na Galiza de 80 mm (FAO, 2009.)

A relação linear obtida pelo método gráfico de *Gulland-Holt* apresenta um ajuste reduzido com um r^2 de 0.236. Este método gráfico reflecte o efeito das variações ambientais nas taxas de crescimento. No entanto é estatisticamente significativa demonstrando uma relação altamente rectilínea.

No presente estudo, todos os indivíduos apresentaram taxas de crescimento reduzidas no mês de Julho e taxas de crescimento mais elevadas no mês de Agosto e Setembro como resultado do aumento da temperatura da água. As taxas de crescimento reduzidas em Julho podem ainda ser consequência do processo de aclimatização (Bayne *et al*, 1996; Dame, 1996).

Consequentemente, obteve-se para indivíduos do mesmo tamanho taxas de crescimento elevadas ou reduzidas nos diferentes meses de amostragem conduzindo a uma maior dispersão de pontos no gráfico. No entanto, o comprimento máximo estimado foi de 127.37 mm que é superior a 111.7 mm obtido por Ardizzone *et al* (1996), próximo de 120 mm referenciados por Saldanha (1995) e inferiores aos 150 mm, referenciados pela FAO (2009).

As mortalidades obtidas (13.5%) estão de acordo com estudos recentes (FAO 2009) que estimam mortalidades anuais para *M. galloprovincialis* de 15%, dos quais 5% estão associados a causas naturais e 10% associados à manipulação. As maiores mortalidades foram registadas no primeiro mês de amostragem e podem estar associadas ao stress ou danificação da concha provocado durante a marcação (McQuinn *et al*, 1998; Himmelman 1998)

A mortalidade mais acentuada em Julho pode ainda relacionar-se com o aumento da temperatura da água (Tsuchiya, 1983; Anestis, 2007) ou estar relacionada com o facto de os sacos com os mexilhões terem permanecido 3 semanas no tanque do IPIMAR à espera de ser colocados na jaula.

A costa sudoeste do Algarve aparenta ter as condições oceanográficas adequadas para o crescimento de moluscos bivalves quer em termos de disponibilidade de alimento quer em termos de temperatura da água. Durante o verão encontra-se sobre a influência de água fria aflorada do cabo de São Vicente, rica em nutrientes essenciais ao desenvolvimento de fitoplâncton, e da contra corrente costeira de água mais quente proveniente do Golfo de Cádiz (Fiúza, 1983; Ambar *et al*, 2001; Paulo, 2004). Durante o inverno as descargas de água da Ria Formosa, juntamente com os resíduos das jaulas, enriquecem a zona APPA com matéria orgânica e inorgânica que serve de alimento directo e promove o desenvolvimento do fitoplâncton.

Embora o presente estudo se tenha reportado a um período relativamente curto de amostragem, pode-se inferir, dos resultados obtidos, que existe potencial de cultivo de *M. galloprovincialis* na zona APPA. As elevadas taxas de crescimento verificadas, superiores a valores encontrados em França, Reino Unido, Holanda e semelhantes aos valores encontrados no Mediterrâneo e Espanha, as boas taxas de sobrevivência e o tamanho máximo previsto, permitem essa afirmação.

9 Considerações finais

Um dos maiores entraves ao desenvolvimento da aquacultura em mar aberto até ao momento, era a disponibilidade de um local adequado para o cultivo de acordo com os aspectos legais e condições de acesso. Este entrave foi resolvido com a criação da zona APPA que aparenta reunir as condições favoráveis, em termos de condições de cultivo, condições oceanográficas e condições de acesso. No entanto, o processo burocrático continua a ser moroso e difícil de colocar em prática.

Apesar das condições oceanográficas do local permitirem o desenvolvimento da actividade, o regime ondográfico e as correntes documentadas tornam essencial a existência de um bom plano de manutenção de forma a evitar perdas de produção.

Verifica-se um padrão cíclico no regime ondográfico nesta zona, registando-se ondas com alturas significativas nos meses de Inverno. Assim sendo, seria importante considerar um plano de inspecção e manutenção das estruturas mais rigoroso no final do Verão, de maneira a reduzir o risco de acidentes.

A temperatura da água na zona APPA é um factor condicionante, visto só se atingirem as temperaturas óptimas de crescimento das espécies alvo esporadicamente. O crescimento máximo ideal dificilmente será atingido, pelo que se tornam necessários dados biológicos sobre o crescimento das espécies de forma a determinar a rentabilidade deste tipo de produção antes de estabelecer uma unidade comercial.

Dos modelos de jaulas existentes neste momento na zona APPA, a jaula semi-submersível rígida Sea Station[®] parece ser o sistema mais adequado porque i) as características estruturais rígidas da jaula permitem-lhe suportar as fortes correntes do local mantendo o seu volume interno estável; ii) a capacidade de submersão automática permite evitar a ondulação à superfície; iii) é possível ser rebocada com peixe dentro; iv) tem custos de manutenção baixos e é fácil de operar; v) este sistema provou ser efectivo em vários locais do mundo e em condições oceanográficas mais severas quando comparado com as registadas na zona APPA.

Contrariamente, o modelo semi-submersível flexível Refa[®], apesar das suas características hidrodinâmicas e mecanismo automático de submersão, devido à sua

estrutura flexível, a sua utilização seria mais adequada em zonas abrigadas, como é o caso do Mediterrâneo.

Actualmente, um dos maiores entraves ao desenvolvimento deste sector é a disponibilidade de juvenis. A nível nacional ainda não existem maternidades suficientes para manter os níveis produtivos esperados. Por esta razão, considerar o desenvolvimento em simultâneo do sector de produção de juvenis em terra e de engorda em jaulas no mar numa perspectiva de desenvolvimento sustentável e independente de importações.

O desenvolvimento tecnológico na alimentação é imprescindível para o sucesso desta actividade, de forma a manter uma frequência e periodicidade de alimentação constante, independentemente das condições climáticas. A possibilidade de controlar a unidade de produção a partir de uma base costeira com a instalação de câmaras subaquáticas e de sensores ambientais pode contribuir para diminuir os problemas logísticos e otimizar as quantidades de ração fornecida.

Em termos de operação, as jaulas devem ser mantidas maioritariamente à superfície e submersas apenas em caso de temporal. Na zona APPA as correntes, os níveis de oxigénio e as temperaturas são superiores à superfície, proporcionando um melhor ambiente de cultivo resultando em taxas de crescimento mais elevadas. Por outro lado, a jaula à superfície é mais fácil de inspeccionar e reparar por parte dos mergulhadores, aumentando o tempo de mergulho e a segurança destes.

