



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA
VETERINÁRIA**

TÍTULO | Importância dos fatores de manejo na sanidade da exploração piscícola

Nome do Mestrando | José Miguel Martins Tavares

Orientação | Doutor Luís Martins

Orientação Externa | Doutora Maria do Céu Viegas

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária
Área de Especialização | Medicina da Produção
Relatório de Estágio

Évora, 2017



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA
VETERINÁRIA**

TÍTULO | Importância dos fatores de manejo na sanidade da exploração piscícola

Nome do Mestrando | José Miguel Martins Tavares

Orientação | Doutor Luís Martins

Orientação Externa | Doutora Maria do Céu Viegas

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária
Área de Especialização | Medicina da Produção
Relatório de Estágio

Évora, 2017

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à minha mãe, fonte inesgotável de compreensão e ternura, que sempre me suporta em todas as minhas decisões, e ao meu pai, pelo exemplo de determinação. Exprimo também gratidão aos meus falecidos avós, corajosos guerreiros incansáveis, que ajudaram a criar o local que me fez interessar pela área da piscicultura, e que permanecem sempre uma fonte de motivação.

Ao professor Luís Martins, que permitiu a realização do trabalho de investigação no âmbito do estágio curricular, e que me orientou durante este percurso de forma inteligente, oferecendo sugestões que permitiram o enriquecimento do estágio e a resolução deste relatório de forma completa e estruturada.

À Dra. Maria do Céu Viegas, por ter sido o elo de ligação que permitiu o estágio na NashaRyba e na Stolt Sea Farm, e pelo importante apoio na realização do mesmo, mostrando sempre uma enorme simpatia e disponibilidade.

Ao colega Luís Camarneiro, que foi fundamental na minha aprendizagem sobre a aquicultura, partilhando os seus conhecimentos de forma muito clara e concisa. Agradeço também a simpatia de todos aqueles que tive o prazer de conhecer durante o período de estágio na NashaRyba.

Ao Tiago Dias, pelas explicações sobre o maneio realizado na Stolt Sea Farm, e pela ajuda dispensada durante a realização das colheitas de sangue, que serviram de base ao trabalho de investigação. Agradeço também aos trabalhadores da Stolt Sea Farm, que tão bem me receberam, mostrando-se muito solidários durante as tarefas realizadas, e proporcionando um ambiente de boa disposição.

Por fim, agradeço ao Ricardo Lopes a valiosa ajuda dispensada durante a fase final da elaboração deste relatório.

RESUMO

O relatório apresentado refere-se às atividades de manejo observadas e desenvolvidas durante o estágio curricular do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária e estabelece o enquadramento teórico destas atividades no âmbito da indústria emergente da aquicultura, explorando a importância da profilaxia na manutenção da saúde animal. O estágio foi realizado em duas explorações de piscicultura com características de manejo distintas. A primeira parte do estágio decorreu na exploração de piscicultura de dourada e robalo NashaRyba Produção e Comércio de Peixe Lda., durante o período compreendido entre 6 de Março de 2017 e 28 de Abril de 2017, e a segunda parte, na exploração de piscicultura de pregado Stolt Sea Farm (Portugal) S.A., durante o período compreendido entre 17 de Maio de 2017 e 24 de Julho de 2017.

Palavras-chave: Maneio; Aquicultura; Profilaxia; Saúde animal; Piscicultura

The importance of management factors for health in fish farming

ABSTRACT

This report refers to the activities observed and conducted during the internship of the MSc in Veterinary Medicine. It explores several theoretical aspects related to the farming of aquatic animals, with emphasis on the prophylaxis in fish farming. The internship was divided between two fish farms with distinct types of management. The first part of the internship took place in the seabream and seabass fish farm NashaRyba Produção e Comércio de Peixe Lda., from the 6th of March 2017 to the 28th of April 2017; and the second, in the turbot fish farm Stolt Sea Farm (Portugal) S.A., from the 17th of May 2017 to the 24th of June 2017.

Key words: Management; Aquaculture; Prophylaxis; Animal health; Fish farming

ÍNDICE

I. Índice de Gráficos.....	V
II. Índice de Tabelas.....	VI
III. Índice de Figuras.....	VII
IV. Abreviaturas e Siglas.....	X
1. Introdução.....	1
2. Monografia.....	2
2.1. Definição e características gerais da aquicultura.....	2
2.2. Enquadramento histórico e socioeconómico da aquicultura.....	8
2.3. A aquicultura em Portugal.....	18
2.4. Impactos da aquicultura no meio ambiente e no bem-estar animal.....	23
2.5. Maneio da exploração piscícola.....	30
2.5.1. Seleção do local da exploração.....	31
2.5.2. Qualidade da água.....	32
2.5.2.1. Salinidade.....	33
2.5.2.2. Temperatura.....	34
2.5.2.3. Oxigénio dissolvido.....	34
2.5.2.4. Amónia, nitratos e nitritos.....	36
2.5.2.5. Dióxido de carbono.....	37
2.5.2.6. Cloro.....	37
2.5.2.7. Pressão total de gases.....	38
2.5.2.8. pH, alcalinidade e dureza.....	39
2.5.2.9. Partículas sólidas em suspensão.....	39
2.5.2.10. Metais pesados.....	40
2.5.3. Maneio alimentar.....	40
2.5.3.1. Necessidades nutricionais.....	42
2.5.3.2. Fatores que afetam a alimentação.....	43
2.5.4. Procedimentos específicos de maneio.....	45
2.5.5. Profilaxia sanitária geral.....	46
2.5.6. Profilaxia e terapêutica médica.....	47
2.6. Doenças importantes em piscicultura.....	49
2.6.1. Doenças virais.....	50
2.6.2. Doenças bacterianas.....	52
2.6.3. Doenças fúngicas.....	55
2.6.4. Doenças parasitárias.....	56
2.7. Aquicultura de dourada (<i>Sparus aurata</i>).....	58
2.7.1. Características morfológicas e ecológicas da dourada.....	58

2.7.2.História e situação actual.....	60
2.7.3.Sistemas de produção.....	61
2.8. Aquicultura de robalo (<i>Dicentrarchus labrax</i>).....	63
2.8.1.Características morfológicas e ecológicas do robalo.....	63
2.8.2.História e situação actual.....	65
2.8.3.Sistemas de produção.....	67
2.9. Aquicultura de pregado (<i>Psetta maxima</i>).....	68
2.9.1.Características morfológicas e ecológicas do pregado.....	68
2.9.2.História e situação actual.....	69
2.9.3.Sistemas de produção.....	70
3. Acompanhamento da produção de dourada e robalo em regime semi-intensivo.....	72
3.1. Caracterização da exploração.....	72
3.2. Maneio da exploração.....	73
3.3. Atividades desenvolvidas.....	75
3.4. Doenças observadas.....	76
4. Acompanhamento da produção de pregado em regime intensivo.....	78
4.1. Caracterização da exploração.....	78
4.2. Maneio da exploração.....	83
4.3. Atividades desenvolvidas.....	89
4.4. Doenças observadas.....	90
4.5. Trabalho de investigação.....	91
5. Discussão.....	94
6. Conclusões.....	97
7. Perspetivas futuras.....	98
8. Bibliografia.....	99

I. Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Evolução dos volumes de produção pesqueira e aquícola mundiais (milhões de toneladas), durante o período compreendido entre 1950 e 2014 [adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]	11
Gráfico 2 – Evolução da contribuição relativa das pescas e da aquicultura para o consumo humano de peixe [adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]	12
Gráfico 3 – Evolução do consumo mundial de animais aquáticos, per capita, e da população mundial, durante o período compreendido entre 1950 e 2014 [adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]	13
Gráfico 4 – Evolução do volume da produção aquícola mundial, durante o período compreendido entre 1995 e 2014 [adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]	14
Gráfico 5 – Evolução do valor da produção aquícola mundial, durante o período compreendido entre 1995 e 2014 [adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]	14
Gráfico 6 – Evolução da produção total de aquicultura e pesca dos 28 Estados Membros da UE, durante o período compreendido entre 1950 e 2015 [Adaptado de APROMAR (2017) ⁽¹⁶⁾]	18
Gráfico 7 – Produção aquícola total, em milhares de toneladas (a azul), e consumo de produtos aquáticos, <i>per capita</i> , em quilograma (a vermelho), em vários países europeus, no ano 2014 [Fontes: Helminger W & Martins C (2016) ⁽¹⁵⁾ e EUMOFA (2017) ⁽¹⁹⁾]	19
Gráfico 8 – Evolução dos preços médios de mercado (€) das principais espécies de aquicultura produzidas em Portugal [Adaptado de STECF (2016) ⁽²⁰⁾]	21
Gráfico 9 – Fornecimento global de FP (milhares de toneladas) durante o período compreendido entre 1997 e 2015 [adaptado de SEAFISH (2016) ⁽²⁴⁾]	24
Gráfico 10 – Produção global de dourada (toneladas) [adaptado de Colloca F & Cerasi S (2017) ⁽⁷³⁾]	60
Gráfico 11 – Principais países produtores de dourada no período compreendido entre 2007 e 2015 [adaptado de FEAP (2016) ⁽⁷⁵⁾]	61
Gráfico 12 – Produção global de robalo (toneladas) [adaptado de Ortega A (2013) ⁽⁷⁶⁾]	66
Gráfico 13 – Principais países produtores de robalo no período de 2007-2015 [adaptado de FEAP (2016) ⁽⁷⁵⁾]	66
Gráfico 14 – Principais países produtores de pregado no período de 2007-2015 [Adaptado de FEAP (2016) ⁽⁷⁵⁾]	69

II. Índice de Tabelas

Tabela 1 – Volume total da produção aquícola dos Estados Membros da UE (milhares de toneladas), entre 2000 e 2014 [Adaptado de Helminger W & Martins C (2016) ⁽¹⁵⁾]	16
Tabela 2 – Valor da produção aquícola dos Estados Membros da EU (€), entre 2000 e 2014 [Adaptado de Helminger W & Martins C (2016) ⁽¹⁵⁾]	17
Tabela 3 – Produção aquícola total (milhares de toneladas) e valor de venda (milhões de euros) em Portugal, durante o período compreendido entre 2008 e 2014 [Adaptado de: STECF (2016) ⁽²⁰⁾]	20
Tabela 4 – Quantidade de alimento (Kg) necessária para produzir 450 g de diversos produtos animais [Fonte: Parker R (2002) (5)]	41
Tabela 5 – Resultados obtidos na contagem de eritrócitos e leucócitos em câmara de Neubauer melhorada e contagem diferencial (os resultados obtidos para a amostra 4 não foram incluídos nos cálculos, já que ocorreu a contaminação do sangue por fluidos tissulares, decorrente de um erro na colheita)	93
Tabela 6 – Resultados obtidos nas análises bioquímicas efetuadas ao plasma	93

III. Índice de Figuras

Figura 1 – Tanque de terra da exploração piscícola da empresa NashaRyba [fotografia original].....	5
Figura 2 – Raceways utilizados na aquicultura de robalo (fotografia de Patrick Prouzet) [Adaptado de Bagni M (2005) ⁽⁹⁾].....	6
Figura 3 – Jaulas marítimas utilizadas na aquicultura de salmão na Noruega (fotografia por: Sjømatrådet/Johan Wildhagen) [Adaptado de The Research Council of Norway ⁽¹⁰⁾].....	7
Figura 4 – Primeiro registo escrito sobre a aquicultura [Adaptado de FAO Corporate Document Repository ⁽¹¹⁾].....	9
Figura 5 – Representação de um lago central de um jardim do Nilo, encontrada num desenho do túmulo de Nebamun, datado de 1350 AC (Museu Britânico) [Adaptado de Hunt P ⁽¹²⁾].....	10
Figura 6 – Principais espécies produzidas em Portugal durante o ano 2014 [Adaptado de: STECF (2016) ⁽²⁰⁾].....	21
Figura 7 – Utilização relativa de FP pelos setores de aquicultura, suinicultura e avicultura, em 1960, 1980 e 2010. [Adaptado de SEAFISH (2016) ⁽²⁴⁾].....	24
Figura 8 – Previsão da percentagem de incorporação de matérias-primas para 2010 feita em 2002 (à esquerda) e percentagem de incorporação de matérias-primas efetivamente observada em 2010 (à direita) [Adaptado de: FEAP (2014) ⁽²⁵⁾].....	25
Figura 9 – Salmão (à esquerda), mexilhão (à direita) e algas (à direita, por trás) em sistema de AIMT, na baía de Fundy, Canadá [adaptado de: FAO (2009) ⁽³⁴⁾].....	28
Figura 10 – Vacinação intraperitoneal (fotografia por Asgeir Østvik) [adaptado de FVE (2014) ⁽¹⁷⁾].....	48
Figura 11 – Vacinação por imersão rápida [adaptado de Adams A (2016) ⁽⁶⁰⁾].....	49
Figura 12 – Dourada (<i>Sparus aurata</i>) [Adaptado de Ortega A (2008) ⁽⁷²⁾].....	59
Figura 13 – Robalo (<i>Dicentrarchus labrax</i>) [adaptado de Ortega A (2013) ⁽⁷⁶⁾].....	63
Figura 14 – Robalo (<i>Dicentrarchus labrax</i>) – Detalhe da cabeça [adaptado de Ortega A (2013) ⁽⁷⁶⁾].....	64
Figura 15 – Pregado (<i>Psetta maxima</i>) [Adaptado de Villanueva R & Souto F (2017) ⁽⁷⁸⁾].....	68
Figura 16 – Imagem aérea da exploração piscícola da empresa NashaRyba (a área da exploração foi delimitada a vermelho) [Cedida pelo gestor da exploração, Luís Camarinho]...73	73
Figura 17 – Alimentador automático e oxímetro [fotografia original].....	75
Figura 18 – Embalamento dos peixes segundo diferentes categorias de peso (D2/3: dourada com 200 a 300 g de peso; R4/6: robalo com 400 a 600 g de peso) [fotografia original].....	76

Figura 19 – Robalo intensamente parasitado com o crustáceo <i>Caligus sp.</i> [fotografia original].....	77
Figura 20 – <i>Nursery</i> da exploração de pregado da Tocha [fotografia original].....	78
Figura 21 – Tanques S1-S6 (em primeiro plano), B1-B9 (ao fundo, do lado direito) e T1-T8 (ao fundo, do lado esquerdo) da exploração de pregado da Tocha [fotografia original].....	79
Figura 22 – Tanques 30-49 da Fase Nova da exploração de pregado da Tocha [fotografia original].....	79
Figura 23 – Esquema da entrada de água nova nos tanques cabeceira a partir de múltiplos furos [cedido por um dos supervisores da exploração, Tiago Dias].....	80
Figura 24 – Esquema geral da exploração de pregado da Tocha [cedido por um dos supervisores da exploração, Tiago Dias].....	81
Figura 25 – Esquema das linhas de água da exploração, mostrando o sistema de evacuação da água [cedido por um dos supervisores da exploração, Tiago Dias].....	81
Figura 26 – Tanque cabeceira da Fase Nova (à direita) e tanques de ozonização (à esquerda, de coloração preta) [fotografia original].....	82
Figura 27 – Tanque de sedimentação dos efluentes da exploração [fotografia original].....	82
Figura 28 – Medição do OD na água de saída de um tanque [fotografia original].....	84
Figura 29 – Registo do OD (mg/L) (Os números “10” a “40” correspondem aos tanques da Fase Nova; as letras “B”, “T” e “S”, aos tanques da Fase Velha onde é iniciada a engorda; as letras “N”, “O” e “P”, aos tanques da <i>nursery</i> ; TR.10/20: Tanque de referência dos tanques 10 a 20; TR.FV: Tanque de referência da Fase Velha; TR.FN: Tanque de referência da Fase Nova) [fotografia original].....	84
Figura 30 – Aparelho de medição da saturação de gases [fotografia original].....	85
Figura 31 – Folha de registo semanal dos parâmetros de controlo da qualidade da água [fotografia original].....	85
Figura 32 – Acumulação de ferro na tubagem de saída de um tanque [fotografia original].....	86
Figura 33 – Oxigenação de emergência em funcionamento num tanque [fotografia original].....	87
Figura 34 – Autovacina contra o parasita protozoário <i>Philasterides dicentrarchi</i> [fotografia original].....	88
Figuras 35 e 36 – Procedimento de vacinação dos peixes contra a scuticociliatose do pregado [fotografias originais].....	88
Figura 37 – Captura dos peixes para abate [fotografia original].....	89
Figura 38 – Abate dos peixes por choque térmico [fotografia original].....	90
Figura 39 – Colheita de sangue num pregado por punção da veia caudal [fotografia por: Tiago Dias].....	91

Figura 40 – Contagem manual de eritrócitos ao microscópio ótico utilizando uma câmara de Neubauer melhorada (aumento 40x) [fotografia original].....92

IV. Abreviaturas e Siglas

AIMT – Aquicultura Integrada de Nível Multi-trófico

AIS – Anemia Infecciosa do Salmão

APROMAR - *Asociación Empresarial de Acuicultura de España*

CEE – Comunidade Económica Europeia

CIEM – Conselho Internacional para a Exploração do Mar

DPR – Doença Proliferativa Renal

DPS – Doença Pancreática do Salmão

ENM – Estratégia Nacional para o Mar

FAO – *Food and Agriculture Organisation*

FDA – *Food and Drug Administration*

FEAP – *Federation of European Aquaculture Producers*

FP – Farinha de Peixe

HVUE – Hospital Veterinário da Universidade de Évora

IPFC – Partido Trabalhador de Especialistas em Aquicultura do Conselho de Pescas do Indo-Pacífico

NPI – Necrose Pancreática Infecciosa

OD – Oxigénio Dissolvido

OGM – Organismo Geneticamente Modificado

OP – Óleo de Peixe

POEM – Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo

PTG – Pressão Total de Gases

RAS – *Recirculation Aquaculture System*

SHV – Septicémia Hemorrágica Viral

STECF - *Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries*

TCA – Taxa de Conversão Alimentar

TSD – Total de Sólidos Dissolvidos

UE – União Europeia

UICN – União Internacional para a Conservação da Natureza

1. Introdução

O relatório apresentado refere-se às atividades de manejo observadas e desenvolvidas durante o estágio curricular do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária e estabelece o enquadramento teórico destas atividades no âmbito da indústria emergente da aquicultura, explorando a importância da profilaxia na manutenção da saúde animal.

O estágio foi realizado em duas explorações de piscicultura com características de manejo distintas. A primeira parte do estágio foi realizada na exploração de piscicultura de dourada e robalo NashaRyba Produção e Comércio de Peixe Lda., durante o período compreendido entre 6 de Março de 2017 e 28 de Abril de 2017, e a segunda parte, na exploração de piscicultura de pregado Stolt Sea Farm (Portugal) S.A., durante o período compreendido entre 17 de Maio de 2017 e 24 de Julho de 2017. O período de estágio foi dividido entre estas duas explorações de forma a abranger os dois regimes de intensificação praticados em aquicultura que podem beneficiar da intervenção do médico veterinário. Adicionalmente, as três espécies produzidas nestas explorações são as que têm maior expressão económica na piscicultura portuguesa.

O relatório divide-se, essencialmente, em três partes: a monografia, o acompanhamento da produção de dourada e robalo em regime semi-intensivo e o acompanhamento da produção de pregado em regime intensivo.

Na monografia é apresentado o enquadramento teórico das atividades desenvolvidas durante o estágio. Realiza-se a caracterização geral da aquicultura, referem-se os seus impactos no meio ambiente e no bem-estar animal, descrevem-se as práticas de manejo efetuadas na piscicultura e as doenças importantes que surgem na mesma e, finalmente, caracteriza-se a piscicultura das espécies consideradas durante o estágio.

Na segunda parte é descrito o manejo realizado na NashaRyba e as atividades que foram desenvolvidas.

Na terceira e última parte é descrito o manejo realizado na Stolt Sea Farm, as atividades desenvolvidas e, finalmente, o trabalho de investigação que foi elaborado a partir das colheitas de sangue efetuadas em pregados produzidos nessa exploração.

O estágio desenvolvido nas duas explorações referidas, e que serve de base ao presente relatório, contribuiu largamente para a aprendizagem geral do estagiário sobre a aquicultura, tema sobre o qual os seus conhecimentos eram poucos, e foi determinante para a aquisição de competências teóricas e práticas com importância no exercício da profissão veterinária na área de medicina da produção aquática.

2. Monografia

2.1. Definição e características gerais da aquicultura

O termo “aquicultura”, embora usado largamente nas últimas décadas para se referir a todas as formas de produção de animais aquáticos, é usado por muitos num sentido mais restrito. Enquanto para uns corresponde à produção de organismos aquáticos para fins de alimentação humana, para outros significa o cultivo em meio aquático que não seja a produção industrial. Outros, ainda, utilizam-no como sinónimo de produção em mar. No entanto, o termo é mais abrangente, significando a produção de organismos aquáticos em geral, e necessita apenas a clarificação de que não inclui a hidroponia ⁽¹⁾.