A operação das jaulas na zona APPA deve ser realizada durante a madrugada e princípio da manhã quando as condições de corrente à superfície são inferiores. Neste sentido as correntes reduzidas permitem uma descida vertical da ração minimizando as perdas, e facilitando ao mesmo tempo a tarefa de pesca e de outras actividades de manutenção.

A pesca numa jaula Sea Station[®] necessita obrigatoriamente o apoio de mergulhadores. O método da rede usado pelo IPIMAR para capturar o peixe na jaula provou-se efectivo na captura de grandes quantidades de pescado. No entanto, este método de pesca só é passível de ser aplicado quando as condições de corrente permitam a subida da jaula à superfície e a movimentação da rede pelos mergulhadores. A pesca subaquática é uma actividade intensa e de algum risco uma

vez que os mergulhadores necessitam de movimentar grandes quantidades de rede e de pescado num tempo de mergulho limitado.

Outra desvantagem deste método foi o facto de durante o processo de pesca o peixe perder muita escama devido à presença de nós na rede usada. Neste contexto seria importante considerar o uso de uma rede de pesca sem nós. Este método de pesca pode deixar de ser efectivo a uma escala comercial onde se espera a pesca diária de várias toneladas, tornando-se necessário o uso do anel de pesca da jaula associado a bombas especializadas para a transferência do pescado. Este método possibilita a pesca em condições de corrente e reduz a dependência de mergulhadores, este método é aplicado nos EUA (Kona Blue Farm) e demonstra-se efectivo.

A inspecção e manutenção das estruturas não são tarefas diárias como é a alimentação, no entanto são de extrema importância e devem obedecer a planos bem definidos. Existem vários pontos nas estruturas que devem ser inspeccionados e/ou substituídos periodicamente de forma a minimizar os riscos de perdas e aumentar o tempo de vida útil das estruturas.

Uma das particularidades do peixe cultivado em jaulas reside no facto de este não abandonar as proximidades da jaula após eventuais fugas para o exterior. Os peixes dependentes da fonte alimentar podem permanecer durante vários dias e até semanas no local. Neste contexto seria importante considerar uma rede de emergência que permita recapturar o peixe minimizando possíveis perdas económicas e contaminação de populações selvagens, tendo em conta a imagem negativa que o consumidor geral já tem sobre esta actividade.

De todas as espécies consideradas a corvina é a que apresenta maior apetência para o cultivo em mar aberto, devido às suas boas taxas de crescimento e bons índices de conversão alimentar. Por outro lado, o cultivo desta espécie é relativamente recente e não existe saturação de mercado tal como acontece com a dourada. Outra espécie que seria interessante considerar é o sargo bicudo que devido às suas boas taxas de crescimento e capacidade de ser alimentado à base de proteína vegetal.

Foi demonstrado que o mexilhão *M. galloprovincialis* é uma espécie com potencial para o cultivo integrado com peixe em jaulas na zona APPA. Para além de aumentar a biomassa total produzida pelos aquacultores, permite ainda mitigar os possíveis efeitos da aquacultura no ambiente, numa perspectiva económica e

ecologicamente sustentável. As boas taxas de crescimento, possibilidade de obter juvenis directamente da natureza e a inexistência de necessidade de administrar alimento são factores que podem contribuir para a implementação deste tipo de cultivo.

O sucesso produtivo de *M. galloprovincialis* depende da disponibilidade de juvenis, sendo por isso necessária a realização de estudos para avaliar o recrutamento desta espécie ao largo da costa Algarvia.

Deveria ser feito também um estudo de crescimento e da produção primária de forma a confirmar a sustentabilidade do cultivo deste bivalve ao na zona APPA.

Visto o potencial de cultivo verificado para *M. galloprovincialis* deveriam ser realizados outros estudos para determinar o potencial de cultivo de outras espécies de bivalves, nomeadamente as ostras e vieiras de forma a promover o desenvolvimento do cultivo de moluscos em mar aberto ao largo da costa Algarvia.

Actualmente, com o desenvolvimento tecnológico existente, é possível o cultivo de peixe em mar aberto. No entanto, ainda existem alguns problemas por resolver antes de estabelecer uma unidade de produção completamente comercial. É necessário melhorar e automatizar muitas das tarefas levadas a cabo numa aquacultura *offshore* com o objectivo de resolver problemas logísticos, problemas de alimentação e a dependência de mergulhadores.

Apesar da extensão da costa Portuguesa, apenas na costa sul é possível encontrar as condições oceanográficas adequadas ao desenvolvimento desta actividade, ainda assim, a aquacultura em mar aberto pode ser um bom vector de desenvolvimento para a área da aquacultura em Portugal, tendo em conta o seu potencial.

Para finalizar seria interessante considerar a possibilidade de sinergia entre a aquacultura em mar aberto e a produção de energia eléctrica recorrendo a instalação de parques eólicos em meio marinho. Este conceito de uso multifuncional dos recursos marinhos baseia-se na cooperação dinâmica entre duas actividades que partilham as mesmas dificuldades e necessidades. Podendo ser uma solução para os problemas logísticos e de manutenção associados a estruturas em mar aberto constituindo em simultâneo uma fonte de pescado e de energia renovável numa perspectiva económica e ecologicamente viável.

10 Bibliografia

- Abellán, E., García-Alcázar, A., (1995). Marine aquaculture finfish species diversification. In: CIHEAM-IAMZ, Cahiers Options Méditerranéennes, Seminar of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), Nicosia (Cyprus), **16** pp. 14-17
- Alvarez-Pellitero, P., Sitjá-Bobadilla, A. & Palenzuela, O. (2007). *Parásitos: un nuevo reto para la piscicultura española*. In: XI Congreso Nacional de Acuicultura, **2**. pp. 969-973
- Âmbar, I., Serra, N., Brogueira, M.J., Cabeçadas, G., Abrantes, F., Freitas, P., Gonçalves, C., Gonzalez (2001). Physical, Chemical and Sedimentological Aspects of the Mediterranean Outflow Off Iberia, *Deep-Sea Research I*.
- Anestis, A., Lazou, A., Portner, H.O. & Michaelidis, B. (2007). Behavioral, metabolic, and molecular stress responses of marine bivalve *Mytilus galloprovincialis* during long-term acclimation at increasing ambient temperature. *AJP-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. **293** pp. 911-921.
- Aral, O., (1999). Growth of the Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819) on Ropers in the Black Sea, Turkey. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **23**, pp. 183- 189.
- Ardizzone, G.D., Somaschini, A., Belluscio A. (1996). Biodiversity of European artificial reefs. European Artificial Reef Research: Proceedings of the 1st EARRN Conference, Ancona, Italy; Southampton Oceanography Centre.
- Assembleia da República. Lei n.º 58/2005. DR 249 Série I-A de 29 de Dezembro de 2005.
- Bayne, B.L. (1989) *Growth* and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis*; *Ophelia*; **2** pp. 1-47.
- Beveridge, M.C.M. (2004). *Cage Aquaculture*, Third edition, Blackwell Publishing, pp. 111-158.
- Billig, P. (2005). Offshore Aquaculture Project Yields a Traditional Hawaiian Delicacy. NOAA Research. University of Hawaii Sea Grant College Program. (www.oar.noaa.gov)

Bowser, P.R. (1999). *Diseases of fish*. Department of Microbiology & Immunology, College of Veterinary Medicine, Cornell University. p13.

Bridger, C.J. (2004). Efforts to Develop a Responsible Offshore Aquaculture Industry in the Gulf of Mexico: A Compendium of Offshore Aquaculture Consortium Research. Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium, Ocean Springs, MS.

British Columbia Ministry of Agriculture and Lands (2003). Template for Development of Facility-Specific Fish Health Management Plans.

Cabello, L., (2004). *Production methods for offshore fish management*, Mediterranean Offshore Book, CHIEAM Options Méditerranéennes. pp. 101-202.

Chacoff, L.V., Pascoa, I., Gonçalves, O., Jarabo, I. R., Woundering, Y., Rio, M.P.M., & Mancera, J.M., (2007). *Influencia de diferentes piensos comerciales sobre el crecimiento y parametros metabólicos de la corvina (Argyrosomus régicus) en fase de engorde en estero*. In: XI Congreso Nacional de Acuicultura, **2**. pp. 759-762

Chang, R., (2005). *Química*, 7ª Edición. McGraw Hill Publishing, p. 116-128.

Chicharo, L.M.Z. & Chicharo, M.A., (2000). Estimation of the life history parameters of *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) larvae in a coastal lagoon (Ria Formosa – South Portugal). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **243**, pp.81-94.

Cid, A., (2008). Cultivo de Dourada (*Sparus aurata*) numa jaula off-shore: alterações ambientais da qualidade da água no seu interior e no meio envolvente. (Dissertação Tese de Mestrado).

Crepo, S., Mateo, M.M., Santamaria, C.A, Sala, R., Grau, A., Pastor, E., (2001). Histopathological observations during larval rearing of common dentex (*Dentex dentex*) L. (*Sparidae*). *Aquaculture*, **192**, pp. 121-132.

Dame, R.F., (1996). Ecology of marine bivalves: an ecosystems approach. CRS Press, Boca Raton.

D.G.P.A. - Direcção Geral das Pescas e Agricultura, (2007). Recursos da Pesca, Lisboa, Agosto 2007, Série estatística, **20** A-B.

D.G.P.A. - Direcção Geral das Pescas e Agricultura, (2008). Recursos da Pesca, Lisboa, Agosto 2009, Série estatística, **22** A-B.

Eurofish International Organization. Future Aquaculture, Itália (2006). *Marine Aquaculture from a Mediterranean Perspective*.

FAO (Food Agriculture Organization), (2005-2009). *Cultured Aquatic Species Information Programme*. Text by Colloca, F.; Cerasis, S. In FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2005.

FAO (Food Agriculture Organization), (2005-2009). *Cultured Aquatic Species Information Programme*. Text by Figueiras, A. In FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2005.

FAO (Food Agriculture Organization), (2006). *State of World Aquaculture*, pp. 54-55. (www.fao.org/figis/servlet/static?dom=root&xlm=aquaculture/nalo_search.xml)

FAO (Food Agriculture Organization), (2007). *Cage Aquaculture*, **498**, pp.162.

FAO (Food Agriculture Organization), (2008). The State of World Fisheries and Aquaculture. In: In FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2009.

FAO (Food Agriculture Organization), (2009). Fisheries and Aquaculture Department Cultured Aquatic Species Information Programme. *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). (http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mytilus_galloprovincialis/en)

Ferguson, A., Fleming, I.A., Hindar, K., Skaala, Ø., McGinnity, P., Cross, T., Prodöh, I.P., (2007). *Farm Escapes*. In: Verspoor, E., Stradmeyer, L., Nielsen, J., (2005), Atlantic Salmon: Genetics, conservation and management, Oxford, Blackwell Publishing Ltd, pp. 367-409.

Ferreira, J.G., Hawkins, A.J.S., Bricker, S.B., (2007). Management of productivity, environmental effects and profitability of shellfish aquaculture – the Farm Aquaculture Resource Management (FARM) model. *Aquaculture*, **264**, pp. 160-174.

Fiúza, A.F.G., (1983). Upwelling patterns of Portugal. pp. 85-98. *In: E. Suess, J. Thiede (Eds.) Coastal Upwelling. Its sediment record, Part A. Plenum Press, 604.*

Froese, R., Pauly, D., (2009). Fish Base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (09/2009).

Garcia Garcia, J., Garcia Garcia, B., (2007). Contabilidade de costes del engorde de sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en jaulas en mar abierto. *In: XI Congresso nacional de Aquicultura, 2*, pp. 877-880).

Gasca-Leyva, E., León, C.J., Hernández, J.M., Vergara, J.M., (2002). Bioeconomic analysis of production location of sea bream (*Sparus aurata*) cultivation. *Aquaculture, 213*, pp.219-232.

Genovese, S. (1970). Dati biometrici sulla popolazione di *Mytilus galloprovincialis*, Lmk. dello stagno di ganzirri extraits des rapports et process-verbaux des reunions de la C.I.E.S.M.M 15.

Goldburg, R.J., Hopkins D.D., Marston A. (1996) *An environmental critique of government regulations and policies for aquaculture*; pp. 553-574, *In: Polk, M. (1996) Open ocean aquaculture, proceedings of an international Conference; Portland Maine, USA; "New Hampshire-Maine Sea Grant College Program"*

Goudey, C.A., Loverich, G., Kite-Powell, H., Costa-Pierce, B.A., (2001). Mitigating the environmental effects of mariculture through single-point moorings (SPM) and drifting cages. *ICES Journal of Marine Science, 58*, pp. 497-503.