Durante a Sétima Sessão do Partido Trabalhador de Especialistas em Aquicultura do Conselho de Pescas do Indo-Pacífico (IPFC), em 1988, na Tailândia, foi formulada a seguinte definição:

“Aquicultura é a produção de organismos aquáticos, incluindo peixe, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas. Esta produção implica alguma forma de intervenção no processo de exploração, para se alcançar a produção, como o *stock* regular, a alimentação e a protecção contra predadores. A produção também implica a posse, individual ou corporativa, do *stock*” ⁽²⁾.

Os dois factores essenciais, que distinguem a aquicultura da pesca tradicional, evidenciados também na definição formulada pelo IPFC, são a intervenção no processo gerador do *stock* e a posse do *stock* ⁽³⁾.

A Diretiva 2006/88/CE, do Conselho, de 24 de Outubro de 2006, relativa aos requisitos zoossanitários aplicáveis aos animais de aquicultura e produtos derivados, assim como à prevenção e à luta contra certas doenças dos animais aquáticos, define a aquicultura como “a criação ou a cultura de organismos aquáticos, que aplica técnicas concebidas para aumentar, para além das capacidades naturais do meio, a produção dos organismos em causa; durante toda a fase de criação ou de cultura, inclusive até à sua colheita, estes organismos continuam a ser propriedade de uma pessoa singular ou colectiva” ⁽⁴⁾.

A grande maioria da produção aquícola tem como finalidade a alimentação humana. No entanto, também é importante para a reposição de *stocks* naturais e para o mercado da ornamentação de aquários.

De acordo com o ambiente no qual a aquicultura se desenvolve, esta classifica-se em aquicultura em água salgada (marinha), em água salobra e em água doce ⁽¹⁾. A aquicultura em água doce subdivide-se em aquicultura em água quente ou em água fria. Na aquicultura em água quente são utilizadas espécies adaptadas a águas de temperaturas da ordem dos 21 °C ou superiores, frequentemente turvas, como é o caso do peixe-gato e outros peixes

desportivos. Na aquicultura em água fria são utilizadas espécies adaptadas a águas de temperaturas da ordem de 10 a 18 °C, límpidas, como é o caso da truta e do salmão ⁽⁵⁾.

Consideram-se ainda diversos tipos de sistemas de aquicultura tendo em conta os métodos de produção utilizados, nomeadamente o grau de intensificação implementado, o tipo de estrutura principal utilizada e o grau de renovações da água. A escolha dos vários métodos de produção está dependente da biologia da espécie que se pretende produzir, do local onde se pretende estabelecer a exploração e de fatores económicos. Alguns destes métodos apresentam uma forte interdependência ⁽⁶⁾.

Quanto ao grau de intensificação da produção, os sistemas aquícolas são classificados como extensivo, semi-intensivo e intensivo, como acontece com as outras espécies utilizadas em produção animal. Em aquicultura, o regime de intensificação reflete a densidade populacional por unidade de volume ou, no caso das espécies que ocupam permanentemente o mesmo nível da coluna de água, por unidade de área. A densidade populacional tem significado em termos comparativos, apenas quando se consideram grupos da mesma espécie.

No regime de produção extensivo, os peixes crescem num ambiente idêntico ao do seu habitat natural, sem alimento artificial nem arejamento ou oxigenação. Neste sistema, o volume de água existente, além de constituir o espaço físico onde vivem os peixes, fornece oxigénio, dilui os produtos metabólicos excretados, evitando que estes se tornem tóxicos, e é o meio onde se desenvolvem os organismos que servem de alimento à(s) espécie(s) produzida(s). A necessidade da água exercer estas funções limita a biomassa de peixe em poucas centenas de quilograma por hectare.

Se a densidade populacional for aumentada com a finalidade de um acréscimo na produção, a disponibilidade de alimento será, geralmente, o primeiro fator limitante para o acréscimo desejado. Esta limitação pode ser ultrapassada através da fertilização do meio ou da alimentação suplementar com alimento artificial. Desta forma, pode-se aumentar em cerca de 10 vezes a biomassa do peixe produzido, para alguns milhares de quilograma por hectare. Um sistema de produção sob estas condições denomina-se semi-intensivo ⁽⁷⁾. A aquicultura semi-intensiva foi definida *pela Food and Agriculture Organization (FAO)* como a prática produtiva na qual os peixes são alimentados, pelo menos, duas vezes por semana e a água fertilizada uma vez por semana ⁽⁸⁾.

Se a densidade populacional for aumentada ainda mais, a quantidade de oxigénio necessária ao crescimento do peixe vai exceder a quantidade disponível no meio. Adicionalmente, os produtos do metabolismo atingirão concentrações tóxicas. Tanto a acumulação dos produtos do metabolismo como a escassez de oxigénio podem ser solucionados, em larga medida, ao introduzir um fluxo contínuo de água no meio. Nesta situação, o sistema de produção passa a ser intensivo, com a possibilidade de incrementar a biomassa até um ou dois milhões de quilograma por hectare ⁽⁷⁾. Assim, a produção em regime intensivo caracteriza-se pela utilização de densidades de carga elevadas, existindo um elevado índice de controlo, onde todos os parâmetros de produção se encontram sob observação

permanente. Apesar dos custos iniciais serem muito elevados, utiliza-se tecnologia avançada para atingir uma eficiência elevada de produção. Neste regime fornece-se exclusivamente alimento artificial. Para aumentar o rendimento do crescimento recorre-se frequentemente a metodologias de manejo avançadas, nomeadamente as calibragens e amostragens.

Um sistema de aquicultura pode utilizar como estruturas principais tanques de terra, tanques sólidos, raceways ou jaulas. Os três primeiros têm localização continental, enquanto as jaulas têm, de um modo geral, localização marítima. Existe ainda o caso particular da produção de bivalves, que é feita em estruturas de cordas especiais para esse efeito.

Os tanques de terra são escavações em terra, concebidas para albergar espécies aquáticas (figura 1). São as estruturas para aquicultura mais antigas, devido à simplicidade da produção praticada nas mesmas. Nestas estruturas produzem-se espécies aquáticas em água doce ou salobra e, geralmente, em regime extensivo ou semi-intensivo. A entrada e saída de água nestas estruturas é normalmente conseguida pela gravidade, minimizando custos de construção e operação. No geral, a construção dos tanques de terra é mais económica, comparativamente aos tanques sólidos e jaulas, e os custos de operação mais baixos (dependendo do custo da bombagem da água). Um fator essencial a considerar na construção de tanques de terra é o tipo de solo, que tem de ser relativamente impermeável e constituído por um tipo de matéria orgânica, que seja capaz de suportar o ecossistema do tanque. Estes tanques são geralmente mantidos com alguma abundância de algas, de forma a minimizar as renovações de água.



Figura 1 – Tanque de terra da exploração piscícola da empresa NashaRyba [fotografia original]

Os tanques sólidos são o segundo tipo de estrutura mais frequentemente utilizada em aquicultura. Estes tanques são normalmente situados abaixo do chão numa base sólida, de cimento ou materiais sintéticos como a fibra de vidro, e podem ser construídos “indoor” ou “outdoor”. Este tipo de tanques tem a vantagem de permitir a utilização de terrenos com características do solo inapropriadas para a aquicultura, já que criam uma interface entre a água e o solo. A forma dos tanques é muito importante, já que tem de permitir um bom fluxo de água e prevenir a acumulação de detritos em “zonas mortas”. Os tanques circulares no plano horizontal e de fundo cónico são considerados como os melhores em termos de circulação e limpeza da água. Estes tanques são mais frequentemente utilizados nas fases iniciais da aquicultura de peixes, bivalves e crustáceos, e na aquicultura de espécies de peixes de elevado valor económico. Existe uma grande variedade de sistemas constituídos por tanques sólidos, desde sistemas “flow-through”, em que o tanque é apenas um espaço físico de confinamento dos peixes, aos modernos sistemas de recirculação, nos quais a água é utilizada, tratada e reutilizada.

Os *raceways* são tipos particulares de tanques sólidos. São alongados, estreitos e baixos, e a água flui intensa e continuamente, entrando numa das extremidades e saindo na outra oposta (figura 2). É um sistema particularmente apropriado para alguns tipos de peixes, como os salmonídeos, que vivem em ribeiros pouco profundos e nadam contra a corrente. Estes tanques necessitam de um elevado aporte de água por unidade de volume. Os *raceways*

de água doce, que são os mais comuns, têm de ter uma localização próxima a uma nascente ou ribeiro que não seque. Um problema potencial dos *raceways* é a deterioração da qualidade da água ao longo do seu comprimento.



**Figura 2 – Raceways utilizados na aquicultura de robalo (fotografia de Patrick Prouzet)
[Adaptado de Bagni M (2005) ⁽⁹⁾]**

As jaulas utilizadas na moderna aquicultura industrial são estruturas flutuantes, com uma rede suspensa por baixo (figura 3). Podem ser de forma quadrada, retangular ou circular e podem atingir vários milhares de metros cúbicos em volume. Estas estruturas geralmente têm um custo intermédio comparativamente aos tanques de terra e tanques sólidos; têm um custo de operação relativamente barato, requerendo gastos com a sua manutenção, mas não com a bombagem de água. Nos sistemas que utilizam estas estruturas não há controlo sobre a qualidade da água, e é por isso necessária uma boa localização que garanta renovações de água adequadas, de forma a permitir uma produção com uma densidade populacional de 15 – 40 Kg/m³. As desvantagens deste sistema são o risco de invasão por predadores, de episódios de eflorescência de algas e de entrada de parasitas, a dificuldade de maneo das doenças, já que é difícil observar o stock e as doenças só podem ser tratadas através de alimento medicamentoso, e a acumulação de diversos materiais e seres vivos nas redes (*fouling*), o que reduz as renovações de água. As jaulas são normalmente construídas em zonas protegidas do oceano, como baías, lagos naturais de água salgada e fiordes. No entanto, também podem ser construídas em grandes lagos de água doce e, embora mais dificilmente, em mar aberto.



Figura 3 – Jaulas marítimas utilizadas na aquicultura de salmão na Noruega (fotografia por: Sjømatrådet/Johan Wildhagen) [Adaptado de *The Research Council of Norway* ⁽¹⁰⁾]

Relativamente ao grau de renovação da água, os sistemas de aquicultura podem ser estáticos, semi-fechados, de recirculação (fechados) ou abertos.

Os sistemas de aquicultura estáticos são aqueles cuja renovação de água durante o período de produção é nula. Muitos dos tradicionais sistemas em tanques de terra são estáticos. Devido à dificuldade em manter uma boa qualidade da água, estes sistemas utilizam densidades populacionais muito baixas, ou seja, todos os sistemas estáticos ocorrem obrigatoriamente num regime de produção extensivo.

Os sistemas semi-fechados ocorrem em tanques de terra, em tanques sólidos ou *raceways*. Há algum grau de renovação de água, através da gravidade, da dinâmica das marés ou da bombagem. Neste sistema existe algum controlo sobre a qualidade da água, mas que se limita ao aumento, diminuição ou bloqueio do fluxo de água. Caso a qualidade da água se torne inaceitável, pode-se apenas bloquear a sua entrada, não sendo possível evitar o deterioramento da qualidade da água, na qual se encontra presente o *stock*. O sistema semi-fechado permite aumentar a produção em tanques de terra, tornando-se o regime, geralmente, em semi-intensivo. Na aquicultura em tanques sólidos e *raceways* é indispensável fazer alguma renovação de água. Quanto maior é a intensificação do sistema, maior é a necessidade de renovação de água, o que é conseguido com o aumento do seu fluxo. Recomenda-se uma renovação de água de 5-10% por dia, para sistemas em tanques de terra em regime semi-intensivo (o que equivale a um total de 1000 m³ num tanque de um hectare e de dois metros de profundidade) e até 30-40% por dia, para sistemas intensivos.

Os sistemas de recirculação, conhecidos como RAS (*Recirculation aquaculture systems*) caracterizam-se pela conexão mínima com o ambiente de origem, bem como com a fonte de água. Estes sistemas equipados com tecnologia avançada, que utilizam tanques sólidos ou *raceways*, têm uma renovação de água mínima durante o ciclo de produção; após a passagem da água pelo sistema, esta é tratada para depois ser reutilizada. Apenas uma

pequena percentagem de água é adicionada para colmatar as perdas por evaporação e eventuais acidentes e, mais frequentemente, de forma a manter a qualidade da água (alguma água vai sendo eliminada ao remover sólidos acumulados nos filtros). O tratamento da água envolve vários processos (remoção de partículas em suspensão, arejamento e/ou oxigenação, filtração biológica, desinfecção e remoção do dióxido de carbono) o que, em conjunto com os custos de construção e manutenção, faz com que este tipo de sistema seja muito dispendioso. No entanto, a grande intensificação que este sistema permite, faz com que as explorações com estas condições possam ser rentáveis. As vantagens são o rigoroso controlo que se pode pôr em prática (em termos de qualidade da água, alimentação, proteção contra predadores e condições climáticas adversas), evitando perdas massivas e potenciando ao máximo a produtividade, o requerimento muito baixo em água e os mínimos impactos ambientais.

No sistema aberto os organismos produzidos estão no seu ambiente aquático, ainda que confinados à exploração, geralmente num grande volume de água. Assim, a qualidade da água é mantida de forma natural. Existem dois tipos distintos de aquicultura em sistema aberto. Um é a moderna aquicultura em jaulas, em que a renovação de água é garantida pelas correntes, com uma elevada densidade populacional de organismos aquáticos e alimentação artificial (regime intensivo); o outro é a tradicional aquicultura de bivalves, em que a qualidade da água é garantida com a dinâmica das marés e nos quais a alimentação é natural (regime extensivo). Os sistemas abertos tendem a ter custos de operação muito baixos, já que não há necessidade de bombagem. No entanto, a construção das jaulas é muito dispendiosa. A grande desvantagem destes sistemas é o controlo nulo sobre a qualidade da água ⁽⁶⁾.

2.2. Enquadramento histórico e socioeconómico da aquicultura

A aquicultura terá cerca de 4000 anos de história, mas foi apenas durante os últimos 50 anos que se converteu numa atividade socioeconómica importante. Existem muitas publicações que se referem à longa história da aquicultura na Ásia, Egito antigo e Europa central ⁽¹⁾.

A produção da carpa comum (*Cyprinus carpio*) em regime extensivo, em tanques de terra, terá sido desenvolvida algumas centenas de anos antes de cristo, na China, onde a carpa é uma espécie nativa. O primeiro texto existente sobre a aquicultura (figura 4), datado de cerca de 500 AC, é atribuído a um político chinês, Fan Lei, que desenvolveu a sua riqueza a partir desta actividade ⁽³⁾. O Imperador Li da Dinastia Tang (618-906 AD) banuiu a produção de carpa comum por esta ser denominada “Li” em Mandarim; como partilhava o nome com o Imperador, passou a ser considerada sagrada e, como tal, deixou de ser utilizada como alimento. Após esta medida, os chineses foram obrigados a escolher outras espécies para produzir e, no seguimento desta situação, acabaram por desenvolver a policultura. Produziam quatro espécies de carpa, que ocupavam profundidades diferentes nos tanques e utilizavam

diferentes alimentos ⁽⁵⁾. Os primeiros sistemas de cultura em jaula parecem ter sido desenvolvidos no Camboja, dirigidos para a produção de peixe-gato. Em relação à produção em água salobra, existem indícios desta prática na Indonésia, no séc. XV, durante o domínio Hindu. Neste país, registaram-se 32389 ha de tanques aquícolas no séc. XVIII ⁽¹⁾.



Figura 4 – Primeiro registo escrito sobre a aquicultura [Adaptado de FAO Corporate Document Repository ⁽¹¹⁾]

Pensa-se que a aquicultura terá surgido no Egito antigo, há cerca de 4000 anos, como consequência dos engenhosos sistemas de irrigação desenvolvidos pelo povo egípcio. A produção seria principalmente de tilápia, e os métodos assemelhar-se-iam aos da produção de carpa na China ⁽⁵⁾. Esta espécie era muito importante na mitologia egípcia e aparece representada em inúmeros túmulos, como, por exemplo, no de Nebamun, nadando num lago dos jardins do Nilo ⁽¹²⁾ (figura 7).



Figura 5 – Representação de um lago central de um jardim do Nilo, encontrada num desenho do túmulo de Nebamun, datado de 1350 AC (Museu Britânico) [Adaptado de Hunt P ⁽¹²⁾]

No Império Romano existem registos que se referem à produção de peixe em tanques de terra, tanto em água salgada como em água doce, no século I DC. As espécies produzidas eram a truta e a tainha, principalmente ⁽⁵⁾.

Na Idade Média, ocorreu a introdução de culturas de carpa comum em tanques de terra monásticos em várias regiões da Europa. Esta prática difundiu-se particularmente nos países do leste, onde, em certas áreas, a carpa tornou-se num dos alimentos consumidos em ocasiões especiais, por exemplo no Natal. No séc. XIV, em Bohemia, na República Checa, existiam 74867 ha de tanques de terra com carpa comum, e atualmente continua a ser muito popular a produção e consumo da carpa neste país. Contudo, permaneceu um alimento pouco popular em muitos locais da Europa ^(1,5).

Presume-se que a primeira pessoa a fertilizar artificialmente ovos de truta foi Dom Pinchon, um monge francês que viveu durante o séc. XIV. Foi também o pioneiro nas técnicas de desova e na incubação dos ovos em caixas de eclosão. Em 1600, John Taverner de Inglaterra apresentou o primeiro artigo relativamente ao manejo de carpa, dourada e perca em tanques de terra. Nesses textos são apresentados detalhes que estão de acordo com as práticas atuais ⁽⁵⁾.

A França é considerada o local onde surgiu a aquicultura moderna. Dois pescadores comerciais, Joseph Remy e Antoine Gehin, ficaram preocupados com o declínio de truta nos rios franceses e, utilizando as suas observações de trutas no meio natural, com a ajuda de dois cientistas de renome, M. Miline Edwards e M. Coste, desenvolveram a primeira maternidade de peixes em Huningue, no ano de 1852. Esta maternidade adquiriria fama, tendo começado a fornecer ovos de truta para toda a Europa ⁽⁵⁾.

A produção de espécies marinhas de água fria iniciou-se na Noruega, na década de 1880. Um oficial da marinha, Dannevig, estabeleceu a primeira maternidade de bacalhau no sul da Noruega, com o objetivo de repor os *stocks* naturais, de modo a estabilizar a atividade de pesca desta espécie. Porém, foi apenas um século depois, na década de 1980, que se iniciou a produção em larga escala de juvenis viáveis desta espécie, com os avanços alcançados nas técnicas de alimentação das larvas. Iniciou-se também, nesta década, a produção de outras espécies marinhas de água fria, nomeadamente de pregado e halibute ⁽¹³⁾.

Com as pescas tradicionais estagnadas desde finais de 1980, a aquicultura tem sido responsável pelo impressionante aumento no fornecimento de animais aquáticos para consumo humano (gráfico 1). Um marco histórico ocorreria já no ano de 2014, quando a contribuição da aquicultura foi superior à das pescas tradicionais (gráfico 2).