Gaspar M, B., Santos, M, N., Vasconcelos , P., (2001). Weight relationships of 25 bivalve species (Mollusca: Bivalvia) from de Algarve coast (Southern Portugal). *Marine Biology , 81*, pp. 805-807.

Gosling, E.M., (1992). Genetics of Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture. Elsevier, Amsterdam.

Goudey, C.A., Bridger, C.J., (2002). Evolution and performance of a single point mooring for an offshore aquaculture cage; p 126-130. *In: Oceans 2002 MTS/IEEE. October 2002, Biloxi*

Gould, S. J., 1996. Allometry and size in ontogeny and phylogeny; *Biol. Rev.*, **41**, pp. 587-640.

Green, J.K; Grizzle, R.E, (2007). Successional development of fouling communities on open ocean aquaculture fish cages in the westwern Gulf of Maine, USA. *Aquaculture*; **262**, pp. 289-301.

Gulland, J. A.; Holt, S. J., (1959) . Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, **25**: pp 47-49.

Hernández M. D., Egea M. A., Rueda F. M., Martínez F. J., García-García B. (2003). Seasonal condition and body composition changes in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) raised in captivity; *Aquaculture*; **220**: p 569-580

Hernández, M.D., Martinez, F.J., Jover, M., García-García, B. (2007). Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Dipoldus puntazzo*) diet. *Aquaculture*; **263**: pp 159-167

Himmelman, J.H., 1998. Movement of Whelks(*Buccium undatum*) towards a baited trap. *Marine Biology*; **97**: pp 521-531.

Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M. (2001). Food Intake in Fish, Blackwell Science, p 135-138.

Huang, C., Jang, H., Liv, J., (2008). Effects of waves and currents on gravity type cages in the open sea. *Aquaculture Engineering*, **38**, pp. 105-116.

Huguenin, J.E, (1996). The design operations and economics of cage culture systems. *Aquaculture Engineering*, **16**, pp. 167-203.

INE - Instituto Nacional de Estatística (2009).

Jauralde, I., Torío, A., Espert, J., Martínez, S., Moñino, A., Tomas, A., Navarro, R.D. & Jover, M., (2007). Modelización de la tasa de crecimiento instantáneo y del índice de conversión alimentario en función de la tasa de alimentación diaria en dorada (*Sparus aurata*). In: XI Congresso Nacional de Acuicultura, **2**. pp. 1375-1378.

Jover, M., Martínez, S., Tomás, A., Perez, L., (2003). Propuesta metodológica para el diseño de instalações píceolas; *AquaTic*; **19**; pp. 17-26.

Kaewnern, M., Yakupitiyage, (2008). *Contribution of mollusc culture to control eutrophication in the coastal Bay : a case of study of Bandon Bay, surat thani, Thailand.*

Kaiser, M.J., Attrill, M.J., Jennigs, S., Thomas, D.N., Barnes, D.K., Brierley, A.S., Polunin, N.V.C., Raffaelli, D.G., Williams, P.J.B., (2005). *Marine Ecology: Processes, Systems, and Impacts*; Oxford University Press; United States of America.

Karayucel, S., Karayucel, I., (1997). Influence of environmental factors on condition index and biochemical composition in *Mytilus edulis* L. in cultivated-raff system, in two Scottish lochs. *Marine Science*, **3**, pp. 149-166.

Karayucel, S., Karayucel, I., (1999). Growth and mortality of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) reared in lanterns net in Loch Kishorn, Scotland. *Veterinary and Animal Sciences*, **23** pp. 397-402.

Koumoundouros, G. ; Carrillob, J., Divanach, P & Kentouri, M., (2004). The rearing of common *Dentex dentex* (L.) During the hatchery and on-growing phases. *Aquaculture* **240**, pp. 165-173

Lekang, O.I., (2007). *Aquaculture Engineering*; Department of Mathematical and Technology, Norwegian University of Life Sciences, Blackwell Publishing, pp. 184-185.

Léon-Santana, M., Hernández, J.M., (2007). Optimum management and environmental protection in the aquaculture industry, *Ecological Economics* in Press.

Lisac, D., (2001). A tension leg cage system for offshore aquaculture in the Mediterranean, In: *Mediterranean Offshore Book*; CHIEAM Options Méditerranéennes, pp. 109-113.

Lök, A., (2001). Growth rate of different size groups of mussels, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) in Iskele-Urla (Bay of Izmir). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **18**, pp.141-147.

Lök, A., Sefa, A., Serpil S., Aysun, K., Harun, Y. (2007). Growth and mortality of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis*, in relation to size on longline in Mersin Bay, Izmir (Turkey - Aegean Sea); *Aquaculture Research*; **38**, pp. 819-826.

Lucas, J.S., Southgate, P.C., (2005). *Aquaculture, Farming aquatic animals and plants*; 2nd Edition, Blackwell Publishing.

Mazzola, A., Favalaro, E., Sara, G., (1999). Experience of integrated mariculture in a southern Tyrrhenian area (Mediterranean sea). *Aquaculture Research*, **30**, pp. 773-780.

McVey, J.P., Stickney, R.R., Yarish, C., & Choppin, T., (2002). Aquatic polyculture and balanced ecosystem management: new paradigms for seafood production. *In: Responsible Marine Aquaculture*. Edited by: Stickney, R.R. & McVey, J.P., CABI Publishing.

Mente, E., Pierce, G. J., Santos, M. B., Neofitou, C., (2006). Effect of feed and feeding in culture of salmonids on the marine aquatic environment: a synthesis for European aquaculture; *Aquaculture International*, **14**, pp. 499-522.

Mareiros, S, M. M., (1993). Estudo do crescimento em Profundidade de *Mytilus galloprovincialis* em cultura de "Long-Line" (Videsa Sagres). Dissertação final de curso Biologia Marinha e Pescas.

Michler-Cieluch, T., Krause, G., Buck, B.H., (2009). Reflections on integrating and maintenance activities of offshore wind farms and mariculture. *Ocean & Coastal Management* **52** pp. 57-68.

Minambres, M., Aghzar, A., Pita, A., Pérez, M., Presa, P., (2007). Early determination of growth rate in *Mytilus galloprovincialis* seed culture in long line. *Aquaculture Europe*, University of Vigo.

Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. Decreto-Lei n.º 278/87 de 7 de Julho.

Ministério do Planeamento e da Administração do Território. Decreto-Lei n.º 70/90. DR 51/90 Série I de 2 de Março de 1990.

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Decreto-Lei n.º 383/98 de 27 de Novembro.

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Decreto Regulamentar n.º 14/2000, de 21 de Setembro.

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Decreto-Lei n.º 226-A/2007 de 31 de Maio.

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Decreto Regulamentar n.º 9/2008 de 18 de Março.

Mosig, J., Fallu, R., (2004). Australian Fishfarmer. Land Links, 2nd edition. pp. 119-121.

Muir, J.F., (2004). The potential for offshore mariculture. *In: Mediterranean Offshore Book. CHIEAM Options Méditerranéennes.* pp 19-24.

Net Systems, Netting Products (www.net-sys.com)

NOAA/UNH CINEMar, (2005). (www.magazine.noaa.gov)

OceanSpar Owners Manual, IPIMAR, Olhão, Portugal.

OceanSpar – Soluções para Aquicultura Marinha (www.oceanspar.com)

Omeva – Actividades Marinhas, Aquacultura Offshore em Portugal, www.omeva.hostoi.com.

Orhan, A., Ondokuz, M., (1997). Growth of the Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819) on Ropers in The Black Sea, Turkey Journal of Veterinary and Animal Sciences **23** (1999) pp. 183-189.

Paleo, J.D.B., Muir, J., Turner, R., (2000). Offshore mariculture: *Workboats.* *In: Mediterranean Offshore Book. CHIEAM Options Méditerranéennes,* pp. 179-190.

Paulo, R., (2004). *Circulação oceânica ao largo da Península Ibérica*, CIMA Centro de Investigação Marinha e Ambiental; Universidade do Algarve (<http://www.fcastelo.net>)

Peharda, M., Zupan, I., Bavcevic, L., Frankic, A. & Klanjscek, T., (2007). Growth and condition index of mussel *Mytilus galloprovincialis* in experimental integrated aquaculture. *Aquaculture Research*, **38**, p.1714-1720

Peña, J.B., Calvo, R., (2007). Policultivo de mejillon (*Mytilus galloprovincialis*) com dorada (*Sparus aurata*) y lubina (*Dicentrarchus labrax*) en una localidad mediterránea; In: XI Congreso Nacional de Vigo; **1**; Vigo, 24-28 Septiembre 2007.

Pérez Camacho, A., Labarta, U., Beiras, R., (1995). Growth of mussels (*Mytilus edulis galloprovincialis*) on cultivation rafts: influence of seed source, cultivation site and phytoplankton availability. *Aquaculture*, **138**, pp. 349-362.

Pereira, P. (2002). Avaliação do impacte ambiental do cultivo offshore de peixes na costa Sul Algarvia, Relatório Anual 2002, Aquicultura *off-shore*.

Pessoa, M.F., Mendes, B., Oliveira, J.S., (2006). Culturas marinhas em Portugal, 1ª Conferência Lusófona sobre o Sistema Terra, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Peteiro, L.G., Filgueira, R., Labarta, U., Fernández-Reiriz, M.J., (2007). Efecto del tiempo de inmersión de las cuerdas colectoras sobre el asentamiento de *Mytilus galloprovincialis*, In: : XI Congreso Nacional de Vigo; **2**; Vigo, 24-28 Septiembre pp. 491-494

Piccolo, G., Bovera, F., Riu, N., Marono, S., Salati, F., Cappuccinelli, R., Moniello, G., (2008). Effect of two different protein/fat ratio of the diet on meagre (*Argyrosomus regius*) traits; *Ital. J. Anim. Sci.*, **7**, pp. 363-371.

Pillay, T.V., Kutty, M.N., (2005). *Aquaculture Principles and Practices*, 2nd Edition, Blackwell Publishing Ltd.

Plano Operacional para as Pescas 2007-2013, 2007. MADRP – Direcção Geral das Pescas e Agricultura

Portaria nº 156/2003. DR 39 Série I-B, 15 de Fevereiro de 2003, MADRP. pp. 1018-1019.

Pousão-Ferreira, P., (2008). Piscicultura em Mar Aberto, XI Jornadas Técnicas “O Sector Marítimo Português”, IST, APL e IPIMAR.

Quéméner, L., Suquet, M., Mero, D., Gaignon, J.L., (2002). Selection method of new candidates for finfish aquaculture: the case of the French Atlantic, the Channel and the North Sea coasts. *Aquatic Living Resources*, **15**, pp. 293-302.

Refamed – Tecnologias para cultivo em mar abierto. Manual da jaula.

Riera, F., Pastor, E., Grau, A.M., Pou, S., Grau, A. & Massutí, E., (1993). Experiencias en el cultivo del common dentex, *Dentex dentex* (L.). In: Actas IV Congreso Nac. Acuicult. , pp. 143–148.

Rubio, A.R., (2007). Plataformas para la Alimentación Automática en Granjas Acuicolas Españolas. In: XI Congreso Nacional de Vigo; Tomo 1; Vigo, 24-28 Septiembre 2007

Rueda, F.M., Martinez, F.J., (2001). A review on biology and potential aquaculture of *Dentex dentex*. *Fish Biology*, **11**, pp. 57-70.

Ruyet, P.J., Mahé, K., Bayon, L. & Delliou, L., (2004). Effects of temperature on growth and metabolism in a mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, **237** pp. 269-280.

Sahin, T., Akbulut, B., Aksungur, M., (2000). Compensatory growth in sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkey Journal of Zoology*, **24**, pp. 81-86.

Saldanha, L., (1995). Fauna submarina Atlântica : Portugal, Açores, Madeira, 2ª edição, Revista Europa América Lisboa.

Sara, G., Manganaro, A., Cortese, G., Pusceddu, A., Mazzola, A., (1998). The relationship between food availability and growth in *Mytilus galloprovincialis* in the open sea (Southern Mediterranean). *Aquaculture*, **167**, pp. 1-15.

Scott, D.C.B., Muir, J.F., (2004). Offshore cage systems - a practical overview, Institute of aquaculture, University of Stirling, Scotland, UK, *In: Mediterranean Offshore Book; CHIEAM Options Méditerranéennes.*

Sims, N.A., 2006. *Kona Blue Water Farms*. *In: Presentation to: World Aquaculture Society.*

Sokal, R.R., Rohlf, F.J., (1987). Introduction to biostatistics, 2nd ed. New York: W. H. Freeman & Company. *In: Gaspar, M.B., Santos, M.N., Vasconcelos, P. (2001). Weight-length relationships of 25 bivalve species (Mollusca: Bivalvia) from the Algarve coast (southern Portugal). Marine Biology, 81, pp. 805-807.*

Strohmeier, T., Duinker, A., Strand, O. and Aure, J., (2008). Temporal and spatial variation in food availability and meat ratio in a longline mussel farm (*Mytilus edulis*). *Aquaculture 276(1-4)*, pp. 83-90.