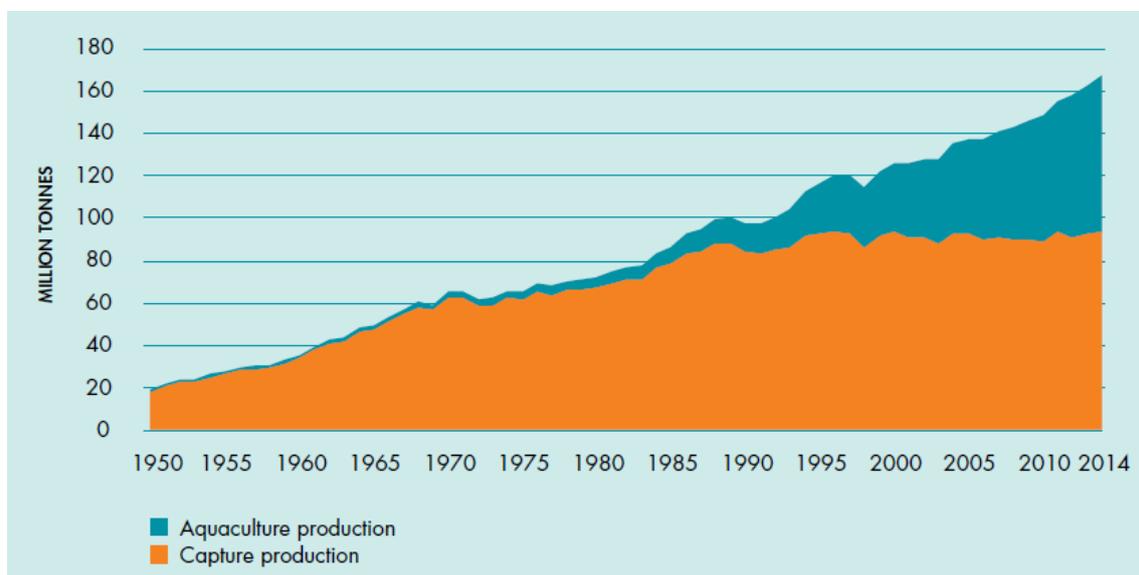


Gráfico 1 – Evolução dos volumes de produção pesqueira e aquícola mundiais (milhões de toneladas), durante o período compreendido entre 1950 e 2014 [Adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]

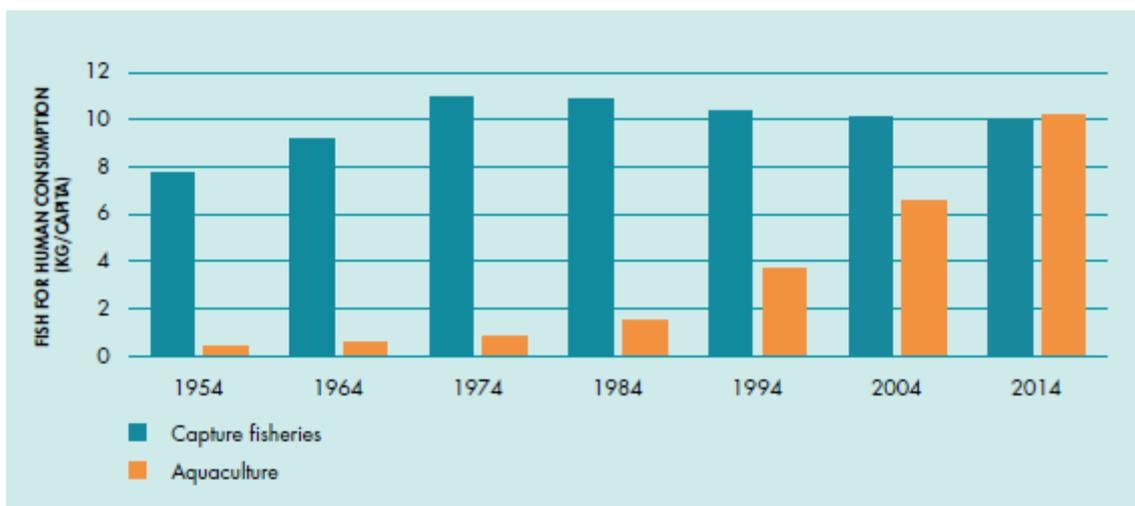


Gráfico 2 – Evolução da contribuição relativa das pescas e da aquicultura para o consumo humano de peixe [adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]

Assim, o desenvolvimento da aquicultura foi o principal fator responsável pelo aumento do consumo de animais aquáticos que se tem verificado nas últimas décadas. O consumo mundial aparente de animais aquáticos, *per capita*, aumentou de uma média de 9,9 kg na década de 1960 para 14,4 kg em 1990 e para 19,7 kg em 2013 (gráfico 3), crescendo a uma taxa anual de 3,2% (durante o mesmo período, a taxa de crescimento anual da população mundial foi de 1,6%). Além do aumento da produção aquícola, também contribuiu para o aumento do consumo a melhoria da distribuição e utilização dos produtos, o desenvolvimento da urbanização, o aumento do poder de compra e o crescimento dos mercados internacionais. A crescente preocupação do consumidor com a saúde e o bem-estar, aliada ao conhecimento dos benefícios do peixe na alimentação, também tem um papel importante.

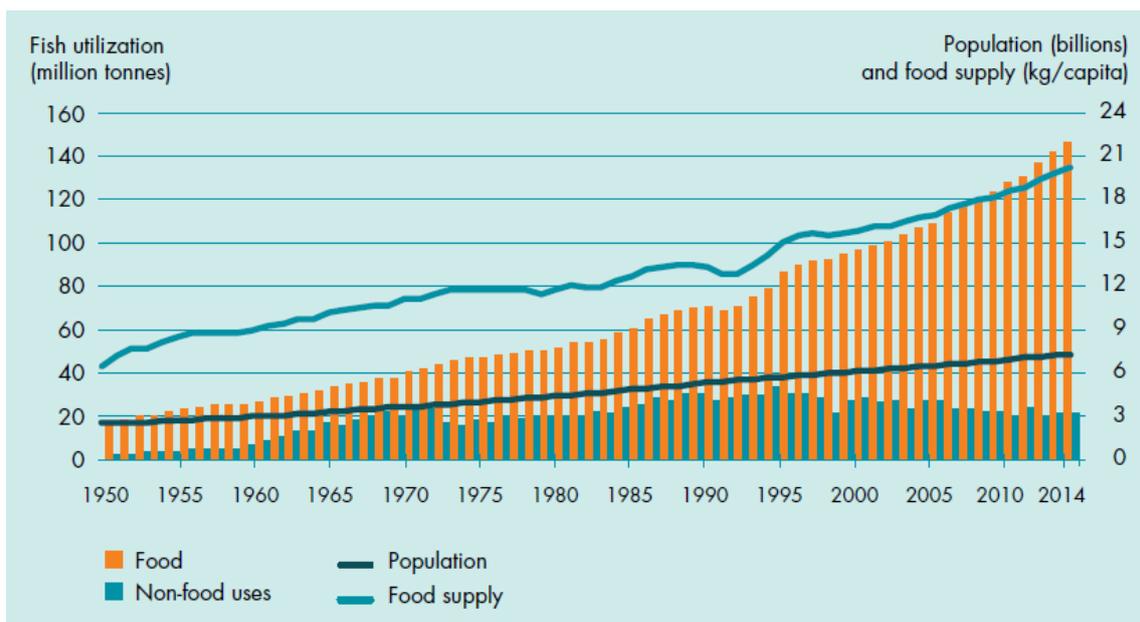


Gráfico 3 – Evolução do consumo mundial de animais aquáticos, *per capita*, e da população mundial, durante o período compreendido entre 1950 e 2014 [adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]

A FAO prevê que o desenvolvimento sustentável da aquicultura possa vir a ajudar a sociedade num dos seus maiores e mais importantes objetivos: a erradicação da fome e da pobreza no mundo. Além de fornecer, hoje em dia, mais de 50% de todos os animais aquáticos consumidos, origina receitas nos produtores de pequena escala e permite a criação de milhões de empregos em produções de grande escala e corporações.

Em 2014, houve uma produção de 73,8 milhões de toneladas de animais aquáticos, que originou um valor de primeira venda (*first-sale value*) de 160,2 mil milhões de dólares americanos, consistindo em 49,8 milhões de toneladas de peixe (99,2 mil milhões de dólares americanos), 19,1 milhões de toneladas de moluscos (19 mil milhões de dólares americanos), 6,9 milhões de toneladas de crustáceos (36,2 mil milhões de dólares americanos) e 7,3 milhões de toneladas de outros animais aquáticos (3,7 mil milhões de dólares americanos) (gráficos 4 e 5). Cerca de metade da produção mundial de animais e plantas aquáticos foi de espécies não alimentadas artificialmente (sobretudo de carpas, moluscos bivalves e plantas).

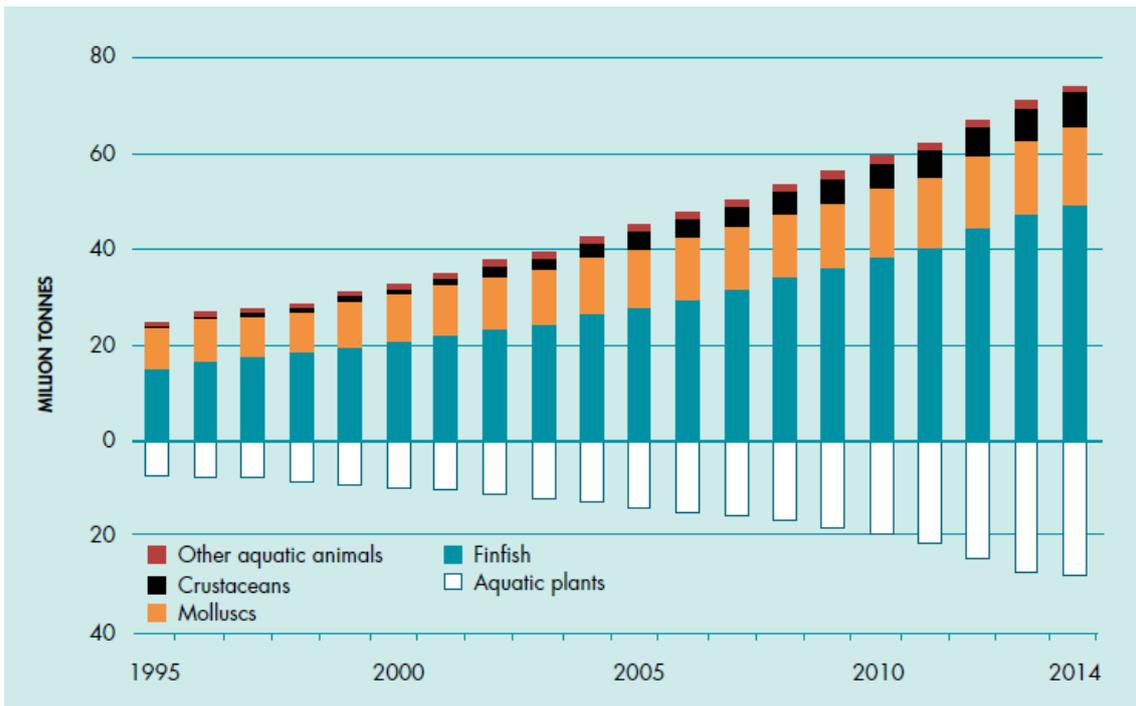


Gráfico 4 – Evolução do volume da produção aquícola mundial, durante o período compreendido entre 1995 e 2014 [adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]

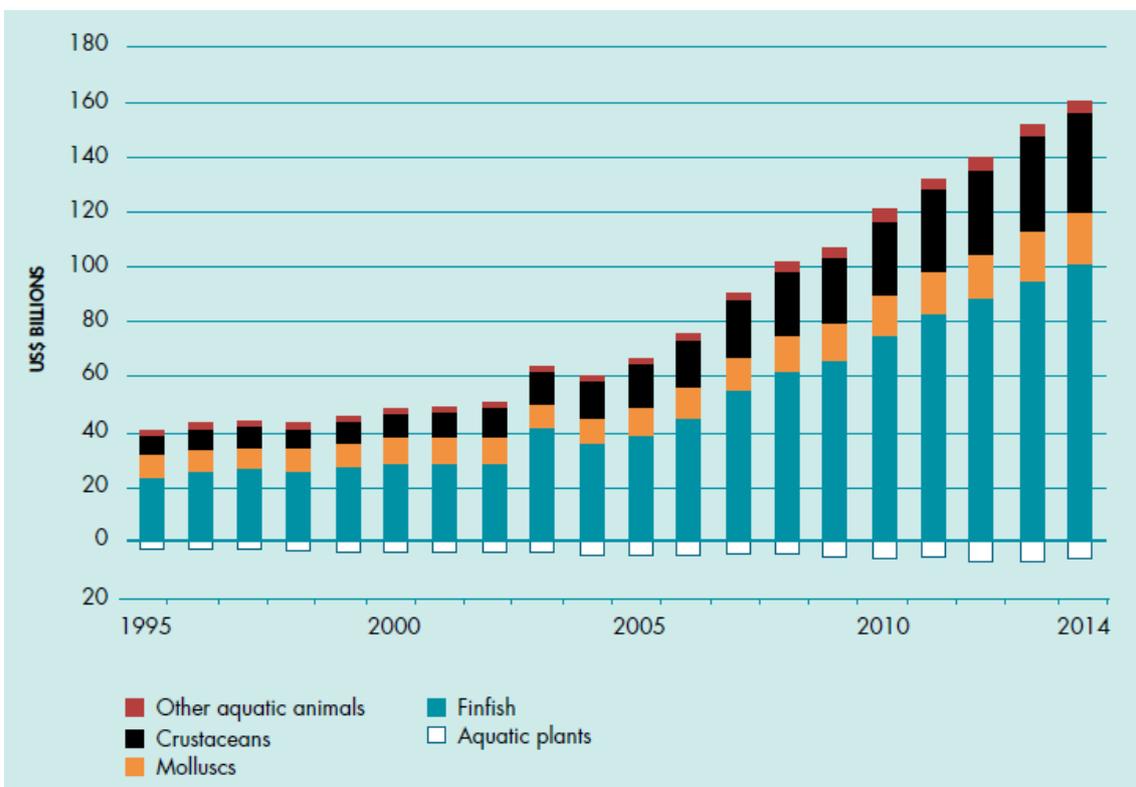


Gráfico 5 – Evolução do valor da produção aquícola mundial, durante o período compreendido entre 1995 e 2014 [adaptado de FAO (2016) ⁽¹⁴⁾]

Durante a década 2005 - 2014 a aquicultura teve um crescimento anual de 5,8%, inferior ao da década anterior (1995 - 2004), durante a qual o crescimento anual foi de 7,2%. Continua, ainda assim, a ter um elevado crescimento, embora a uma taxa inferior. A piscicultura em terra é o tipo de aquicultura mais comum e contribuiu em 65% para o crescimento verificado entre 2005 e 2014. No entanto, a piscicultura em mar também se encontra em desenvolvimento.

A Ásia tem contribuído em cerca de 89% para a aquicultura mundial nas últimas duas décadas, mantendo esse valor no ano 2014, durante o qual produziu 65,6 milhões de toneladas. A China continua a ser, de longe, o maior produtor aquícola, apesar da contribuição deste país ter caído ligeiramente, de 65% para 62%, nas últimas duas décadas. A contribuição da Europa em 2014 foi de 3,97%, e a produção aumentou em relação ao ano anterior (de 2,8 para 2,9 milhões de toneladas) ⁽¹⁴⁾.

Na União Europeia (UE), em 2014, a produção foi de, aproximadamente, 1,3 milhões de toneladas. Comparado ao pico de produção (1,4 milhões de toneladas) atingido 15 anos antes, houve um decréscimo superior a 10%. No entanto, mantém-se o padrão dos últimos 20 anos.

Os três maiores produtores entre os Estados Membros da UE são a Espanha, o Reino Unido e a França, produzindo em conjunto 55% do total na UE ⁽¹⁵⁾. Os volumes de produção dos Estados Membros da UE são apresentados na tabela 1 e os valores de produção correspondentes, na tabela 2.

Tabela 1 – Volume total da produção aquícola dos Estados Membros da UE (milhares de toneladas), entre 2000 e 2014 [Adaptado de Helminger W & Martins C (2016) ⁽¹⁵⁾]

	2000	2005	2010	2014
EU-28	1 405	1 278	1 272	1 270
Belgium	2	0	1	0
Bulgaria	4	3	8	7
Czech Republic	19	20	20	20
Denmark	44	39	32	34
Germany	66	45	41	26
Estonia	0	1	1	1
Ireland	51	60	46	29
Greece	95	106	121	104
Spain	309	221	254	285
France (*)	267	245	203	200
Croatia	7	11	16	14
Italy	217	181	154	149
Cyprus	2	2	4	5
Latvia	0	1	1	1
Lithuania	2	2	3	3
Luxembourg	0	0	0	0
Hungary	13	14	14	15
Malta	2	5	7	9
Netherlands	75	71	67	63
Austria	3	2	2	3
Poland	36	38	37	36
Portugal	8	7	8	11
Romania	10	7	9	11
Slovenia	1	1	1	1
Slovakia	1	1	1	1
Finland	15	14	12	13
Sweden	5	6	11	13
United Kingdom	152	173	201	215
Iceland	4	8	5	8
Norway	491	661	1 020	1 332

Tabela 2 – Valor da produção aquícola dos Estados Membros da EU (€), entre 2000 e 2014 [Adaptado de Helminger W & Martins C (2016) ⁽¹⁵⁾]

	2000	2005	2010	2014
EU-28	3 028	3 034	3 320	3 923
Belgium	7	1	4	1
Bulgaria	8	8	20	13
Czech Republic	53	35	37	42
Denmark	159	99	91	98
Germany	137	127	95	109
Estonia	1	2	2	3
Ireland	107	106	113	106
Greece (*)	315	346	398	445
Spain	356	381	412	472
France (*)	460	544	667	693
Croatia	30	31	73	78
Italy	494	478	352	366
Cyprus	11	15	20	28
Latvia	0	1	1	2
Lithuania	3	4	6	7
Luxembourg	0	0	0	0
Hungary	24	26	27	30
Malta	5	32	82	97
Netherlands	116	100	106	98
Austria	13	9	20	19
Poland (*)	72	73	76	89
Portugal	55	35	47	50
Romania	17	13	6	19
Slovenia	4	3	2	4
Slovakia	2	2	2	3
Finland	63	49	41	49
Sweden	16	17	29	48
United Kingdom	499	498	591	953
Iceland	17	28	22	36
Norway	1 499	1 717	3 844	5 275

A contribuição da aquicultura na UE, em 2015, foi de 19,4% do volume da produção aquílica total, sendo os restantes 80,6% provenientes da pesca tradicional. Apesar das expectativas prometedoras, a aquicultura não foi capaz de compensar a forte redução ocorrida na pesca tradicional ⁽¹⁶⁾ (gráfico 6).

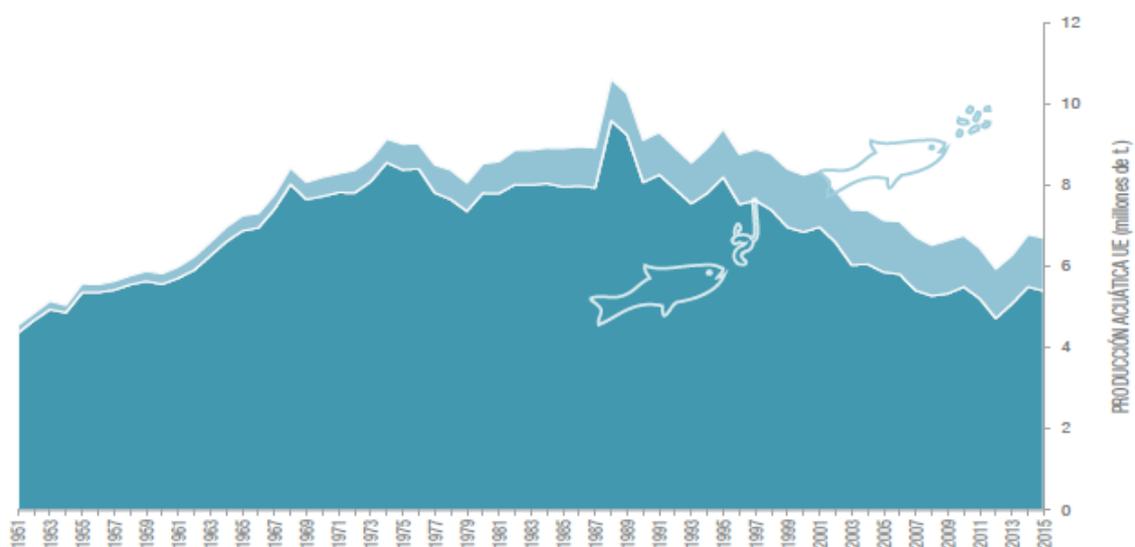


Gráfico 6 – Evolução da produção total de aquicultura e pesca dos 28 Estados Membros da UE, durante o período compreendido entre 1950 e 2015 [Adaptado de APROMAR (2017) ⁽¹⁶⁾]

Face ao aumento da procura de produtos de origem aquática na UE, a oferta depende fortemente da importação destes produtos. Em 2010, a importação de produtos de aquicultura na UE contribuiu para cerca de 65% do consumo de produtos de origem aquática ⁽¹⁷⁾.

2.3. A aquicultura em Portugal

Pensa-se que a aquicultura tenha sido introduzida na Península Ibérica pelo povo romano, associada à produção de sal. As larvas e juvenis de peixes eram aprisionados durante as marés altas nos reservatórios de sal, procedendo-se depois à sua engorda. Também terá ocorrido, desde esses tempos, a produção de ostras em zonas inter-tidais.

O primeiro regulamento nacional para a produção piscícola foi criado em 1895, no seguimento de uma proposta pela Comissão Central de Pescas. Três anos depois, foi fundada a primeira exploração governamental de peixe, dedicada à produção de truta arco-íris, o “Posto Aquícola de Vila do Conde”. No entanto, foi apenas na década de 70 do século passado que a aquicultura portuguesa começou a expandir-se, período a partir do qual a truta tem sido regularmente produzida. Até meados da década de 80, a aquicultura em Portugal limitava-se à produção desta espécie piscícola, além dos bivalves em áreas inter-tidais, prática tradicional desde há vários séculos.

Em 1986, após a integração de Portugal na Comunidade Económica Europeia (CEE), foram concedidos incentivos especiais para promover a aquicultura, através de programas de investigação, desenvolvimento de novas explorações, treino profissional e suporte financeiro às

organizações profissionais. Assistiu-se, assim, a um forte impulso da aquicultura nos anos seguintes. Muitos tanques de terra utilizados na produção de sal foram reconvertidos em explorações aquícolas, foram introduzidos sistemas de tratamento e recirculação de água, a alimentação passou a ser feita com alimento composto seco, algumas operações manuais foram substituídas por aparelhos automáticos e os produtores começaram a exercer as operações com um maior nível de conhecimento e profissionalismo ⁽¹⁸⁾.

As abundantes desembocaduras de cursos de água que existem em Portugal, nomeadamente estuários e rias, são locais com condições especialmente favoráveis para a prática aquícola em regime extensivo e semi-intensivo (aquicultura estuarina) ⁽¹⁸⁾. Adicionalmente, Portugal tem uma longa linha de costa e uma enorme área marítima, parecendo por isso reunir boas condições para o desenvolvimento de sistemas abertos em mar e de sistemas fechados em terra que utilizem a água do mar. No entanto, a produção aquícola em Portugal, o maior consumidor de produtos aquáticos da UE, com 55.3 Kg de consumo per-capita em 2014 ⁽¹⁹⁾, é muito inferior à de outros países europeus (gráfico 7), apesar de se ter vindo a verificar um crescimento da produção nos últimos anos (tabela 3).

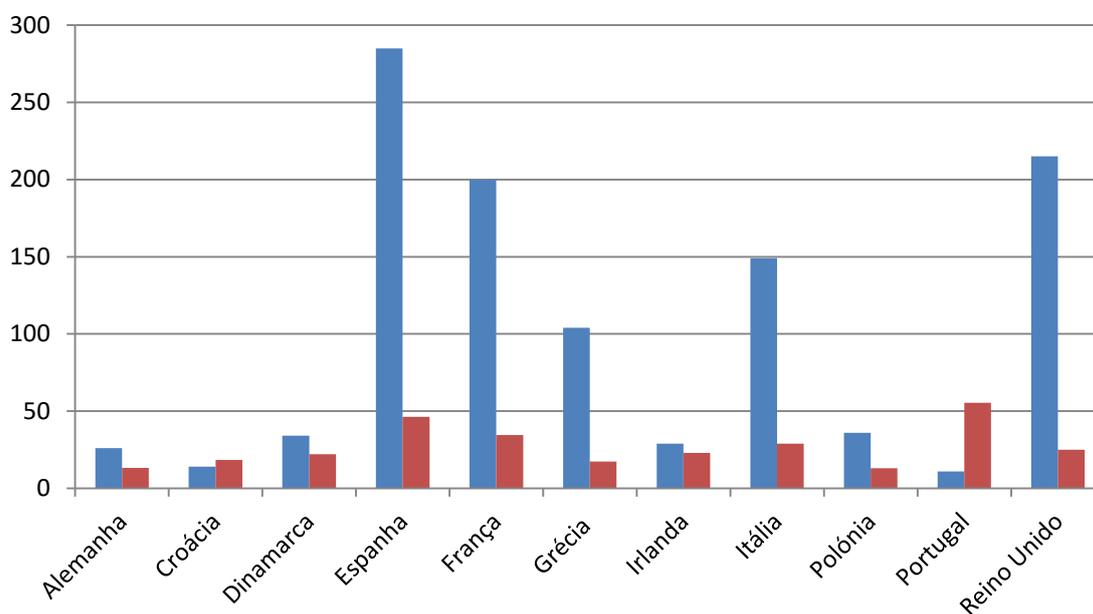


Gráfico 7 – Produção aquícola total, em milhares de toneladas (a azul), e consumo de produtos aquáticos, *per capita*, em quilograma (a vermelho), em vários países europeus, no ano 2014 [Fontes: Helminger W & Martins C (2016) ⁽¹⁵⁾ e EUMOFA (2017) ⁽¹⁹⁾]

Tabela 3 – Produção aquícola total (milhares de toneladas) e valor de venda (milhões de euros) em Portugal, durante o período compreendido entre 2008 e 2014 [Adaptado de: STECF (2016) ⁽²⁰⁾]

Tipo de prática aquícola	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2014/13	(08-13)
	6.9	6.2	6.5	7.9	10.4	7.1	8.8	▲ 24%	▲ 17%
Aquicultura marinha	3.0	2.4	2.5	3.8	5.7	2.5	4.6	▲ 87%	▲ 39%
Aquicultura de bivalves	3.2	3.3	3.3	3.5	4.1	4.0	3.8	▼ -5%	▲ 4%
Aquicultura em água doce	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7	0.7	0.5	▼ -36%	▼ -28%
Maternidades	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		— 0%
	41.0	36.5	41.7	55.1	57.5	50.4	49.5	— -2%	▲ 5%
Aquicultura marinha	16.8	12.5	16.1	24.0	33.8	21.0	26.2	▲ 24%	▲ 26%
Aquicultura de bivalves	22.5	22.9	24.1	28.9	21.9	27.6	21.3	▼ -23%	▼ -12%
Aquicultura em água doce	1.7	1.2	1.6	2.1	1.7	1.8	2.0	▲ 9%	▲ 20%
Maternidades	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		— 0%

Em 2014, o setor aquícola português era constituído por 1428 explorações, empregando 2357 trabalhadores. O setor é dominado por pequenas empresas, sendo que 98% das empresas de aquicultura tinham menos de 5 trabalhadores nesse mesmo ano. A principal espécie aquática produzida em Portugal é o pregado (*Psetta maxima*), representando 30% do volume total e 27% do valor de produção. A segunda espécie mais produzida (26% do total produzido) é a amêijoia-boia (*Ruditapes decussates*), que é a espécie mais valiosa, com 41% do total do valor de produção. A produção de dourada (*Sparus aurata*) e robalo (*Dicentrarchus labrax*) representa, em conjunto, 21% do total de produção e 24% do valor total. Seguem-se as tradicionais produções de ostra (*Crassostrea angulata*, *Crassostrea gigas* e *Crassostrea edulis*) e truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). As outras espécies produzidas em menor escala são o berbigão (*Cerastoderma edule*), o mexilhão (*Mytilus edulis*) e, iniciada recentemente, de linguado (*Solea solea*) ^(18,20) (figura 6). A evolução dos preços médios de mercado das principais espécies de aquicultura produzidas em Portugal encontra-se representada no gráfico 8.

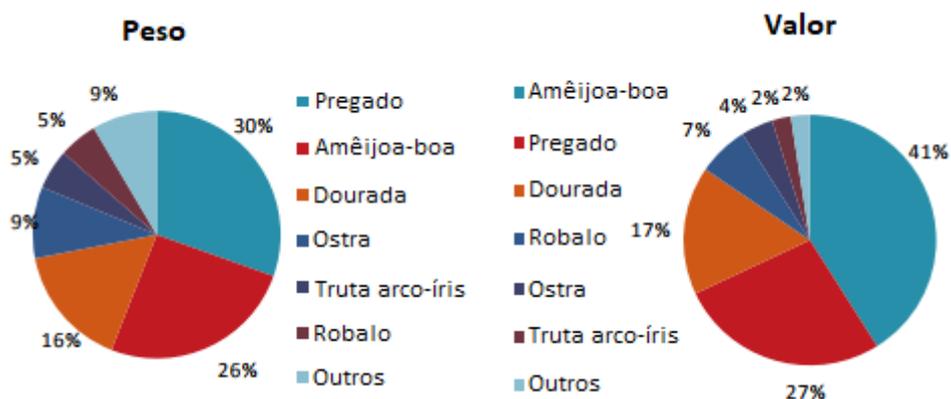


Figura 6 – Principais espécies produzidas em Portugal durante o ano 2014 [Adaptado de: STECF (2016) ⁽²⁰⁾]

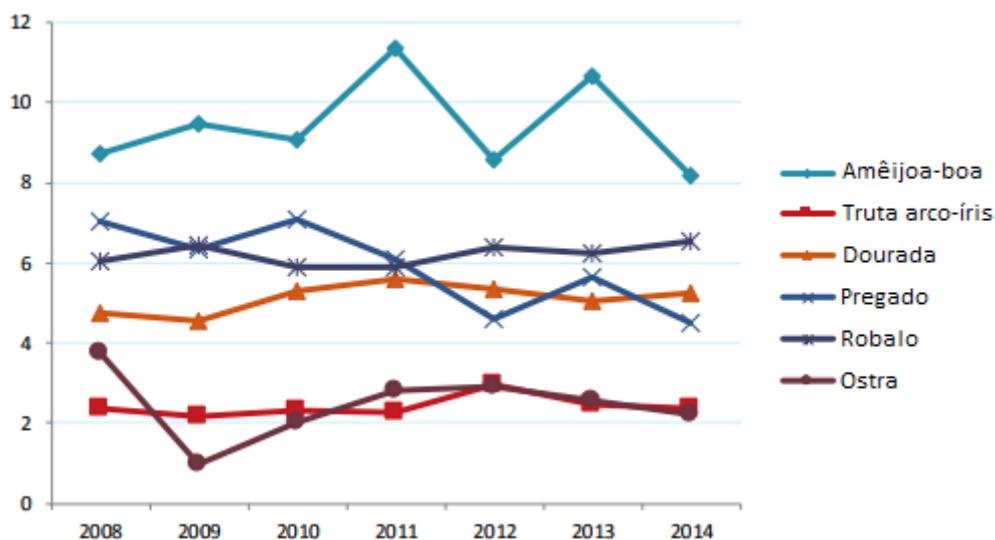


Gráfico 8 – Evolução dos preços médios de mercado (€) das principais espécies de aquicultura produzidas em Portugal [Adaptado de STECF (2016) ⁽²⁰⁾]

Existem diversos fatores que contribuem para o modesto desenvolvimento da aquicultura em Portugal.

Muitos dos tradicionais sistemas extensivos e os mais recentes sistemas semi-intensivos ao longo da costa encontram-se em reservas naturais protegidas por legislação ambiental, o que impede o seu crescimento, bem como a criação de novas explorações nessas zonas ⁽²¹⁾. Outra limitação provém das perdas económicas acentuadas que se verificam devido à contaminação de efluentes agrícolas e urbanos, devido à carência de planos de gestão costeira. Além disso, as baixas temperaturas durante o Inverno, principalmente no centro e no norte do país, determina um ciclo de produção mais longo para algumas espécies de interesse comercial, o que desencoraja o avanço de alguns projetos ⁽²²⁾.

A produção em regime intensivo tem apresentado um desenvolvimento fraco, comparativamente àquele que se verifica nos outros países mediterrânicos, o que se deve, principalmente, à dificuldade de implementação de estruturas *offshore* ⁽²¹⁾. A concretização deste tipo de projetos em águas abrigadas, nomeadamente na costa algarvia, tem sido impedida por competir diretamente com as atividades pesqueiras e com o turismo ⁽²²⁾. A alternativa, em mar aberto, constitui um processo complicado devido às condições meteorológicas adversas existentes ao longo da costa atlântica ⁽²¹⁾.

Por fim, existem fatores socio-económicos que contribuem para o reduzido desenvolvimento da aquicultura portuguesa. Este setor, em Portugal, assenta em micro e pequenas empresas, o que limita a inovação e reduz a capacidade de reação e adaptação às dificuldades, sejam de natureza administrativa ou regulamentar, de mercado, ou relativas aos custos de produção. Por sua vez, a produção muito dispersa e em quantidades reduzidas, limita fortemente a capacidade negocial com os compradores. Face à reduzida escala empresarial e ao risco do negócio, as empresas do setor sentem dificuldades significativas no acesso aos financiamentos bancários ⁽²²⁾.

Encontra-se neste momento em vigor o Plano Estratégico para a Aquicultura Portuguesa (PEAP), que engloba duas referências: a Estratégia Nacional para o Mar (ENM) 2013-2020, aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 12/2014, de 12 de fevereiro, e a Estratégia de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura Europeia (EDSAE), objeto de comunicação da Comissão Europeia ao Parlamento Europeu e ao Conselho Europeu, a qual visa sensibilizar os decisores e os organismos públicos para a importância da aquicultura na UE, como parte integrante do projeto “Crescimento Azul” ⁽²⁰⁾.

O principal objetivo deste plano é conseguir um aumento da capacidade produtiva de cerca de 25000 toneladas até 2023, especialmente através do estabelecimento de novas áreas marítimas para a produção aquícola, com o suporte do Fundo Europeu para os Assuntos Marítimos e das Pescas. Também se espera conseguir a reabilitação de áreas de produção aquícola, principalmente nos estuários, e o investimento em sistemas de aquicultura intensiva e sistemas multi-tróficos.

As várias ações interventivas que se pretendem estabelecer de modo a alcançar este objetivo agrupam-se principalmente em três grupos: a simplificação dos procedimentos administrativos de forma a diminuir os obstáculos ao licenciamento das instalações, a facilitação do acesso a espaços com potencial para receberem instalações aquícolas e o reforço da competitividade da aquicultura e promoção de condições iguais para os operadores da UE.

Espera-se que haja um aumento principalmente na produção de mexilhão, ostras e de pregado. A aquicultura de linguado, ainda em estado inicial, também é promissora. As perspetivas em relação ao valor dos produtos são boas, especialmente em relação ao mexilhão e às ostras ⁽²⁰⁾.

O Decreto Regulamentar n.º 9/2008, de 18 de março, permitiu a criação de áreas de produção aquícola em mar aberto. Mais recentemente, no âmbito dos trabalhos de preparação do Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo (POEM), foram identificadas outras áreas em mar aberto, suscetíveis de virem a ser regulamentadas para fins aquícolas. Com os recentes investimentos nos novos equipamentos e estruturas necessárias, espera-se o desenvolvimento da aquicultura intensiva em mar aberto ⁽²¹⁾.

2.4. Impactos da aquicultura no meio ambiente e no bem-estar animal

Em 1989 o Conselho da FAO definiu o desenvolvimento sustentável como “a gestão e conservação dos recursos naturais de base, e a orientação de alterações tecnológicas e institucionais de maneira a assegurar a satisfação continuada das necessidades humanas presentes e futuras. Este desenvolvimento sustentável (nos setores agrícola, florestal e das pescas) conserva os recursos terrestres, aquáticos, vegetais e genéticos, é ambientalmente não-degradante, tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente sustentável” ⁽²³⁾.

Como qualquer outra atividade industrial, a aquicultura produz alguns efeitos indesejáveis no meio ambiente, e alguns apontam-na mesmo como uma atividade insustentável em termos ambientais. Esta é uma questão complexa que envolve a análise de uma grande diversidade de fatores, sendo estes fatores variáveis para cada um dos diversos tipos de aquicultura.

A aquicultura de espécies carnívoras, em particular, tem sido alvo de intenso criticismo devido ao impacto que tem nos *stocks* marinhos naturais. Esta prática utiliza mais biomassa de peixe, como fonte das matérias-primas farinha de peixe (FP) e óleo de peixe (OP), incorporadas no alimento artificial, que aquela que produz. Assim, argumenta-se que causa perdas muito elevadas de recursos marinhos vivos e é por isso insustentável, dada a sua expansão continuada. Em 2014, do total de 93,4 milhões de toneladas de animais aquáticos capturados, 15,8 milhões de toneladas foram utilizados na produção de FP e OP. No entanto, a aquicultura não é propriamente a causa da utilização destes recursos marinhos. O que se tem verificado é a substituição da aplicação destas matérias-primas à aquicultura em detrimento da sua aplicação nos outros setores de produção animal (figura 7), e a produção de FP e OP tem efetivamente decrescido consideravelmente nos últimos anos ⁽²⁴⁾ (gráfico 9). Tendo em conta este decréscimo, poder-se-ia assumir que esteja eminente a estagnação da aquicultura de animais carnívoros. No entanto, tem-se mantido a sua evolução, devido à substituição de FP e OP por outras fontes alternativas no alimento artificial para animais aquáticos (figura 8).

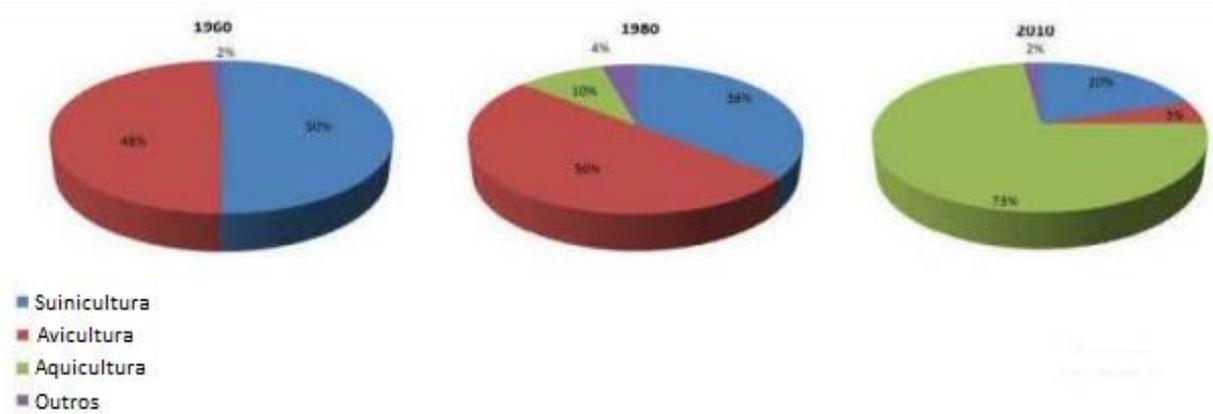


Figura 7 – Utilização relativa de FP pelos setores de aquicultura, suinicultura e avicultura, em 1960, 1980 e 2010. [Adaptado de SEAFISH (2016) ⁽²⁴⁾]

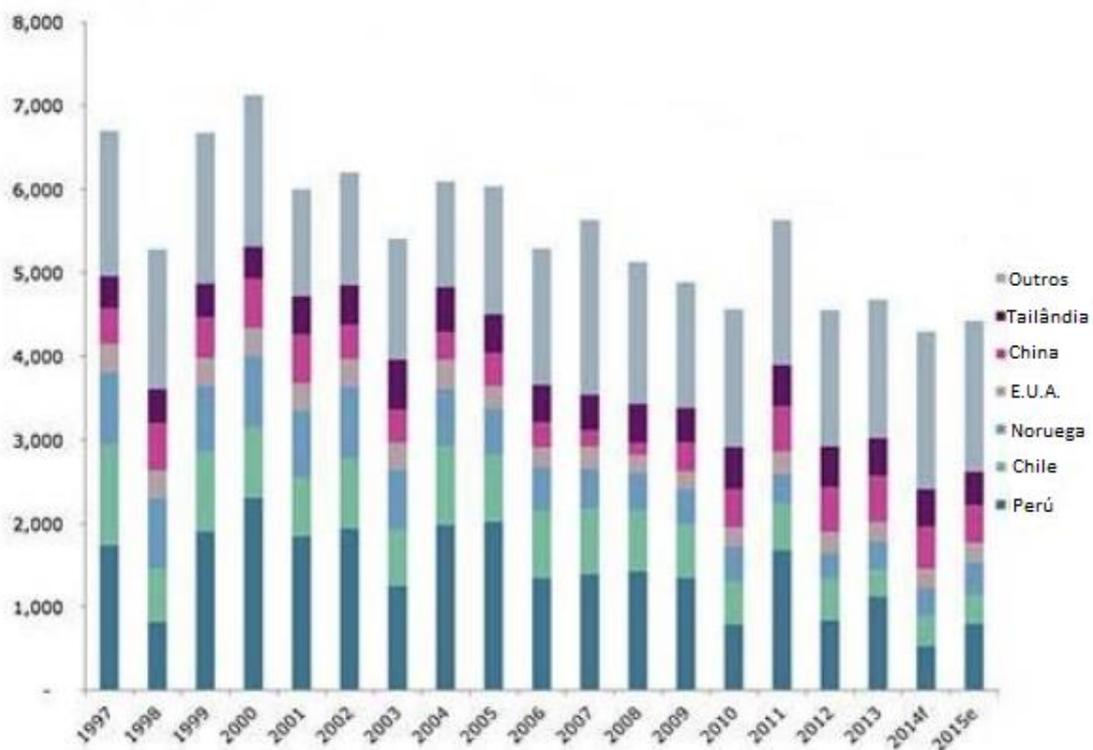


Gráfico 9 – Fornecimento global de FP (milhares de toneladas) durante o período compreendido entre 1997 e 2015 [adaptado de SEAFISH (2016) ⁽²⁴⁾]

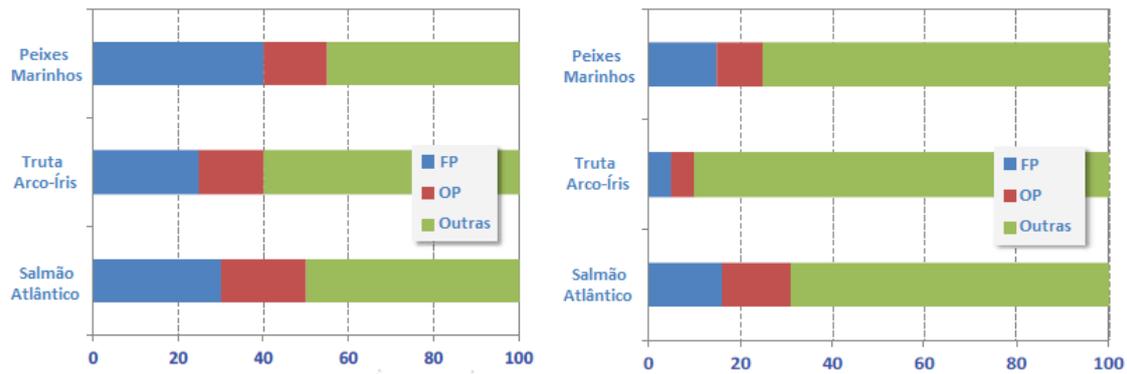


Figura 8 – Previsão da percentagem de incorporação de matérias-primas para 2010 feita em 2002 (à esquerda) e percentagem de incorporação de matérias-primas efetivamente observada em 2010 (à direita) [Adaptado de: FEAP (2014) ⁽²⁵⁾]

Têm-se vindo a realizar diversos estudos científicos de forma a identificar fontes alternativas de lípidos e proteínas que não afetem negativamente o crescimento, a qualidade nem o bem-estar dos animais produzidos em aquicultura. Através de um projeto de investigação científica europeu, o PEPPA (*Perspectives of Plant Protein usage in Aquaculture*), concluiu-se que a FP, numa dieta contendo OP, pode ser largamente substituída por outras matérias-primas proteicas de origem vegetal. Num outro projeto denominado RAFOA (*Researching Alternatives to Fish Oils in Aquaculture*), concluiu-se que o OP, numa dieta contendo FP, pode ser largamente substituído por óleos vegetais ⁽²⁵⁾. Mais recentemente, um estudo demonstrou que o salmão atlântico (*Salmo salar*) pode ser produzido utilizando dietas que não contenham FP nem OP, sem comprometer o crescimento, a conversão de alimento, nem a sobrevivência ⁽²⁶⁾. A produção de peixe com uma reduzida incorporação de FP e, especialmente, OP, compromete os níveis em ácidos gordos ómega-3 que se obtêm na carne. No entanto, este problema pode ser resolvido utilizando alimento com níveis elevados de OP apenas na fase final da engorda ⁽²⁷⁾ ou utilizando outras matérias-primas que também fornecem este nutriente, como, por exemplo, microalgas da espécie *Schizochytrium sp.* ⁽²⁸⁾, ou óleos vegetais de plantas geneticamente modificadas de forma a produzirem este nutriente ⁽²⁹⁾. A utilização de insetos nas dietas como fonte de proteína é outra solução promissora ⁽³⁰⁾.