Swift, M.R., Fredriksson, D.W., Unrein, A., Fullerton, B., Patursson, O., Baldwin, K., (2006). Drag force acting on biofouled net panels. *Aquacultural Engineering, 35*, pp. 292-299.

Webster, C. D., Lim, C., (2007). Nutrient requirement and feeding of Finfish for Aquaculture. Cabi Publishing, pp. 65-68.

Instituto Hidrográfico, *Tabela das Marés* 2009.

Toranzo, A.E., (2007). Enfermedades Bacterianas Emergentes en Cultivos Marinos de Peces, *In: XI Congreso Nacional de Vigo; 1; Vigo, 24-28 Septiembre 2007*

Tsuchiya, M., (1983). Mass mortality in a population of the mussel *Mytilus edulis* L. caused by high temperature on rocky shores. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 66* p. 101-111.

Turner, R., (2000). Offshore Mariculture: Site Evaluation. *In: Mediterranean Offshore Book; CHIEAM Options Méditerranéennes.*

Valle, C., Bayle-Sempere, J.T., Dempster, T., Sanchez-Jerez, P., Gimenez-Casalduero F., (2007). Temporal variability of wild fish assemblages associated with a sea cage fish farm in Southern-western Mediterranean Sea. *Estuarine, coastal and shelf Science*, **72**, pp. 299-307.

Valli, G., (1980). Riproduzione ed accrescimento di alcune specie di mollusci eduli nelle lagune de Grado e di Marano. *Nova Thalassia*, **4**, pp. 49-65.

Varvarigos, P. (2003). Economically Important Pathologies of the Marine Fish Cultured in Greece and the Aegean Sea, 10th National Conference of the Italian Society of Fish Pathologists, October 2003. p.24

Velasco, A.M., (2007). Una nueva especie para la acuicultura marina, la corvina (*Argyrosomus regius*), *In: XI Congreso Nacional de Vigo 1*; Vigo, 24-28 Septiembre 2007.

Webber, H.H & Riordan, P.F., (1976). Criteria for candidate species for aquaculture. *Aquaculture*, **7**, pp. 107-123.

www.akvagroup.com. Cage Farming Aquaculture (2009). AKVA Group, AKVA Smart, Idema Net Systems.

Ye, L., Ritz, D.A., Fenton, G.E., Lewis, M.E., (1991). Tracing the influence on sediments of organic waste from a salmonid farm using stable isotope analysis, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*; **145**: pp. 161-174.

Yildiz, H., Lök, A., (2005). Growth and survival rates of different size classes of black mussel (*Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819) at two culture systems in Dardanelles. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **22**, pp. 69-74.

Young, I.R., (1999). Wind generated ocean waves. *Elsevier ocean engineering book series*, **2**, pp. 3-23.

ANEXO 1

Procedimento de inversão da jaula Sea Station® SS3100

Flip

Uma das particularidades deste modelo é a capacidade de girar sobre si, passando a extremidade inferior do tubo central a extremidade superior.

Antes de inverter a jaula devemos efectuar a desconexão de alguns cabos. Cada jaula encontra-se fixa por cabos primários que se ligam aos cabos secundários que por sua vez se ligam às junções do anel. Em cada vértice cardeal, os cabos secundários são designados com a letra A, B ou C.

A sequência de desconexão destes cabos depende da direcção da corrente que se verifica no momento. Segundo o manual da OceanSpar, sempre que se realizar esta operação deve-se desconectar os cabos secundários designados pela letra A e C no vértice NW e no vértice SE (Fig. 1).

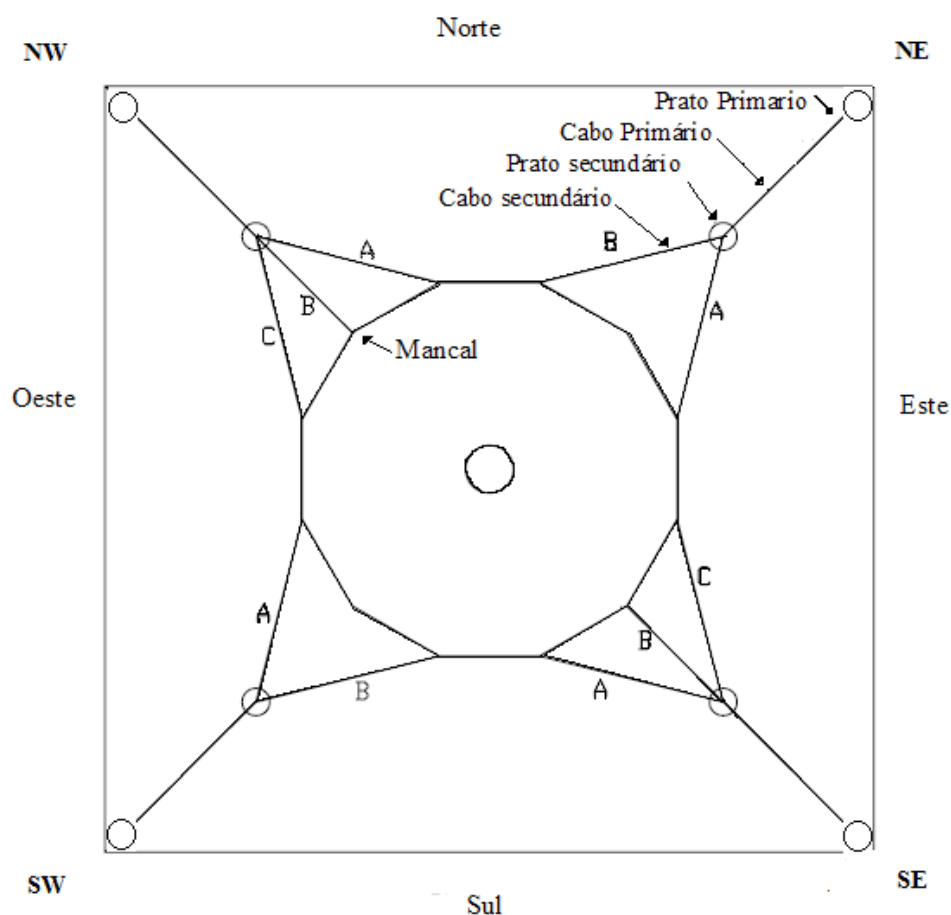


Figura 1: Diagrama esquemático de uma jaula Sea Station SS 3100 Flip e pontos de fixação (Fonte: Adaptado de OceanSpar Owners Manual).