Existem outras medidas relacionadas com a alimentação artificial que poderão assegurar a sustentabilidade da aquicultura a nível global, nomeadamente a certificação das fontes de matérias-primas utilizadas no fabrico de dietas para a aquicultura, o desenvolvimento de novas tecnologias no fabrico das dietas, de modo a melhorar a sua qualidade, e o correto manejo alimentar na exploração, otimizando a utilização das dietas ⁽³¹⁾.

A captura de *stocks* silvestres para a sua posterior engorda (prática decorrente da aquicultura baseada na captura) é outro fator que contribui para a diminuição dos *stocks* naturais. Durante muito tempo, a aquicultura mundial dependeu de ovos e alevins silvestres, realizando-se a sua recolção para posterior engorda em instalações aquícolas. De uma forma

geral, com o desenvolvimento das técnicas de reprodução em cativeiro, atualmente realiza-se a recolção de alevins silvestres apenas de espécies que existem em números suficientemente elevados, de forma a garantir que os *stocks* naturais dessas espécies não se vejam ameaçados, como acontece no caso de diversos moluscos. No entanto, ainda existem algumas espécies, nas quais não se conseguiu fechar o ciclo em cativeiro, que são excessivamente capturadas para posterior engorda; destas, o exemplo mais importante é o do atum (*Thunnus spp.*)⁽³¹⁾.

A introdução de espécies exóticas e de espécies autóctones domesticadas no ecossistema, devido à libertação ou fuga dos animais a partir das instalações aquícolas, tem efeitos imprevisíveis na biodiversidade. Os principais vetores de espécies exóticas são os barcos da indústria pesqueira, mas a aquicultura também tem sido assinalada como um vetor importante na introdução de espécies exóticas. Adicionalmente, os peixes de uma determinada espécie, quando domesticados, podem tornar-se significativamente diferentes dos seus homólogos silvestres, tanto genética como fisicamente. Ao se reproduzirem com as populações silvestres, podem modificar o seu código genético, gerando diversos efeitos potencialmente indesejáveis, como a diminuição da capacidade de sobrevivência destas espécies no seu meio natural. No caso da aquicultura, este risco é superior, quando comparado com o que existe nos animais terrestres, dada a facilidade dos peixes em dispersar-se e a dificuldade da sua recaptura. O salmão é uma espécie para a qual estão documentados vários efeitos prejudiciais sobre a integridade e diversidade genética dos *stocks* silvestres. As espécies atualmente utilizadas na aquicultura mediterrânica não diferem substancialmente, do ponto de vista genético, dos seus homólogos silvestres⁽³¹⁾.

Para minimizar ao máximo o risco de fuga de animais produzidos em aquicultura, devem adotar-se medidas preventivas adequadas. Estas medidas encontram-se descritas no “Código de práticas de introduções e transferências de organismos marinhos” do Conselho Internacional para a Exploração do Mar (CIEM), de 2005, assim como no “Guia de espécies exóticas em aquicultura”, publicado pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN). Encontram-se em investigação vários métodos e técnicas que permitam produzir variedades de espécies que sejam estéreis e incapazes de sobreviver em condições silvestres. Para já, o melhoramento genético efetuado nos peixes de aquicultura realiza-se, quase exclusivamente, através de processos de reprodução tradicionais. A utilização de organismos geneticamente modificados (OGMs) é polémica na maioria das regiões, dadas as preocupações em relação ao meio ambiente e saúde pública⁽³¹⁾. No entanto, projeta-se a possibilidade de se recorrer aos OGMs no futuro, não só para a resolução deste problema, como também com outras finalidades. Em 2015, o salmão geneticamente modificado produzido pela empresa norte-americana *AquaBounty*, foi aprovado pela *Food and Drug Administration* (FDA), tornando-se no primeiro animal geneticamente modificado a ser aprovado para consumo humano; o salmão atlântico (*Salmo salar*) foi modificado com um gene que codifica

para a hormona de crescimento do salmão rei (*Oncorhynchus tshawytscha*), permitindo-lhe crescer em 18 meses, em vez dos 30 meses habituais ⁽³²⁾.

O efeito dos efluentes das instalações aquícolas pode ter repercussões graves nos ecossistemas. Estes efluentes incluem alimento não ingerido, fezes, produtos de excreção do metabolismo e peixes mortos, e são uma fonte rica em compostos de carbono, azoto e fósforo. Se o fluxo destes efluentes para o meio ambiente supera a sua capacidade de assimilação dos mesmos, ocorre eutrofização, o que pode levar, em última instância, à alteração da composição da fauna e flora locais. Também, as elevadas concentrações de partículas em suspensão reduzem a penetração de luz na coluna de água, alterando a atividade fotossintética dos organismos marinhos. A aquicultura em sistema aberto é especialmente problemática neste sentido, já que, de uma maneira geral, não há qualquer tratamento dos efluentes; nas instalações em terra a carga de efluentes pode ser minimizada, ou mesmo eliminada, antes da descarga no ecossistema ⁽³¹⁾. Os RAS permitem uma otimização do tratamento dos efluentes e, ao mesmo tempo, a utilização de uma quantidade ínfima de água quando comparados com os sistemas semi-fechados ⁽³³⁾.

Em último lugar, referem-se os efeitos prejudiciais dos produtos terapêuticos utilizados em aquicultura, questão em que o médico veterinário assume especial importância. Os resíduos químicos destes produtos podem acumular-se nos solos e na flora e fauna silvestres. No caso específico dos antimicrobianos, a sua utilização pode contribuir para o desenvolvimento de resistências. Foram identificados elevados níveis de resistência bacteriana em bactérias presentes no sedimento e no intestino de peixes selvagens em locais próximos de instalações aquícolas marinhas. O modo de administração dos antimicrobianos é muito importante na extensão dos seus efeitos sobre o ambiente. A administração oral, através de alimento medicamentoso, é especialmente problemática: devido à anorexia que os peixes apresentam, na maioria dos casos, há um elevado desperdício de alimento; e mesmo que a quantidade administrada seja controlada de forma a não ocorrer um elevado desperdício, a eficácia de absorção intestinal está muitas vezes comprometida nos animais doentes e, assim, as fezes conterão concentrações elevadas destas substâncias ⁽³¹⁾.

A aquicultura integrada de nível multitrófico (AIMT) é uma vertente especial da aquicultura que apresenta um enorme potencial em termos de sustentabilidade. Este tipo de produção aquícola integra, num mesmo sistema, as espécies que utilizam alimento artificial com outras herbívoras/filtradoras e/ou micro e macroalgas (figura 9), tendo em conta as suas interações, bem como a utilização de nutrientes e metabolitos de excreção. Nos sistemas de AIMT os metabolitos de excreção das espécies alimentadas, bem como os detritos de alimento não aproveitados, são reciclados, constituindo alimento, energia e/ou fertilizante utilizados na produção das outras espécies integrantes ⁽³⁴⁾. Reduzem-se, deste modo, os efeitos negativos dos efluentes no meio ambiente. Em menor instância, também se reduz a quantidade de alimento necessária para as espécies de topo na cadeia trófica, permitindo aliviar a pressão sobre os *stocks* marinhos. A AIMT é uma solução que vai além da sustentabilidade ambiental,

fomentando a diversidade económica e permitindo a redução do risco económico, através da estabilização ambiental, ao mesmo tempo que promove a aceitação do setor aquícola pelo público em geral. Assim, é lógico assumir que a AIMT seja o próximo passo no futuro da aquicultura. Em 2006, na conferência conjunta da Sociedade Europeia de Aquicultura e Sociedade Mundial de Aquicultura, em Florença, a AIMT foi reconhecida como uma prioridade de investigação séria a considerar no futuro da aquicultura ⁽³⁴⁾.



Figura 9 – Salmão (à esquerda), mexilhão (à direita) e algas (à direita, por trás) em sistema de AIMT, na baía de *Fundy*, Canadá [adaptado de: FAO (2009) ⁽³⁴⁾]

A AIMT é muito flexível, já que os sistemas podem ser realizados em terra ou em mar, em água salgada ou em água doce e com várias combinações de espécies. As combinações mais comuns são as de camarões/moluscos, peixes/moluscos/algas, peixes/camarão e camarão/algas ⁽³⁵⁾.

Existe uma enorme quantidade de estudos publicados nos últimos anos relacionados com a AIMT. Em Portugal demonstrou-se, por exemplo, que as algas *Gracilaria bursa pastoris* e *Ulva rigida* podem contribuir em até 10% para a dieta de robalos juvenis ⁽³⁶⁾.

Este tipo de aquicultura já se encontra em funcionamento em vários países. Porém, ainda não assumiu uma expressão importante. Para ocorrer o desenvolvimento em larga escala da AIMT no futuro, é necessário tomar medidas no que diz respeito à exploração do valor económico de novas espécies que possam ser integradas com as já existentes, desenvolver novos modelos tecnológicos destes sistemas e estabelecer pressões legislativas e incentivos a nível governamental para o desenvolvimento destas práticas e para a comercialização destes produtos ^(34,35).

A aquicultura orgânica, que surgiu na década de 90, é uma forma de produção aquícola altamente sustentável em termos ambientais e que cumpre requisitos muito exigentes no que diz respeito ao bem-estar animal. Apesar do seu crescimento significativo nos últimos anos,

representa uma percentagem muito pequena do total da produção europeia (cerca de 1%), e o aumento dos custos de produção que se verificam neste momento estão a provocar um abrandamento do seu crescimento ⁽²⁵⁾.

O bem-estar dos peixes produzidos em aquicultura é outro assunto que tem suscitado um grande criticismo por parte da população. Apesar de não possuírem neocórtex, que, nos mamíferos, é a estrutura responsável pela experiência subjetiva á qual se associa o conceito de sofrimento, existem evidências de que são suscetíveis a outros tipos de sofrimento ⁽³⁷⁾. Os peixes adultos experienciam alguns dos estados negativos que os humanos associam à dor emocional, mesmo que não tenham a capacidade de reconhecimento próprio necessário ao sofrimento consciente ⁽³⁸⁾.

O bem-estar dos animais produzidos em aquicultura é muitas vezes referenciado em termos de densidade populacional. Apesar de este ser um indicador mensurável do bem-estar dos peixes, não pode ser tido em conta isoladamente. Os peixes são animais que formam grupos na natureza, e existem evidências de que vivem bem em sistemas com densidades muito altas, desde que disponham de água de boa qualidade. Os valores máximos de densidade populacional estão especificados no anexo XIII-A do Regulamento (CE) N.º 710/2009, para cada espécie e diferentes tipos de produção. No entanto, a qualidade da água é variável consoante a espécie a considerar, e não há valores definitivos para os parâmetros de qualidade da água. Outro fator a ter em conta quando se considera o bem-estar é o equilíbrio social. Muitos dos animais produzidos em aquicultura são predadores agressivos, que se tornam canibais sempre que surge a oportunidade, de maneira que é importante manter os indivíduos de uma mesma população com tamanhos homogéneos.

Um procedimento que requer especial atenção nesta matéria é o abate dos animais. As técnicas utilizadas nos peixes são a narcose com dióxido de carbono, a insensibilização elétrica e a insensibilização física ⁽³⁹⁾. A narcose com dióxido de carbono é muito pouco utilizada, já que além dos peixes mostrarem níveis acentuados de *stress*, por vários minutos antes de ocorrer a morte, este método causa a redução da qualidade da carne. A insensibilização física, através de uma pancada entre o bordo do opérculo e os olhos, é atualmente o método mais adequado em termos de bem-estar, mas é impraticável nas instalações de grandes dimensões. A insensibilização por choque térmico, colocando os peixes em recipientes contendo uma mistura de água e gelo, é o método mais utilizado atualmente; no entanto, existem estudos que mostram que a insensibilização só se instala após alguns minutos. A insensibilização elétrica provoca a insensibilização com rapidez quando efetuada de forma correta; no entanto, pode originar hemorragias na carcaça quando é feita de forma intensa ou, por outro lado, causar apenas paralisia quando o estímulo é fraco, o que origina níveis de *stress* intoleráveis ⁽⁴⁰⁾.

Durante a produção dos peixes, estes devem ser manuseados apenas quando necessário. Caso seja necessário o manuseamento durante um longo intervalo de tempo,

como, por exemplo, para realizar a desova por *stripping*, ou durante tratamentos prolongados, devem ser anestesiados ^(37,40).

Existem vários códigos de conduta e de boas práticas que visam garantir a sustentabilidade da aquicultura. A aplicação destes códigos permite a redução do impacto ambiental e o aumento do bem-estar animal, da produtividade, da qualidade do produto e da segurança alimentar. Alguns destes códigos são de nível internacional, como, por exemplo, o “Código de Conduta para a Pesca Responsável”, publicado pela FAO, em 1995, que tem o objetivo de garantir a conservação, gestão e desenvolvimento dos recursos aquáticos vivos, com a devida consideração ao ecossistema e à biodiversidade, e cujo artigo 9º se dirige, especificamente, à aquicultura, e o “Código de Conduta da Aquicultura Europeia”, publicado pela *Federation of European Aquaculture Producers* (FEAP), em 2006, que tem como principal objetivo “o desenvolvimento responsável e a gestão de uma solução viável e sustentável do setor da aquicultura europeia, para assegurar o mais elevado nível de qualidade da produção de alimentos, respeitando as considerações do meio ambiente e as necessidades dos consumidores”. Outros códigos são realizados a nível nacional, como, por exemplo, o “Código de Boas Práticas para a Aquicultura Escocesa de Peixes”, de 2006, preparado pela Organização Escocesa de Produtores de Salmão (OEPS), e que foi formulado através da colaboração entre a indústria, reguladores, governo e outras partes interessadas. Ainda que a aplicação destes códigos seja voluntária, muitos destes modelos são utilizados como fonte de orientação para o desenvolvimento de políticas governamentais e administrativas, convertendo-se, em alguns casos, em normas vinculantes. Assim, estes códigos podem ser vistos como o primeiro passo no caminho da gestão responsável, além de serem ferramentas importantes para a formação de muitos produtores ⁽⁴¹⁾.

Devido à crescente preocupação do consumidor no que diz respeito às questões ambientais e de segurança alimentar, qualidade e bem-estar animal, tem-se desenvolvido uma série de diferentes sistemas de certificação para os produtos provenientes da aquicultura. Existem, atualmente, pelo menos 30 sistemas de certificação e 8 acordos-chave internacionais relevantes para a certificação em aquicultura ⁽⁴²⁾.

Estes certificados podem ser auto-impostos (manuais de procedimentos dos produtores) ou coletivos. Estes últimos podem provir dos referidos códigos de conduta e boas práticas, a nível nacional ou internacional, ou podem ser elaborados por organizações não-governamentais ou pelos sistemas de monitorização de segurança alimentar, nacionais ou internacionais ⁽⁴³⁾.

2.5. Maneio da exploração piscícola

A sanidade da exploração piscícola corresponde a um equilíbrio da tríade animal-ambiente-agente patogénico, ocorrendo doenças sempre que ocorre uma disrupção deste

equilíbrio. Assim, a sanidade depende de vários fatores de manejo impostos na exploração, que têm influência no estado fisiológico dos peixes, na qualidade da água e no desenvolvimento de agentes patogênicos.

A produção piscícola ocorre sob condições extremas, tanto do ponto de vista exterior (ambiente) como interior (animal). Com vista à obtenção do máximo lucro, a qualidade da água onde os peixes se encontram é por vezes muito pobre (nos regimes extensivo e semi-intensivo, principalmente), ou o regime de intensificação é demasiado elevado de forma a tentar rentabilizar ao máximo a produção. Estas condições são impostas a animais muito susceptíveis ao *stress*, o que determina não só a ocorrência de importantes atrasos no crescimento, mas também a alta vulnerabilidade a patologias infecciosas. Assim, na piscicultura é essencial proceder a um manejo muito cuidadoso e com algumas medidas muito específicas para este tipo de produção.

Um fator fundamental de manejo, que irá influenciar ou é influenciado por todos os outros fatores, é a densidade populacional praticada. No âmbito da aquicultura, a densidade populacional é “o peso vivo de animais por metro cúbico de água em qualquer momento durante a fase de engorda e, no caso de peixes chatos e camarões, o peso por metro quadrado de superfície” ⁽⁴⁴⁾. Muitos agentes patogênicos têm mobilidade reduzida ou nula, e a sua propagação ocorre apenas quando os indivíduos se encontram muito próximos fisicamente ⁽⁴⁵⁾. A superfície corporal dos peixes é muito sensível e os repetidos choques entre os peixes originam abrasões na pele que facilitam a invasão de agentes patogênicos. Adicionalmente, o *stress* decorrente dos choques e da maior competitividade por espaço e alimento gera um estado de imunossupressão, podendo ocorrer infeções por agentes patogênicos oportunistas. A longo prazo, ocorre também a seleção genética de agentes patogênicos mais virulentos e/ou resistentes ⁽⁴⁵⁾.

De seguida são explorados os vários fatores de manejo a ter em consideração para garantir a sanidade da exploração piscícola. Grande parte destes fatores apresentam uma interdependência marcada e, portanto, não é fácil explorá-los individualmente. É de notar que muitas das medidas de profilaxia sanitária vão sendo descritas na sub-secção “Qualidade da água”, e portanto não são repetidas mais tarde quando se descrevem as restantes medidas gerais de profilaxia sanitária. Um fator geral importante de referir, que não se inclui propriamente no manejo, mas que irá influenciá-lo em larga medida, é a seleção do local da exploração.

2.5.1. Seleção do local da exploração

A seleção adequada do local é provavelmente o fator mais decisivo na viabilidade dos projetos de aquicultura. Além da espécie que se pretende produzir e do tipo de sistema de

produção a ser adotado, existem alguns fatores gerais que têm que ser investigados de forma a selecionar o local da exploração de forma adequada.

Em primeiro lugar deve-se obter toda a informação meteorológica e hidrológica da área considerada, nomeadamente as temperaturas mensais médias e extremas, pluviosidade, velocidade e direção do vento, dinâmica das marés, evaporação, períodos de luminosidade, salinidade da água e histórico de inundações/secas. No caso das instalações em terra, é crucial avaliar a quantidade de água disponível, obtendo informação sobre a extensão e sazonalidade da fonte de água considerada. Adicionalmente, é necessário verificar a qualidade da água, a qual pode variar consoante a espécie piscícola a produzir. A temperatura da água e a salinidade são parâmetros fundamentais a ter em conta, de forma a decidir se a espécie selecionada pode ser produzida em determinado local, ou vice-versa.

Outra avaliação fundamental é sobre eventuais fontes de poluição. É importante obter informação de atividades desenvolvidas nesse local no passado, já que podem existir resíduos de pesticidas ou outros compostos tóxicos utilizados anteriormente, e de atividades desenvolvidas nas proximidades do local, de modo a evitar contaminações provenientes de outras indústrias.

Deve-se ainda considerar o acesso aos mercados, a existência de comunicações, a proteção contra desastres naturais e a disponibilidade de mão-de-obra qualificada⁽¹⁾.

2.5.2. Qualidade da água

Os peixes apresentam uma relação estreita com o meio aquático onde vivem. Assim, em qualquer exploração aquícola, a quantidade e a qualidade de água são aspetos fundamentais, dependendo deles, em grande medida, a rentabilidade da produção⁽⁷⁾. A água, como solvente universal, torna muito mais difícil a prevenção e controlo de contaminações em comparação com superfícies equivalentes em terra. Os contaminantes podem provir de fora das unidades de produção onde se encontram os peixes mas também da sua própria atividade; todos os detritos de alimento não aproveitados, de fezes e eventualmente de outras substâncias existentes no meio estão em contacto íntimo com as superfícies corporais dos peixes, e são respiradas e ingeridas⁽⁴⁶⁾.

A qualidade da água é difícil de se definir, já que vai depender do uso a que se destina. Em função do seu uso deve-se definir valores ótimos para os vários parâmetros, os quais devem manter-se constantes, já que qualquer variação brusca da maioria dos parâmetros provocará *stress*. No entanto, alguns peixes conseguem adaptar-se, vivendo fora dos limites considerados para determinados parâmetros, desde que a mudança ocorra muito lentamente. Os parâmetros ótimos variam consoante a espécie considerada, a fase do ciclo de produção da mesma espécie e com o grau de intensificação praticado na exploração.

Existem muitas interações importantes entre os diferentes parâmetros de qualidade da água. Alguns apresentam uma grande dependência em relação a outros, sendo que o exemplo mais importante é o efeito da temperatura nos níveis de oxigênio dissolvido. Outro exemplo é o efeito do pH nos metais pesados, que causam lesões branquiais potencialmente fatais em águas ácidas e moles, mas que se tornam praticamente atóxicos em águas alcalinas e duras ⁽⁷⁾.

Algumas doenças graves que surgem na exploração piscícola são causadas diretamente por alterações da qualidade da água, enquanto muitas das doenças infecciosas que os acometem são provocadas por agentes patogênicos oportunistas, que se tornam infecciosos após alterações da qualidade da água ⁽⁴⁷⁾.

2.5.2.1. Salinidade

A salinidade mede a concentração total de todos os íons dissolvidos em água. O cloreto de sódio é o principal composto iônico (sal) presente na água, mas também ocorrem concentrações substanciais de outros compostos iônicos principalmente nos tanques de terra, como compostos de sulfato e carbonato. É expressa em partes por mil (‰).

A água salgada tem uma salinidade igual ou superior a 35‰ ⁽⁵⁾.

Outro parâmetro associado, também por vezes utilizado, é o total de sólidos dissolvidos (TSD), que expressa, em partes por milhão (mg/L), os sais minerais inorgânicos dissolvidos na água ⁽⁷⁾.

A salinidade tem influência direta na concentração dos fluidos corporais e, portanto, na pressão osmótica, dos animais aquáticos. Os fluidos corporais dos animais marinhos são hipotônicos, enquanto os dos animais que vivem em água doce são hipertônicos. Cada espécie aquática está adaptada a diferentes intervalos de salinidade consoante o meio ambiente natural onde vivem, ocorrendo desequilíbrios eletrolíticos fatais quando se encontra fora desse intervalo. A maioria dos organismos aquáticos limita-se a um habitat marinho ou em água doce e têm uma reduzida tolerância a variações de salinidade (estenoalinos). No entanto, existem organismos aquáticos com elevada tolerância a variações de salinidade (eurialinos) e outros ainda que trocam de habitat com salinidades muito diferentes durante uma fase específica do seu ciclo de vida; as espécies anádromas, como o salmão, sobem os rios para se reproduzirem em água doce, voltando depois ao mar, enquanto as catádromas, como as enguias, descem os rios para se reproduzirem em zonas de elevada salinidade. A maioria das espécies produzidas em aquicultura são eurialinas, catádromas ou anádromas, sendo que o seu alargado espectro de tolerância à salinidade reflete a robustez geral necessária à sua seleção como espécie de aquicultura ⁽⁴⁸⁾.

2.5.2.2. Temperatura

A temperatura da água é, provavelmente, o parâmetro ambiental com o maior efeito na condição fisiológica e na saúde dos peixes, com a possível exceção do OD ⁽⁷⁾.

É possível produzir a maioria das espécies aquáticas numa gama muito variada de temperatura (o robalo, por exemplo, sobrevive em temperaturas compreendidas entre 3 e 30°C). No entanto, longe dos valores ótimos de cada espécie, o crescimento é demasiado lento, e portanto a produção não é rentável ⁽⁴⁹⁾. Também, valores de temperatura continuados fora dos valores ótimos, ou alterações rápidas destes valores, mesmo quando ocorrem dentro do intervalo ótimo, representam condições de *stress* ou mesmo letais ⁽⁷⁾. Em aquicultura os efeitos fisiológicos das alterações bruscas de temperatura assumem maior importância que os extremos continuados. A síndrome de choque térmico é um problema bem reconhecido pelos produtores. A velocidade a que podem ser alteradas as temperaturas e a extensão da alteração, de modo a que a tolerância fisiológica dos peixes não seja excedida, é variável consoante a espécie e com a história prévia de temperatura da espécie em questão. Para mudanças de temperatura superiores a 10°C recomenda-se que os peixes sejam aclimatados gradualmente, durante um período mínimo de duas horas.

A elevação da temperatura leva ao aumento do consumo de oxigénio, devido ao aumento do metabolismo, diminui a solubilidade do oxigénio, reduzindo a sua disponibilidade, favorece a proliferação de microrganismos patogénicos e aumenta a toxicidade de contaminantes dissolvidos na água. O arrefecimento torna a resposta imunológica mais lenta, devido à diminuição do metabolismo, e reduz o apetite, tornando o crescimento mais lento ⁽⁷⁾.

As temperaturas requeridas para o crescimento máximo podem ser, ou não, coincidentes com as que são requeridas para a saúde ótima dos peixes. A temperatura da água influencia também a taxa metabólica dos microrganismos que, na maioria dos casos, aumenta com temperaturas elevadas (há algumas exceções, em que águas de temperaturas mais baixas favorecem o desenvolvimento de bactérias psicrófilas) ⁽⁷⁾.

Apesar de existir a possibilidade de temperatura da água poder ser controlada, é muito difícil, se não impossível, fazê-lo de forma sustentável economicamente em tanques de terra. Normalmente, apenas se controla a temperatura da água em maternidades ou sistemas de recirculação de água ⁽¹⁾.

2.5.2.3. Oxigénio dissolvido

O oxigénio dissolvido é o principal fator condicionante da carga animal a implementar nas explorações piscícolas ⁽⁵⁰⁾.

Apesar da maioria dos textos científicos sobre aquicultura se referir à concentração de oxigénio dissolvido na água, o OD, expresso em mg/L ou ppm, os peixes respondem, na

realidade, à percentagem de saturação de oxigénio. Este parâmetro está relacionado com a capacidade de retenção de oxigénio pela água, que diminui com o aumento da temperatura, da salinidade e da altitude a que se encontra. Assim, por exemplo, uma leitura de 1 mg/L, a 30°C (13.3% saturada), representa uma maior disponibilidade de oxigénio em relação a outra de 1 mg/L, a 15°C (10.2% saturada) ⁽⁵⁾.

A maioria dos animais aquáticos necessita 1 mg/L de oxigénio para sobreviver; no entanto, de uma maneira geral (dependendo das circunstâncias da produção), ocorrerá *stress* sempre que seja inferior a 4-5 mg/L ⁽⁵⁾.

Em tanques de terra, o OD apresenta grandes variações devido à produção fotossintética de oxigénio pelas algas, durante as horas de luz, e à sua utilização pela respiração, durante a noite. Tipicamente, a concentração máxima de OD é alcançada durante o amanhecer, e a mínima durante o ocaso ⁽⁵⁾.

O tempo encoberto e chuvoso, a morte de plâncton, e elevadas densidades e taxas de alimentação são fatores que levam a depleção do OD ⁽⁵⁾.

Quando o OD atinge níveis reduzidos, os peixes podem exibir os seguintes sinais: anorexia e letargia, respiração à superfície, movimentos operculares desordenados, agrupamento dos peixes nas zonas de entrada de água ou junto aos arejadores, crescimento reduzido e surtos de doença ^(5,50). São sintomas *post-mortem* de asfixia a boca e os opérculos totalmente abertos ⁽⁵⁰⁾.

As práticas de manejo que podem evitar a depleção de OD são: a monitorização do OD, principalmente em momentos críticos de manejo, a realização frequente de renovações de água, evitar a sobrepopulação e a sobrealimentação, o controlo do crescimento das plantas e a instalação de equipamentos de arejamento e oxigenação ⁽⁵⁾. O arejamento consiste na dissolução do oxigénio na água a partir da atmosfera; existem vários tipos de aparelhos para este efeito, incluindo os arejadores de difusão, mecânicos, de bombagem vertical e de membrana. A oxigenação consiste na transferência de oxigénio puro para a água e é utilizada quando o consumo de oxigénio é superior à capacidade de transferência de oxigénio por arejamento, a partir do ar (que é de apenas 21%); o oxigénio pode ser fornecido como oxigénio em gás comprimido, ou oxigénio líquido, a partir de fontes comerciais, ou produzido no local, através de geradores de oxigénio. Através da oxigenação da água, consegue-se uma percentagem de saturação do oxigénio superior a 90% ⁽⁶⁾.

A concentração de oxigénio dissolvido na água salgada pode atingir 12 mg/L, mas, normalmente, não ultrapassa os 8-9 mg/L. As camadas superficiais de água contêm mais OD, devido ao facto de existir um maior contacto com a atmosfera. As águas eutróficas (i.e. águas com elevada concentração em nutrientes, o que promove o crescimento das algas) podem ter valores muito baixos de OD durante a noite, período durante o qual as algas deixam de realizar a fotossíntese para iniciar a respiração ⁽⁴⁸⁾.

2.5.2.4. Amónia, nitratos e nitritos

A amónia existe na água como consequência da decomposição de matéria orgânica e da eliminação deste composto pelos animais aquáticos, sendo o principal produto azotado do metabolismo dos peixes. Assim, pode estar presente na água das explorações piscícolas, em níveis altos, como resultado de contaminações agrícolas, da sobrepopulação ou da sobrealimentação ⁽⁴⁶⁾.

Este composto ocorre na água sob duas formas, a ionizada (ião amónia, NH₄⁺), e a não-ionizada (amoníaco, NH₃). A proporção entre estas duas formas depende, principalmente, do pH e, em menor escala, da temperatura, salinidade e da concentração das partículas sólidas em suspensão ⁽⁷⁾. A forma não-ionizada é consideravelmente tóxica para os peixes, causando lesões diretas no epitélio branquial, com consequente hiperplasia e diminuição da capacidade de captação de oxigénio. Dependendo das espécies, também pode provocar lesões no fígado, rim e cérebro, reduzindo a atividade e o crescimento. Em níveis baixos, também podem contribuir para o *stress* crónico ⁽⁴⁶⁾. Ocorre em maior proporção em águas de pH e temperatura mais elevados, menor salinidade e reduzida concentração em partículas sólidas em suspensão ^(5,7).

De uma forma geral, concentrações da forma não-ionizada superiores a 0,1 mg/L originam *stress*, e ocorre a morte por volta de 0,5 mg/L ⁽⁵⁾. Os efeitos tóxicos variam largamente consoante a espécie. Os limites de segurança são de 0,05 para as espécies marinhas, 0,01 para as de água doce e 0,005 para os salmonídeos ⁽⁴⁶⁾. Geralmente, a amónia não é um problema em águas onde haja plantas presentes, já que estas usam este composto como fonte de azoto, originando mais frequentemente problemas em explorações sem vegetação e com renovações de água insuficientes ⁽⁴⁶⁾, e naquelas que utilizam águas duras e alcalinas ⁽⁷⁾.

A maioria dos testes laboratoriais faz a determinação da concentração de amónia total. Pode-se fazer uma estimativa da percentagem de amónia não-ionizada tendo em conta o pH, a temperatura e a salinidade ^(5,7).

As práticas de manejo que previnem a acumulação de amónia são a monitorização do pH, a realização frequente de renovações de água, a adição de água doce, a remoção do material fecal e evitar a sobrepopulação e a sobrealimentação ⁽⁵⁾. Existem filtros biológicos que incorporam as bactérias necessárias para a conversão da amónia em nitratos. Estes filtros são muito dispendiosos, de maneira que se utilizam apenas em maternidades e na engorda de espécies de alto valor económico ⁽⁴⁶⁾.

Os nitratos não são considerados tóxicos para os peixes, enquanto os nitritos são extremamente tóxicos. Em quantidades moderadas, os nitritos podem induzir a produção de meta-hemoglobina, resultando hipóxia e cianose ⁽⁴⁶⁾.

Os filtros biológicos fazem a desnitrificação do nitrito, convertendo-o em azoto. Também se pode reduzir a toxicidade por nitritos adicionando cloreto de sódio, já que os iões cloro são captados pelas brânquias com preferência sobre os iões nitrito ⁽⁴⁶⁾.

2.5.2.5. Dióxido de carbono

O dióxido de carbono está presente na maioria das águas superficiais em pequenas concentrações (1-2 mg/L), dissolvido a partir da atmosfera, produzido pela decomposição microbiana da matéria orgânica presente na água, e libertado durante a respiração de microrganismos, algas e outras plantas aquáticas. Os níveis de dióxido de carbono são, geralmente, superiores em águas de nascente ou de furos. Porém, nas explorações piscícolas, grande parte do total deste gás presente na água provém da respiração dos peixes. Dependendo da densidade populacional praticada, pode atingir valores largamente superiores aos que ocorrem nos ambientes naturais ⁽⁷⁾.

O dióxido de carbono é importante por atuar como um ácido na água, reduzindo o pH, e interfere com a capacidade de extração do oxigénio a partir da água, contribuindo, desta forma, para o *stress* dos peixes em alturas de depleção de O₂ ⁽⁵⁾. Adicionalmente, à medida que aumenta a concentração de dióxido de carbono no sangue, a capacidade de transporte do oxigénio pela hemoglobina diminui, devido ao efeito de Bohr ⁽⁷⁾.

O arejamento da água, além de aumentar a concentração de O₂, diminui a do CO₂, que se liberta para a atmosfera ⁽⁵⁾.

2.5.2.6. Cloro

O cloro não é um constituinte natural das águas, subterrâneas ou superficiais, razão pela qual não deve ser detetado nas águas de fornecimento, a não ser que tenha ocorrido contaminação a partir de instalações industriais. Muitas vezes, faz-se um tratamento das águas municipais para remover o cloro, antes de usá-las em instalações de aquacultura.

No entanto, o cloro é importante em aquacultura como agente desinfetante de tanques e equipamentos. Também pode ser utilizado para desinfetar os depósitos de descarga de efluentes. É aplicado, geralmente, em solução de hipoclorito de cálcio ou de sódio, mas também pode ser aplicado na forma de gás ⁽⁷⁾.

O cloro é muito tóxico para os peixes. Concentrações de 0,1-0,3 mg/L, frequentemente encontradas nas águas de abastecimento municipais, são letais para a maioria das espécies comercialmente importantes. No geral, os peixes toleram concentrações não superiores a 0,05, durante períodos de tempo curtos (até 30 min). Assim, é aconselhável realizar uma monitorização do cloro nas explorações, existindo vários aparelhos que medem este parâmetro ⁽⁷⁾.

2.5.2.7. Pressão total de gases

A pressão total de gases (PTG) é a soma das pressões parciais de todos os gases dissolvidos num fluido ⁽⁵¹⁾. Em condições normais, as pressões parciais dos vários gases dissolvidos na água estão em equilíbrio com a pressão exercida por estes gases na atmosfera (geralmente cerca de 760 mm Hg ao nível do mar). Quando este equilíbrio é interrompido, por várias condições naturais ou artificiais, a pressão total de um ou mais gases dissolvidos na água pode tornar-se superior à pressão atmosférica. A sobressaturação (principalmente com dióxido de carbono e azoto) é uma fonte significativa de problemas patológicos para os peixes, tanto em águas naturais como em diversos tipos de explorações aquícolas ⁽⁷⁾. Esta situação pode originar, nos peixes, uma afeção conhecida como a doença das bolhas gasosas, provocada pela acumulação de bolhas gasosas em tecidos laxos, com a formação de enfisema, que pode levar a dilaceração dos tecidos, e no interior de vasos sanguíneos, o que pode levar a embolias gasosas ⁽⁵²⁾. Dependendo da extensão da acumulação, pode-se seguir hemostase, necrose dos tecidos e a morte dos animais ⁽⁷⁾.

Em sistemas aquícolas em tanques de terra, a sobressaturação de oxigénio pode ocorrer durante episódios de eflorescência de algas. A sobressaturação de oxigénio não é, geralmente, um problema grave, já que o oxigénio acumulado vai sendo utilizado no metabolismo tecidual ⁽⁷⁾, sendo, aliás, benéfica, desde que não seja extremamente acentuada, já que previne a sobressaturação de azoto e dióxido de carbono ⁽⁵¹⁾.

Em maternidades e sistemas de engorda intensivos, envolvendo tecnologia mais avançada, pode ocorrer sobressaturação de azoto e dióxido de carbono, quando a água é proveniente do subsolo (os microrganismos do solo podem produzir grandes quantidades destes gases), ou sobressaturação de ar quando se utilizam bombas centrífugas para a captação de água, pela entrada de ar em pequenas fugas que possam surgir na zona de sucção dessas bombas. Esta última situação pode ser difícil de se detetar, pois podem não estar presentes bolhas visíveis na água, especialmente em sistemas com água salgada. Outro fator que pode originar a sobressaturação de gases é o aquecimento da água. Como a solubilidade dos gases diminui com o aumento da temperatura, a água fria em equilíbrio com o ar torna-se sobressaturada quando é aquecida alguns graus Celcius ⁽⁷⁾. Pode também ocorrer sobressaturação devido a uma descida brusca da pressão atmosférica ⁽⁵¹⁾.

A percentagem de saturação dos gases pode ser monitorizada através de um instrumento de difusão de membrana. O grau de saturação é expresso em percentagem da pressão total de gases total. O nível máximo seguro recomendado, de forma a prevenir a doença das bolhas gasosas, é de 110% de saturação. No entanto, há que ter em consideração a variação à sensibilidade desta patologia, consoante a espécie e a profundidade da água. Este valor recomendado é excessivo para peixes mantidos em águas superficiais, e reduzido para peixes mantidos em tanques de terra de profundidade superior a um metro ⁽⁷⁾.

2.5.2.8. pH, alcalinidade e dureza

O pH da água reflete o nível de hidrogeniões presentes, sendo fulcral no mecanismo de regulação ácido-base dos peixes, nos quais ocorre, permanentemente, a transferência de iões entre os fluidos corporais e a água (principalmente nas brânquias) ^(46,48). Este parâmetro está diretamente relacionado com a dureza e a alcalinidade da água.

O intervalo ótimo de pH para a maioria das espécies situa-se entre 6,5 e 8,5; fora deste intervalo podem produzir-se efeitos tóxicos diretos e os níveis de *stress* serão altos.

Em águas alcalinas, a maioria das espécies morre com valores de pH superiores a 10. Se o pH se aproxima deste valor, ocorrem efeitos subletais, como lesões branquiais e alterações no cristalino e na córnea, com consequente opacidade destas estruturas.

Em águas ácidas, um pH de 4 provocará a morte na maioria das espécies. Aproximando-se desse valor, ocorrem lesões nas brânquias e na epiderme, que causam problemas na captação de oxigénio e na osmorregulação.

Nas águas utilizadas para a produção aquícola, o pH tende a baixar ao longo do tempo, devido à acidez dos produtos de metabolismo (do dióxido de carbono, principalmente, e, também, de substâncias ácidas presentes nas fezes). Daí, resulta a importância de essas águas terem uma capacidade tampão alta e de haver uma boa renovação da água.

A alcalinidade é uma medida da concentração total dos iões carbonato e bicarbonato, e reflete a capacidade tampão da água, ou seja, a sua resistência às alterações de pH. A alcalinidade da água do mar é muito elevada, não ocorrendo problemas associados a este parâmetro, mas é muito importante na aquicultura em água doce. Considera-se desejável que a alcalinidade seja de aproximadamente 100 mg/L. A adição de carbonato de cálcio na forma de cal é eficaz no aumento da alcalinidade.

A dureza total é um parâmetro que mede a concentração de catiões metálicos divalentes e exprime-se em miligrama de carbonato de cálcio por litro. Está normalmente relacionada com a alcalinidade, já que os catiões divalentes metálicos da dureza total e os aniões da alcalinidade derivam predominantemente dos carbonatos minerais (em particular, de cálcio e magnésio). É um parâmetro importante por afetar a toxicidade de alguns metais pesados; regra geral, os metais são mais tóxicos em águas brandas. A aquicultura em água doce requer uma dureza mínima de 20 mg/L de carbonato de cálcio ⁽⁴⁶⁾.

2.5.2.9. Partículas sólidas em suspensão

As partículas sólidas em suspensão são materiais que se vão acumulando na água, originando a sua turbidez. Estas partículas podem ser fezes, alimento não digerido ou sedimentos inorgânicos ⁽⁵⁰⁾. São especialmente problemáticos para os ovos e as larvas dos peixes, provocando a sua asfixia. Nos peixes adultos, a sua deposição nas brânquias, em

concentrações inferiores àquelas que causam a asfixia, resulta em lesões mecânicas que causam stress e constituem uma entrada para os microrganismos patogénicos ^(7,52). Além disso, a turbidez da água diminui a penetração da luz, o que prejudica a fotossíntese realizada pelas plantas ⁽¹⁾ e interfere com a visão dos peixes, dificultando a sua alimentação ⁽⁷⁾.