Por exemplo, imagine-se um cenário em que a corrente vem de SW e que pretendemos inverter a jaula. Para isso começamos por desconectar o cabo primário no vértice NE que se liga por meio de uma manilha ao prato primário (Fig. 2).

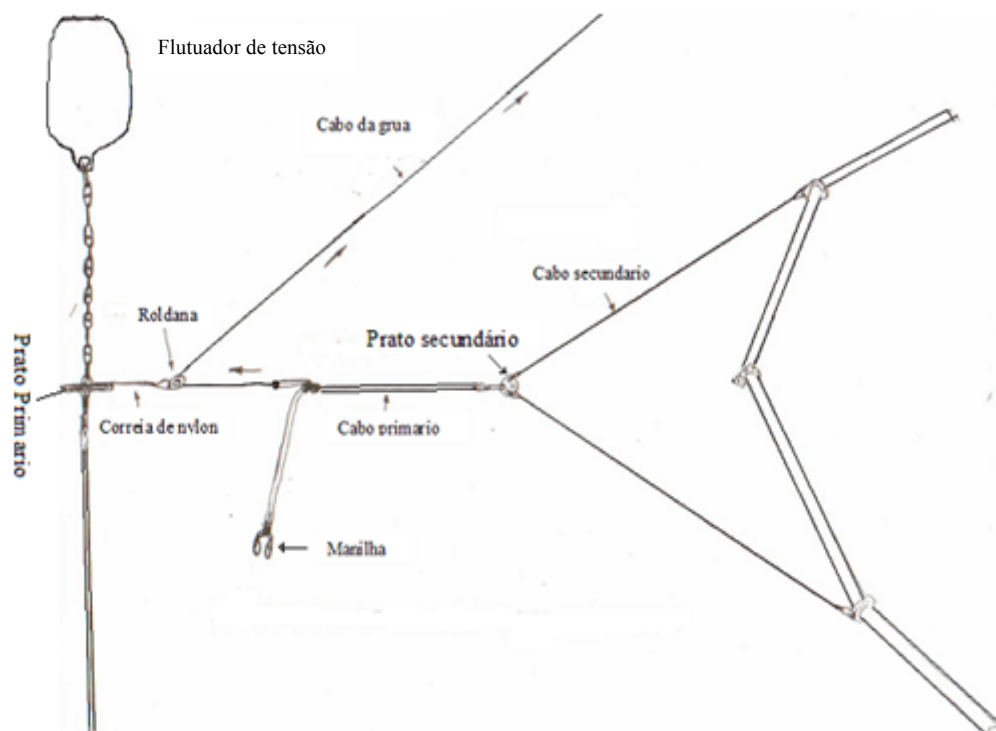


Figura. 2: Diagrama representativo dos elementos envolvidos na conexão e desconexão dos cabos primários (Adaptado de OceanSpar Owners Manual).

A manilha do cabo primário é conectada temporariamente a uma das junções do anel de forma a acompanhar o movimento da jaula no momento de inversão. Por fim, é desconectado no vértice SW o cabo primário do anel primário. A manilha solta juntamente com os cabos e prato secundário são conectados temporariamente a uma das junções do anel. Por vezes, no ponto que está contra a corrente, é necessário recorrer a um cabo puxado por um barco ou por uma grua que alivia a tensão e permite a desconexão da manilha.

Uma vez desconectados todos os cabos a jaula está preparada para girar. Para isso, deve estar no estado submerso e a válvula T na extremidade superior do *spar* deve estar fechada bem como a válvula B na extremidade inferior do *spar*. As restantes válvulas em ambas as extremidades devem estar abertas. Para iniciar o *flip* os mergulhadores devem conectar a mangueira de ar à válvula B na extremidade superior do tubo central e inicia-se o enchimento da câmara de ar inferior (Fig. 3)

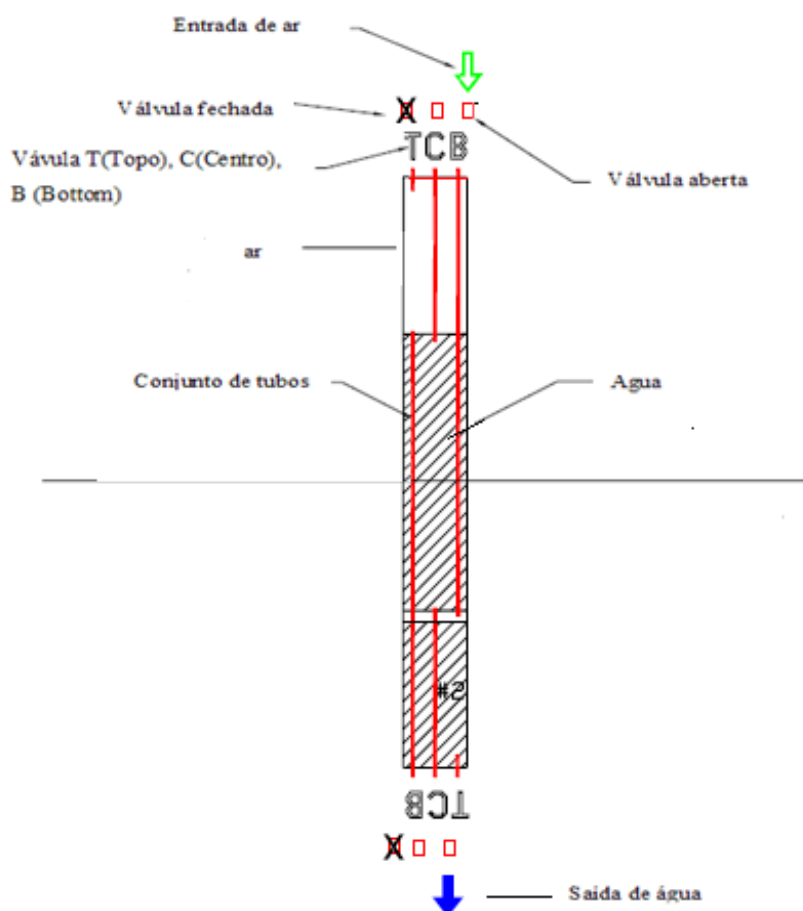


Figura 3 - Fase 1 da inversão da jaula Sea Station SS 3100 (Adaptado de: OceanSpar Owners Manual).