Os restos fecais e de alimento não ingerido são especialmente importantes, já que podem causar depleção de oxigénio, ao sofrerem degradação aeróbica, ou aumentar o metano e o ácido sulfídrico, ao se degradarem anaerobicamente ⁽⁴⁶⁾.

Não existem limites bem definidos para este parâmetro, mas considera-se razoável a exposição crónica a partículas em suspensão até concentrações de 80-100 mg/L ⁽⁷⁾. Efeitos negativos pronunciados ocorrem com 4% de volume de partículas sólidas em suspensão ⁽¹⁾.

Nos casos em que não é possível eliminar ou reduzir para valores aceitáveis as partículas sólidas em suspensão, ao nível da sua fonte, pode-se recorrer ao uso de diversos filtros mecânicos. Os filtros de microtela são constituídos por uma rede muito fina através da qual a água flui deixando as partículas retidas; os filtros particulados incluem filtros de areia e filtros granulares expansíveis ⁽⁶⁾.

2.5.2.10. Metais pesados

Normalmente, os metais pesados estão presentes nas águas superficiais apenas em concentrações vestigiais. No entanto, podem acumular-se devido a descargas de efluentes industriais, onde ocorrem na forma de cloretos e sulfatos. Também é possível a sua acumulação a partir da erosão de tubagens de cobre ou galvanizadas, particularmente em zonas de águas brandas.

Os metais pesados mais tóxicos são o mercúrio e o cádmio, mas existem muitos outros potencialmente perigosos, como o alumínio, o cobre, o ferro, o manganésio e o zinco ⁽⁴⁶⁾.

Estes compostos são muito solúveis e tóxicos em águas brandas, mas normalmente precipitam em águas alcalinas e duras, tendo toxicidade muito reduzida neste tipo de águas. A toxicidade é influenciada também pela temperatura, OD e dióxido de carbono ⁽⁷⁾. A toxicidade torna-se superior em águas com níveis reduzidos de OD, já que ocorre uma maior irrigação sanguínea nas brânquias dos peixes ⁽⁵⁰⁾.

2.5.3. Maneio alimentar

O maneio alimentar, além de visar a obtenção de elevadas taxas de crescimento, tem que permitir também a manutenção da saúde dos peixes. A alimentação tem influência em todos os componentes da tríade animal-ambiente-agente patogénico. Em aquicultura é especialmente importante evitar a sobrealimentação: além de produzir perdas económicas

devido aos gastos adicionais no próprio alimento, tem repercussões sanitárias muito marcadas, já que deteriora gravemente a qualidade da água.

Na piscicultura em regime intensivo ou semi-intensivo, é fornecido aos peixes alimento composto artificial. A sua qualidade e o método pelo qual este é fornecido são de extrema importância, contribuindo largamente para a rentabilidade da exploração piscícola. Além de determinar a velocidade de crescimento dos peixes, o alimento constitui 20 a 40% dos custos totais de produção ⁽³³⁾. Os peixes convertem o alimento muito eficientemente, em comparação com as outras espécies animais utilizadas na produção de carne ⁽⁵⁾ (tabela 4).

Tabela 4 – Quantidade de alimento (Kg) necessária para produzir 450 g de diversos produtos animais [Fonte: Parker R (2002) ⁽⁵⁾]

Produto	Quantidade de alimento (Kg) por 450 g de produto
Leite	0,5
Carne de frango	1,1
Carne de peru	2,4
Ovos	2,1
Carne de suíno	2,2
Carne de borrego	3,6
Carne de bovino	4,1
Peixe	0,7

A ciência da nutrição para peixes só se começou a desenvolver nos anos 60, razão pela qual pouco se conhece acerca das relações existentes entre a nutrição e a saúde, crescimento e bem-estar dos peixes ⁽⁵³⁾.

Existem algumas particularidades a considerar na alimentação de peixes. Ao administrar o alimento aos peixes, este fica suspenso no meio aquático, e a sua acumulação provoca depleção de OD, acumulação de dióxido de carbono e amónia, e o desenvolvimento de microbiano, prejudicando a qualidade da água. Assim, os grânulos de alimento artificial devem ser elaborados de forma a flutuar, ou a afundar-se a uma velocidade que permita o seu consumo pelos peixes antes de se depositarem no fundo ⁽⁷⁾, e a sua distribuição deve ser realizada através de métodos que otimizem a sua utilização pelos peixes, evitando quaisquer desperdícios.

Quando o peixe é alimentado o consumo de oxigénio aumenta em cerca de 50%. Algumas espécies entram em anorexia face a uma elevação acentuada da temperatura ou à escassez de OD, o que é, provavelmente, uma adaptação fisiológica para este custo energético ⁽⁷⁾.

A eficiência da alimentação, em piscicultura, é expressa, principalmente, através da taxa de conversão alimentar (TCA), que representa a quantidade, em quilograma, de alimento necessária para produzir um quilograma de peixe. Assim, a eficiência alimentar é melhorada reduzindo a TCA, o que pode ser conseguido otimizando a ingestão do alimento (redução dos desperdícios) e melhorando a eficiência de assimilação de nutrientes⁽³³⁾.

A aquicultura em sistema fechado permite obter uma TCA mais eficiente em comparação com a aquicultura em sistema aberto, na qual uma maior quantidade de alimento é perdida para o meio ambiente. Além disso, o maior controlo da qualidade da água praticado nos sistemas fechados permite otimizar a taxa metabólica dos peixes. O *design* hidráulico dos sistemas aquícolas fechados deve ser projetado de modo que as partículas permaneçam em suspensão o máximo tempo possível⁽³³⁾.

É fundamental que os produtores mantenham registos que permitam avaliar a eficiência da alimentação. Isto implica tomar nota dos pesos médios dos vários grupos de peixes, de forma a poder calcular a taxa de crescimento desde a última pesagem. Existindo registos da quantidade de alimento administrado, isto permite efetuar o cálculo do valor de TCA, alertando para problemas de manejo, caso se obtenham valores de TCA superiores aos esperados⁽⁵³⁾.

2.5.3.1. Necessidades nutricionais

As necessidades energéticas e nutricionais dos peixes variam segundo a espécie, a idade, o tamanho, o grau de maturação sexual e a temperatura da água.

A maior parte das espécies de peixe são carnívoras, o que determina que as suas principais fontes de energia sejam as proteínas e os lípidos⁽⁵³⁾.

Os peixes necessitam dos mesmos 10 aminoácidos essenciais que necessitam os mamíferos. O fornecimento dos aminoácidos essenciais é garantido, na maioria das rações, através da incorporação de FP. A maioria dos peixes necessita diariamente de 1-1,5 g de proteína por kg de peso vivo. A concentração de proteína necessária varia com a espécie, tamanho, idade, temperatura da água, com os níveis energéticos da dieta e com a qualidade da proteína incorporada na dieta (avaliada em termos de digestibilidade e conteúdo em aminoácidos).

A concentração lipídica na dieta é muito variável consoante a espécie. Nos salmonídeos, por exemplo, a incorporação de lípidos pode chegar aos 30%, enquanto no peixe-gato uma quantidade superior a 5-6% originará problemas. Além de ser uma fonte relativamente barata de energia, os lípidos são necessários para a absorção de algumas vitaminas e permitem uma melhor utilização da proteína. Devido ao facto de os peixes, animais poiquilotérmicos, terem uma temperatura corporal geralmente menor que os animais homeotérmicos, as membranas celulares têm que ser mais fluidas, o que é conseguido através

da incorporação de grandes quantidades de ácidos gordos polinsaturados ⁽⁵³⁾. As necessidades em ácidos gordos essenciais não são conhecidas para a maioria das espécies de peixe. Sabe-se, no entanto, que são muito variáveis. Em geral, as deficiências em ácidos gordos essenciais originam crescimento insuficiente, lesões na base das barbatanas e fígado pálido e hipertrofiado. Pode-se aumentar o nível de ácidos gordos polinsaturados nos peixes aumentando a sua incorporação na dieta, o que pode ter interesse comercial tendo em conta as propriedades positivas destes nutrientes na alimentação humana.

Os hidratos de carbono são utilizados como aglutinantes no alimento composto para peixes, já que a capacidade de metabolização destes nutrientes é limitada. Os hidratos de carbono complexos são especialmente problemáticos, reduzindo a digestibilidade da ração completa. Como são pouco utilizados pelos peixes, podem contribuir de forma preocupante para a contaminação da piscicultura, e pensa-se que a sua presença no alimento composto possa afetar de forma negativa a saúde dos peixes ⁽⁵⁴⁾. A capacidade de utilização de hidratos de carbono varia consoante a espécie mas, em geral, não se deve utilizar uma proporção superior a 12% na dieta ⁽⁵⁾.

As necessidades em vitaminas e sais minerais dos peixes são sensivelmente as mesmas que se observam nos mamíferos. Geralmente, não se registam casos de deficiências vitamínicas nas explorações, e os poucos casos devem-se, de um modo geral, à presença de endoparasitas. Relativamente aos sais minerais, observa-se com mais frequência doenças desencadeadas pelo seu excesso na dieta, já que os peixes obtêm uma grande quantidade de sais minerais a partir da água.

Podem ser adicionados pigmentos à ração de forma a tornar a coloração do peixe mais atrativa ⁽⁵³⁾.

2.5.3.2. Fatores que afetam a alimentação

O consumo voluntário de alimento pelos peixes é variável consoante as características do alimento, nomeadamente as características físicas (tamanho dos grânulos, textura e flutuabilidade) e a palatabilidade. Adicionalmente, os peixes exibem padrões alimentares comportamentais sensíveis a estímulos ambientais ⁽⁵⁾.

A temperatura é o principal parâmetro ambiental que afeta o consumo de alimento pelos peixes, o que se deve ao facto de estes serem animais poiquilotérmicos. De uma forma geral, o apetite aumenta com a elevação da temperatura. Para cada espécie, existe um valor ótimo de temperatura, para o qual o consumo é máximo. Aumentando ainda mais a temperatura, o consumo máximo mantém-se constante, até que cai abruptamente, ao exceder um determinado valor. Com a diminuição da temperatura, o consumo é progressivamente menor, até se atingir um valor a partir do qual o peixe deixa de se alimentar. Em peixes com

um estômago bem definido, os intervalos entre sucessivas refeições são mais curtos com temperaturas mais elevadas.

Está bem documentada a influência de fatores de *stress* na alimentação dos peixes. O manuseamento pelos operadores ou a presença de predadores levam a uma inibição temporária da alimentação. Quando os peixes são alimentados *ad libitum*, segue-se uma curta fase compensatória de maior consumo, atenuando, ou mesmo anulando, o efeito negativo de um episódio agudo de *stress*. Mais problemático é o *stress* crônico, sendo a densidade populacional excessiva o fator mais importante na diminuição do consumo de alimento. No entanto, densidades muito reduzidas também podem constituir um fator de *stress*, já que se constituem hierarquias acentuadas, dando origem a comportamentos agressivos ⁽⁵⁵⁾.

Outros fatores ambientais, como as taxas de fluxo de água e a sua qualidade também originam *stress*, afetando a alimentação ⁽⁵⁾. A truta deixa de se alimentar com valores de OD inferiores a 6 mg/L. A carpa também suspende a ingestão de alimento com a acumulação de amoníaco ou nitritos na água, em níveis inferiores àqueles necessários para originar mortalidade ⁽⁵⁵⁾.

Existem ainda outros fatores que afetam o consumo voluntário de alimento. Algumas espécies deixam de se alimentar durante a época de postura ⁽⁵⁾. Em alguns estudos, foi demonstrado o efeito do fotoperíodo, estudado com valores de temperatura constantes. Por exemplo, no caso do salmão atlântico, o consumo é estimulado com o aumento da duração dos dias ⁽⁵⁵⁾. Verificou-se também que os peixes produzidos em luminosidade constante não crescem tanto em relação aos que têm um período de ausência de luz ⁽⁵⁾. Variações mensais, ligadas a ciclos lunares, foram observadas por alguns autores, e estão também descritas variações diárias, em condições laboratoriais estáveis, para as quais não foram encontradas explicações. Finalmente, existe o efeito de ritmos circadianos, verificando-se um aumento do consumo voluntário em momentos específicos de um mesmo dia ⁽⁵⁵⁾. Muitos peixes apresentam um pico de alimentação durante o amanhecer e o entardecer ⁽⁵⁾. Assim, na impossibilidade de um sistema de alimentação *ad libitum* nas explorações, o que seria o ideal, é importante ajustar a alimentação aos padrões de alimentação específicos de cada espécie ⁽⁵⁵⁾.

O método de administração do alimento é determinante para o bom manejo alimentar. A sua otimização, na maioria das explorações piscícolas, constitui um grande desafio. De um modo geral, a alimentação pode ser manual, automática ou mista. A alimentação manual (quando correta) tem uma eficácia mais elevada em relação à automática, já que o operador pode observar o apetite dos peixes, evitando desperdícios, de grande importância na sanidade da exploração piscícola pelas razões já apontadas. Existem tabelas que podem ser utilizadas para calcular a taxa de alimentação de acordo com a espécie, o tamanho dos peixes e a temperatura da água; no entanto, a quantidade deve ser sempre ajustada de acordo com a observação do apetite demonstrado. Além disso, durante a alimentação manual o operador pode aproveitar também para observar o comportamento dos peixes e detetar sintomas iniciais de doenças. Na alimentação automática utilizam-se, desde comedores simples, que

administram determinada quantidade de alimento a cada intervalo de tempo programado, a sistemas informáticos muito sofisticados que têm em conta fatores como o momento do dia, a temperatura da água e a taxa de crescimento dos peixes. Estes sistemas permitem reduzir o custo de mão-de-obra a longo prazo, mas apresentam o inconveniente de não terem em consideração o apetite dos peixes e de não se observar mais intimamente os animais. A alimentação mista, que é feita de forma automática mas com a supervisão de um operador, que pode intervir na quantidade administrada e velocidade de administração, observando os peixes durante o processo, é a mais vantajosa ⁽⁵³⁾.

É importante, ainda, considerar a forma de distribuição do alimento e a velocidade de administração. Os sistemas de alimentação com distribuição muito heterogénea tendem a aumentar o comportamento agressivo dos peixes e o estabelecimento de hierarquias sociais ⁽⁵³⁾. Os peixes submissos apresentam um crescimento lento, devido ao reduzido acesso ao alimento, à anorexia e aos gastos de energia calórica, resultantes do *stress* crónico. Este problema pode ser evitado, aumentando o número de alimentadores em cada unidade de produção, ou aumentando a velocidade de alimentação ⁽⁷⁾. A velocidade de administração também não pode ser demasiado elevada, já que, nessas condições, uma grande percentagem de grânulos descenderá na coluna de água sem serem aproveitados pelos peixes, depositando-se no fundo dos tanques ou perdendo-se para o restante meio ambiente.

2.5.4. Procedimentos específicos de manejo

Muitas vezes, os peixes têm que ser submetidos a procedimentos de manipulação que originam um elevado nível de *stress*. O aumento da perfusão sanguínea ao nível das brânquias durante um episódio agudo de *stress*, de forma a facilitar as trocas de oxigénio e dióxido de carbono, leva ao influxo de água por osmose. Consequentemente, ocorre um aumento da diurese, o que origina desequilíbrios eletrolíticos e colapso circulatório, potencialmente fatais dependendo da extensão da resposta ⁽⁷⁾. No entanto, o risco que estas operações envolvem é, muitas vezes, compensado pela sua importância e pode ser reduzido quando efetuadas corretamente.

Nas explorações piscícolas em regime intensivo, a calibragem é um procedimento específico de manejo, determinante na sanidade da exploração piscícola. Este procedimento tem como objetivo a manutenção de tamanhos homogéneos em cada unidade de produção, de forma a maximizar a produtividade da exploração. Ao anular as hierarquias de dominância, os peixes mais pequenos (caudas) podem alimentar-se adequadamente e reduzem-se os níveis de *stress*. Adicionalmente, facilita a alimentação ao permitir a seleção adequada do tamanho dos grânulos a fornecer a cada grupo ⁽⁷⁾.

As pesagens periódicas de peixes saudáveis são essenciais para avaliar a evolução da população. Permite obter a evolução da TCA, como referido anteriormente, e também é essencial no cálculo de doses de fármacos, quando é necessário instaurar um tratamento.

2.5.5. Profilaxia sanitária geral

Existe uma série de medidas profiláticas gerais, que têm que se implementar nas explorações piscícolas de forma a garantir a sua sanidade.

Nas explorações intensivas constituídas por tanques, o controlo sanitário depende muito da limpeza eficaz dos tanques. Não existe um agente desinfetante eficaz para todos os agentes patogénicos, pelo que, muitas vezes, é necessária a combinação de vários. Outros fatores importantes são os materiais de construção utilizados, a conformação e funcionamento dos tanques, e a sua disposição espacial. O material de construção tem que ser rígido (fibra de vidro ou cimento), atóxico, com o revestimento interno liso, sem quaisquer irregularidades nem anfractuosidades, que constituam um foco de desenvolvimento de agentes patogénicos. É essencial abordar cada tanque como uma unidade sanitária isolada, dispondo os tanques paralelamente uns aos outros, de forma que a água de saída de cada tanque não volte a entrar em qualquer um dos outros tanques; os materiais utilizados para um tanque têm que ser desinfetados antes de serem utilizados noutro, assim como os operadores têm que desinfetar o vestuário entre eventuais entradas em diferentes tanques. Os tanques devem ser dispostos segundo a direção predominante do vento e tendo em conta a exposição solar ⁽⁵⁰⁾.

A remoção precoce de cadáveres (dos peixes ou de predadores) é um fator de maneiho muito importante. Os cadáveres entram em decomposição de forma muito rápida na água, contribuindo para um elevado desenvolvimento de microrganismos e para a depleção de oxigénio.

Deve-se construir estruturas que impeçam a entrada de predadores, que além de originarem prejuízos, podem ser portadores de agentes patogénicos.

Outras medidas básicas de controlo sanitário incluem a limpeza dos filtros de entrada e de saída bem como de comportas, a utilização de pedilúvios com desinfetante, a limpeza das redes no caso das jaulas marítimas.

Em muitas explorações é fundamental a instalação de sistemas de alarme. Em raceways de água doce, utilizam-se alarmes flutuantes que detetam qualquer alteração perigosa da velocidade da corrente (os alarmes podem ser sonoros ou podem estar programados para, por exemplo, efetuar uma chamada por telefone); muitos equipamentos estão programados de forma a acionar um alarme sonoro em caso de avaria; principalmente em jaulas marítimas, existem sistemas de radar com controlo informático que detetam intrusos, importante, especialmente, para os ataques por focas ⁽⁵⁶⁾.

2.5.6. Profilaxia e terapêutica médica

Em muitas explorações piscícolas, o manejo alimentar correto e as medidas de profilaxia referidas acima não se mostram suficientes para evitar surtos de doenças. Assim, é necessário muitas vezes recorrer ao tratamento dos peixes, bem como estabelecer planos de vacinação como parte da profilaxia da exploração.

Devido à grande variabilidade de sistemas de piscicultura, os tratamentos efetuados aos peixes necessitam ser altamente adaptáveis. Alguns tratamentos só podem ser feitos por prescrição veterinária, enquanto outros estão disponíveis ao cliente através da venda direta. Em qualquer caso, o veterinário deveria ser responsável por todos os tratamentos efetuados aos peixes.

Os peixes são normalmente tratados coletivamente, mas também podem ser retirados da água para beneficiarem de tratamento individual, no caso de espécies de alto valor comercial⁽⁵⁷⁾.

Os antimicrobianos são administrados aos peixes por via oral, através da sua mistura no alimento. Esta via de administração apresenta alguns problemas, nomeadamente o risco de insuficiente ingestão pelos animais doentes e a ingestão pelos animais saudáveis, o que pode contribuir para a variabilidade de tamanhos, bem como a dificuldade da sua eficácia quando as temperaturas são baixas, devido à reduzida ingestão pelos animais. No entanto, este método tem a grande vantagem de reduzir o nível de microrganismos existentes no meio ambiente, além de ser prático⁽¹⁷⁾. Normalmente administra-se o alimento medicamentoso diariamente, na quantidade de 1% do peso corporal dos peixes, durante 10 dias. Muitas explorações possuem equipamentos misturadores que revestem os grânulos de alimento artificial com os fármacos, enquanto outras adquirem o alimento medicamentoso já preparado⁽⁵⁶⁾.

Outros fármacos utilizados em piscicultura incluem os anestésicos e as hormonas⁽¹⁷⁾.

Nas últimas décadas, com o desenvolvimento de várias vacinas eficazes para as espécies aquáticas, a vacinação tornou-se numa das mais importantes medidas profiláticas em piscicultura. Na indústria do salmão, na Noruega, a vacinação teve um impacto tremendo: em 1987, foram utilizados 50.000 Kg de antibióticos na produção de 50.000 toneladas de salmão; uma década depois, após a introdução de programas de vacinação contra a vibriose, yersiniose e furunculose, apenas 746 Kg de antibióticos foram utilizados para produzir 316.000 toneladas⁽⁵⁸⁾.