À medida que a câmara inferior se enche com ar, a jaula começa a subir até que a parte superior do tubo central apareça á superfície. Quando a câmara inferior estiver cheia verifica-se a saída de grandes quantidades de ar da válvula T na parte inferior do tubo central (Fig. 4)

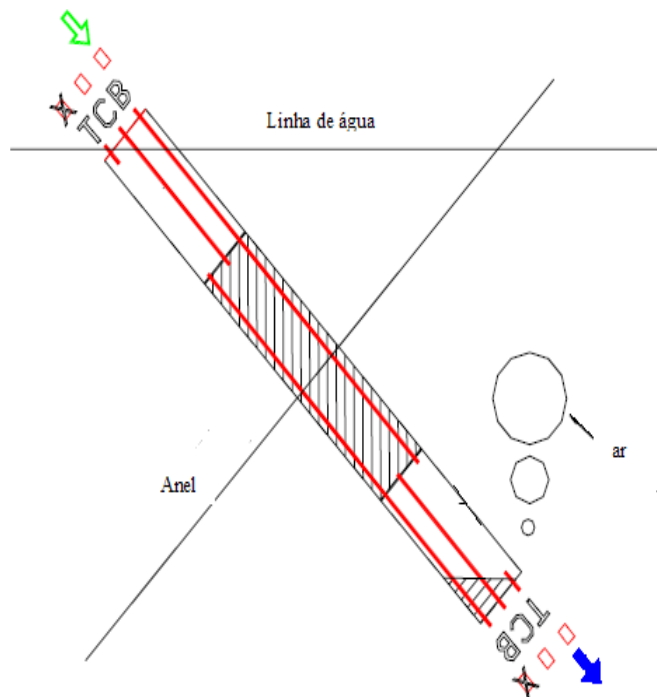


Figura 4 - Fase 2 da inversão da jaula Sea Station SS 3100 (Adaptado de: OceanSpar Owners Manual)

Posteriormente a válvula B no topo do *spar* é fechada e a mangueira de ar retirada e transferida para a válvula C na extremidade inferior. Os mergulhadores fecham a válvula T e abrem a válvula B, na extremidade inferior do *spar*. Neste momento a câmara inferior encontra-se cheia de ar e com as válvulas fechadas em ambas as extremidades. A câmara superior encontra-se pronta para se encher de água e a central para se encher de ar (Fig.5).

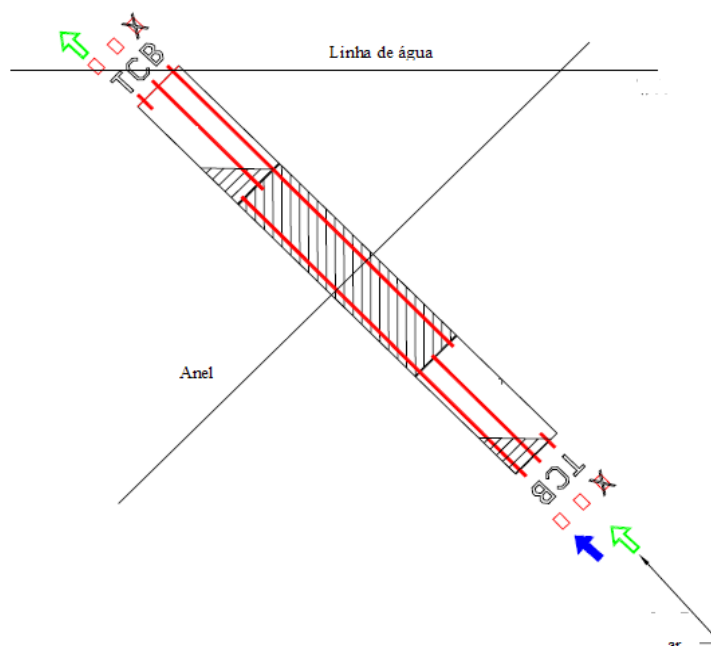


Figura 5 - Fase 3 da inversão da jaula Sea Station SS 3100 (Adaptado de: OceanSpar Owners Manual)

Após a inversão os cabos primários NE e SW e os cabos secundários do vértice NW e SE devem ser reconectados o mais rápido possível.

Com a câmara central cheia e a respectiva válvula fechada os mergulhadores transferem a mangueira de ar para a válvula B na extremidade superior do *spar* de forma a emergir o sistema até ao nível do anel.

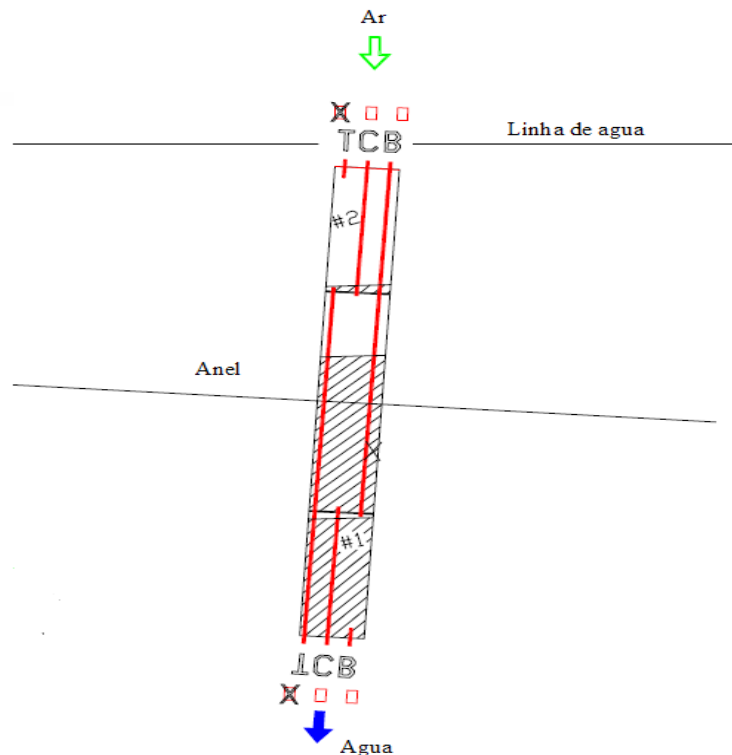


Figura 6: Ajuste da profundidade da jaula Sea Station SS 3100 Flip (Adaptado de: OceanSpar Owners Manual).

Para submergir o sistema os mergulhadores retiram a mangueira de ar da válvula B e abrem a válvula C e a válvula B na extremidade superior do *spar*.

É importante certificar-se, no final da operação, que a válvula T na extremidade superior e a válvula B na extremidade inferior estão devidamente fechadas e reforçadas por um cabo para evitar aberturas acidentais.