Em 1982 existiam apenas duas vacinas desenvolvidas para aplicação em aquicultura, nomeadamente para a doença entérica da boca vermelha e para *Vibrio anguillarum*. Estas eram vacinas inativadas inteiras, administradas por imersão⁽⁵⁹⁾.

Atualmente existem já, pelo menos, 27 vacinas comerciais desenvolvidas para animais aquáticos. O maior mercado é o do salmão, seguido do da truta arco-íris; no entanto, encontra-se em expansão o mercado de vacinas para o robalo, a dourada, a tilápia, o pregado, o

halibute e o bacalhau. A maioria das vacinas atuais são inteiras mortas e muitas delas são multivalentes ⁽⁶⁰⁾.

É necessário ter em atenção o momento da vacinação e a via de administração da vacina. As larvas de muitas espécies passam pelo processo de reconhecimento dos próprios antígenos pelo sistema imunológico após eclodirem, pelo que se a vacinação for feita antes do final desse processo, os peixes podem sofrer imunossupressão ao invés da imunoproteção ⁽⁵⁸⁾. Assim, os peixes só devem ser vacinados quando atingem um peso mínimo, que é variável entre as espécies (considera-se que a resposta à vacinação depende mais do peso do que da idade). Ao vacinar peixes de dois grama a duração da imunidade é de aproximadamente 180 dias. Se a vacinação for efetuada quando têm quatro grama, esse período estende-se por um ano. Quanto à via de administração, a que produz melhores resultados é a injeção intraperitoneal (figura 10), que resulta numa proteção mais rápida e eficaz com uma menor quantidade de vacina. No entanto, utiliza-se, na maioria dos casos, a vacinação por imersão (figura 11), já que é a que apresenta a melhor relação custo/benefício face à mão-de-obra necessária à injeção intraperitoneal. A vacinação oral ainda não produziu resultados suficientemente eficazes ⁽⁵⁷⁾. Algumas explorações onde se realiza a vacinação dos peixes têm equipamentos de injeção automáticos e específicos para estes animais ⁽⁵⁶⁾.



Figura 10 – Vacinação intraperitoneal (fotografia por Asgeir Østvik) [adaptado de FVE (2014) ⁽¹⁷⁾]



Figura 11 – Vacinação por imersão rápida [adaptado de Adams A (2016) ⁽⁶⁰⁾]

Os imunostimulantes, nomeadamente os derivados de leveduras e de algas, parecem ter potencial na profilaxia médica da exploração piscícola. Os glucanos, extraídos da parede celular de *Saccharomyces spp.*, têm-se mostrado eficazes no aumento da resistência e da resposta imunológica, e encontra-se em investigação a sua aplicação em piscicultura ⁽⁵⁶⁾.

Os produtos veterinários utilizados, disponíveis para tratar animais aquáticos, são neste momento extremamente limitados. Apesar de existirem vários produtos licenciados para o salmão, estes são escassos ou inexistentes para as outras espécies. Os produtos licenciados em cada país são muito variáveis e, em alguns países com uma produção piscícola substancial, não existem quaisquer medicamentos licenciados para animais aquáticos. Face à situação de inexistência de um determinado produto veterinário, recorre-se ao princípio de cascata. Quando não existe um intervalo de segurança específico para um produto veterinário, tem que ser respeitado um mínimo de 500 *degree days*. Muitas vezes os produtores acabam por utilizar outros produtos com efeitos biocidas. A principal razão para esta falta de licenciamento é a relutância em investir na investigação desses produtos, bem como na sua colocação no mercado, já que a aquicultura ainda é vista como um mercado limitado ⁽¹⁷⁾.

2.6. Doenças importantes em piscicultura

As doenças são a principal causa de bancarrota em aquicultura. Existem inúmeros casos de perdas económicas na ordem dos milhões de dólares. O caso mais grave registado ocorreu em 1994, na indústria do camarão, com a perda de três mil milhões de dólares devido a um surto provocado pela combinação do vírus da doença do ponto branco com o vírus *Taura* ⁽⁶¹⁾.

Na UE existem várias doenças de notificação obrigatória no âmbito da vigilância sanitária em piscicultura, nomeadamente a necrose hematopoiética epizoótica (NHE), a síndrome ulcerativa epizoótica (SUE), a virémia primaveril da carpa (VPC), a septicémia hemorrágica viral (SHV), a necrose hematopoiética infecciosa (NHI), a herpesvirose da carpa koi (HCK) e a anemia infecciosa do salmão (AIS) ⁽⁴⁾.

Em Portugal existem planos de vigilância sanitária ativos para a SHV no pregado ⁽⁶²⁾ e na truta arco-íris, para a NHI na truta arco-íris e para a HCK em ciprinídeos ⁽⁶³⁾. Em 2008 Portugal declarou o estatuto de indemnidade destas doenças.

2.6.1. Doenças virais

Dezenas de diferentes vírus e partículas virais foram identificados em peixes, nem todos associados a processos patológicos. Existem outras patologias em que se suspeita o envolvimento de vírus, como várias neoplasias e a doença do pâncreas do salmão atlântico. Algumas das infeções virais têm uma enorme importância económica, sendo que a maioria das doenças de notificação obrigatória na UE são de etiologia viral. Suspeita-se que certas aves e outros peixes sejam portadores assintomáticos de muitos dos vírus, tendo importância na epidemiologia da infeção. A transmissão das partículas virais pode ser horizontal, principalmente através de abrasões cutâneas e branquiais e por via feco-oral, ou vertical ⁽⁴⁷⁾.

A necrose pancreática infecciosa (NPI), provocada por um birnavírus de RNA, é uma doença que afeta principalmente os alevins de truta quando estes começam a alimentar-se, mas que também pode surgir nos peixes adultos em condições de stress ⁽⁴⁷⁾. Apesar de ser considerada uma doença viral de água doce, ocorre também na aquicultura marinha do salmão atlântico, na forma de surtos, algumas semanas ou até um ano após a transferência do salmão para as jaulas marinhas. É, provavelmente, a doença infecciosa mais importante em piscicultura na Noruega, contribuindo para perdas anuais de cerca de 400 milhões de coroas norueguesas. Na Escócia também produz mortalidades elevadas, particularmente em combinação com a doença pancreática do salmão ⁽⁶⁴⁾. Tem-se atribuído a este vírus a responsabilidade pela doença pancreática do salmão, porém, esta relação ainda não está provada. O vírus tem distribuição mundial, e muitos peixes continentais e marinhos distintos dos salmonídeos podem ser portadores, assim como diversos invertebrados. O diagnóstico é realizado através do isolamento do vírus ⁽⁴⁷⁾. O vírus da NPI pode ser transmitido verticalmente e ser excretado pelos peixes infetados pelo resto da sua vida. As medidas profiláticas que podem reduzir a sua propagação são a utilização de reprodutores garantidamente livres do vírus da NPI, a produção dos alevins em água que não contenham o vírus e restringir o movimento dos peixes entre explorações. Existe uma vacina multivalente, contendo proteínas do vírus da NPI expressadas pela bactéria *Escherichia coli*, que protege o salmão pré-smoltizado da exposição natural ao vírus ⁽⁶⁴⁾.

A doença pancreática do salmão (DPS), provocada por um birnavírus, afeta o salmão atlântico produzido em jaulas marinhas, sendo uma doença muito importante na Escócia, Irlanda e Noruega. Alterações histológicas consistentes com a DPS foram observadas em salmões nos Estados de Washington e Columbia Britânica ⁽⁶⁴⁾. Além dos salmonídeos, pode afetar também o pregado e o halibute ⁽⁵⁸⁾. Normalmente, os peixes apresentam os sinais clínicos da doença 6 a 12 semanas após a introdução nas jaulas marinhas, mas também ocorrem casos em peixes presentes nas jaulas há dois anos. A mortalidade associada à DPS é baixa. No entanto, os peixes que recuperam apresentam frequentemente um crescimento reduzido e tornam-se mais suscetíveis a outras doenças. Não existe tratamento para esta doença ⁽⁶⁴⁾. A vacinação contra a DPS diminui a gravidade dos sintomas desta doença, bem como a mortalidade, e reduz de forma significativa a eliminação de partículas virais pelos indivíduos infetados ⁽⁶⁵⁾.

A AIS é uma doença provocada por um ortomixovírus que ocorre em água salgada. Inicialmente originando surtos apenas na Noruega, já foi identificada na Escócia, Canadá e Estados Unidos da América, sendo considerada uma doença emergente. Afeta apenas o salmão atlântico, mas outros salmonídeos podem ser portadores do vírus, atuando como reservatórios. A mortalidade provocada por esta doença varia entre 15% e 100%. A Noruega instaurou várias medidas de profilaxia sanitária exigentes de forma a controlar esta doença. No Canadá foi desenvolvida uma vacina eficaz ⁽⁶⁴⁾. Em 2016, foram reportados 12 novos casos de AIS na Noruega e outro nas Ilhas Faroé ⁽⁶⁶⁾.

A SHV, também denominada doença de Egtved ou praga da truta, é a doença mais grave que afeta a truta arco-íris na Europa, originando perdas económicas anuais na ordem dos milhões de euros. Também pode afetar outras espécies, como o salmão, o pregado e o bacalhau ⁽⁵⁸⁾. O agente etiológico é um rbdovírus de RNA com invólucro. Distribui-se por vários países europeus, principalmente no oeste europeu ⁽⁶⁷⁾. As fontes de infeção são trutas com a infeção crónica ou peixes selvagens que funcionam como reservatórios ⁽⁴⁷⁾. Na Grã-Bretanha, Dinamarca e Itália a erradicação da SHV foi conseguida utilizando programas de desinfeção sistemáticos combinando cloro, formalina, hipoclorito e iodóforos, medidas de quarentena e a introdução de ovos ou peixes garantidamente livres da doença. O tratamento da água de entrada com radiação ultravioleta é eficaz na inativação do vírus ⁽⁶⁷⁾. Apesar de se realizar investigação para o desenvolvimento de uma vacina eficaz há mais de três décadas, ainda não está disponível qualquer vacina comercial. No entanto, uma vacina de DNA provou ser promissora na proteção contra a SHV ⁽⁶⁸⁾. Em 2016, foram observados alguns surtos desta doença na Europa: nove na Baviera alemã, três na República Checa, um na Bélgica e outro na Suíça ⁽⁶⁶⁾.

A NHI é uma infeção sistémica aguda provocada por um rbdovírus, que ocorre principalmente nos salmonídeos criados em água doce na costa da América do Norte. Afeta principalmente a truta arco-íris e o salmão *sockeye* (*Oncorhynchus nerka*). Em alevins produzidos a 10-12 °C, a mortalidade provocada por este vírus é superior a 80%, existindo

registos de surtos que originaram 100% de mortalidade. Em peixes de idade superior a um ano, a mortalidade geralmente não ultrapassa os 25%. O controlo desta doença é feito através da obtenção de ovos e reprodutores certificados como livres do vírus e a aplicação adicional de um programa de desinfeção com iodóforos nos ovos certificados ⁽⁶⁷⁾.

A VPC ou síndrome da carpa sonolenta é uma doença sistémica aguda provocada por um rbdovírus. Afeta a carpa comum (*Cyprinus carpio*) e outros ciprinídeos. Esta doença provoca mortalidades significativas durante a Primavera, tanto em indivíduos jovens como adultos. Ocorre principalmente em França, em Espanha, na Itália, na Roménia, na República Checa, na Hungria e em Israel ⁽⁶⁷⁾. Identificam-se frequentemente infeções bacterianas associadas a este vírus. O tratamento com antibióticos é frequentemente adequado para controlar as infeções bacterianas secundárias, após a retirada dos peixes da água ⁽⁴⁷⁾. Chegou a existir uma vacina comercial para a VPC, mas já não se encontra disponível no mercado ⁽⁵⁹⁾.

A doença viral do peixe-gato é uma doença que afeta os alevins do peixe-gato no sul dos Estados Unidos durante o verão. Pensa-se que os peixes se infetam a partir de portadores assintomáticos que disseminam o vírus na água. Provavelmente também ocorre a transmissão vertical. Atualmente o controlo baseia-se apenas em evitar a entrada de animais infetados.

A doença linfoquística é uma doença altamente contagiosa provocada por um iridovírus citoplasmático de DNA ⁽⁶⁷⁾. A doença, de distribuição mundial, causa a formação de lesões nodulares na pele e nas barbatanas em muitas espécies de peixes marinhos e continentais. Essas lesões, em forma de pérola, são um conjunto de células gigantes que se formam a partir de fibroblastos infetados com o vírus. Apesar de originar mortalidades baixas, pode produzir problemas importantes na aquicultura marinha, principalmente na aquicultura de dourada em jaulas, devido aos atrasos no crescimento, aparência desagradável e à possibilidade de desenvolvimento de infeções secundárias. Pensa-se que se transmite através de abrasões cutâneas, razão pela qual a densidade populacional elevada e o manuseamento frequente são fatores que predispõem os peixes a esta infeção ⁽⁴⁷⁾.

O herpesvírus do pregado, *Herpesvirus scophthalmi*, foi identificado recentemente por microscopia eletrónica na Escócia e País de Gales ⁽⁵⁸⁾. Este vírus causa a formação de células gigantes na pele e nas brânquias dos pregados jovens, originando altas mortalidades ⁽⁴⁷⁾.

2.6.2. Doenças bacterianas

A maioria das bactérias que causam doenças nos peixes são agentes patogénicos oportunistas, que apenas produzem um quadro clínico quando o estado imunológico do peixe está comprometido devido ao *stress* ou presença de outro processo patológico. Mesmo as poucas espécies de bactérias que são agentes patogénicos obrigatórios dos peixes apenas originam problemas quando o estado imunológico do peixe se encontra comprometido. Um grande número das bactérias patogénicas que podem afetar os peixes são bacilos Gram-

negativos, que originam quadros clínicos muito semelhantes, caracterizados por uma septicemia, com ou sem úlceras cutâneas. Algumas bactérias Gram-positivas são os agentes causadores de doenças muito importantes nos peixes. Também se observam alguns casos originados por bactérias ácido-álcool resistentes, riquetsias e clamídeas ⁽⁴⁷⁾.

A furunculose, provocada pela bactéria *Aeromonas salmonicida*, é uma doença de grande importância em aquicultura e nos *stocks* silvestres. As perdas provocadas por esta doença no salmão silvestre da Escócia teve tal importância que foi criado nesse país o “Comité para a furunculose”, que esteve na base do “Ato de Doenças dos Peixes” em 1937, a primeira legislação relacionada com doenças de peixes no mundo. Apesar de ser primariamente uma doença de água doce, também ocorrem, com frequência, surtos desta doença em ambiente marinho ⁽⁶⁷⁾. O agente etiológico desta doença, *A. salmonicida*, é uma bactéria de distribuição mundial, Gram-negativa, que não apresenta mobilidade, ao contrário das outras *Aeromonas spp.* patogénicas, que são móveis. É um agente patogénico obrigatório, mas pode sobreviver durante várias semanas fora do hospedeiro, particularmente em associação com restos de tecidos dos peixes e outros tipos de matéria orgânica. A infeção é introduzida nas explorações através da entrada de peixes infetados, ou de portadores selvagens que eliminam a bactéria no curso de água. Todos os salmonídeos são suscetíveis à furunculose, mas o salmão atlântico é a espécie mais suscetível, enquanto a truta arco-íris é a espécie mais resistente ⁽⁴⁷⁾. Existem outras espécies de peixes suscetíveis. Em Portugal, a subespécie *A. salmonicida smithia* foi isolada a partir de lesões cutâneas em douradas ⁽⁵⁰⁾. Normalmente a *A. salmonicida* é suscetível a vários antibióticos, como, por exemplo, a oxitetraciclina e a amoxicilina; no entanto, as estirpes multirresistentes são cada vez mais comuns ⁽⁶⁷⁾. O controlo desta doença baseia-se principalmente em evitar a transferência de peixes infetados para locais isentos (os maiores surtos de furunculose ocorreram após a introdução de *smolts* infetados nas jaulas marinhas). A redução do *stress* através do correto manejo e da separação dos animais por lotes também ajudam no controlo. O vazio sanitário efetuado em explorações onde ocorre esta doença diminui significativamente o risco de posteriores surtos da doença. Existem vacinas que conferem proteção contra *A. salmonicida*; no entanto, não são totalmente eficazes, e continua a realizar-se investigação no sentido de melhorar a sua eficácia ⁽⁴⁷⁾.

Além da furunculose, existem outras doenças provocadas por *A. salmonicida* atípica: a doença da úlcera, que anteriormente se considerava ser provocada por *Haemophilus piscium*, e a eritrodermatite da carpa, que muitos incluem na síndrome da carpa sonolenta na Europa, mas que deve ser considerada uma doença independente provocada por esta bactéria ⁽⁴⁷⁾.

A. hydrophila é uma espécie que causa importantes surtos de septicemia hemorrágica em peixes de água doce. É um típico agente patogénico oportunista, ubiqüitário no meio aquático, apresentando um desenvolvimento mais elevado em águas com uma carga orgânica elevada.

A vibriose é uma doença sistémica que afeta muitos peixes e invertebrados marinhos ⁽⁶⁴⁾. Também se conhecem alguns casos em peixes de água doce, embora seja muito menos

comum. Várias espécies de *Vibrio* são responsáveis por esta doença. O *Vibrio anguillarum*, à semelhança de *A. salmonicida*, é um agente patogénico obrigatório dos peixes. É responsável por várias epidemias graves em muitas espécies marinhas, silvestres ou de aquicultura, incluindo o salmão, a enguia, o pregado e o bacalhau ⁽⁴⁷⁾. Outras espécies de *Vibrio* são agentes patogénicos oportunistas, algumas delas originando vibrioses importantes: *Vibrio ordalii*, que ocorre ocasionalmente no noroeste do Oceano Pacífico e na Nova Zelândia, origina uma vibriose semelhante àquela provocada por *V. anguillarum*; *Vibrio salmonicida* é o responsável pela doença de Hitra ⁽⁶⁴⁾, muito importante na aquicultura de salmão na Noruega ⁽⁴⁷⁾; pensa-se que *Moritella viscosa* (*Vibrio viscosus*) seja o agente responsável pela doença conhecida por “úlceras do Inverno”, que causa uma perda massiva da pele dos peixes, principalmente na zona da cauda ^(47,64). A antibioterapia pode ser aplicada com êxito, mas a sua aplicação através do alimento medicamentoso é difícil, já que os peixes normalmente apresentam uma anorexia pronunciada ⁽⁴⁷⁾. Existem vacinas comerciais para *Vibrio*, de elevada eficácia quando são aplicadas de forma correta. Nos salmonídeos, a vacinação é realizada quando estes adquirem a imunocompetência (quando têm cerca de 5 – 10 g), antes de serem introduzidos nas jaulas, através de banhos de imersão. Algumas explorações realizam uma segunda vacinação após a introdução do salmão nas jaulas marinhas.

Existem várias espécies do género *Cytophaga* (anteriormente denominado *Flexibacter*) que originam lesões externas (e, ocasionalmente, internas) em várias espécies marinhas e de água doce ⁽⁴⁷⁾. Muitos técnicos relacionados com a aquicultura e aquariofilia referem-se a estas espécies como mixobactérias, e as doenças por elas provocadas, como mixobacterioses, o que é tecnicamente incorreto já que estas espécies pertencem à ordem *Cytophagales*, e não à ordem *Myxobacteria* ⁽⁶⁴⁾. Existem várias doenças originadas por *Cytophaga spp.*; apesar de em todas elas ocorrer a putrefação das barbatanas, apresentam características epidemiológicas que as diferenciam. Os tratamentos externos com antibióticos são eficazes, mas são pouco práticos para os peixes produzidos em sistema aberto.

A doença columnaris, provocada por *Cytophaga columnaris*, afeta todas as espécies de peixes de água doce em todo o mundo. Esta espécie é parte da flora microbiana natural do meio ambiente, e estão associadas à pele e mucosa branquial dos peixes sem ocorrerem manifestações clínicas. A elevada presença de matéria orgânica em conjunto com uma elevada dureza e alcalinidade da água potencia a multiplicação destas bactérias. Normalmente manifesta-se quando a temperatura da água é superior a 20 °C, mas pode ocorrer com temperaturas mais baixas quando as estirpes são mais virulentas ou o estado imunológico dos peixes é muito fraco. A deficiência nutricional, principalmente em ácidos gordos, pode ser uma causa predisponente. Esta doença pode originar a destruição severa das brânquias e septicémia, com elevadas taxas de mortalidade.

A espécie *Cytophaga psychrophila* é a causa mais comum da doença conhecida como doença do pedúnculo ou doença do Inverno nos Estados Unidos da América. Normalmente ocorre quando a temperatura desce para baixo dos 10 °C. A síndrome dos alevins da truta

arco-íris, observado no Reino Unido, França e Dinamarca, parece ser provocada, pelo menos em parte, por esta espécie.

A doença bacteriana das brânquias é provocada por *Cytophaga spp.* e ocorre como uma infecção secundária das brânquias previamente danificadas por um agente irritante presente na água, normalmente o amoníaco ou partículas sólidas em suspensão. Formam-se enormes massas bacterianas macroscopicamente observáveis nas cavidades branquiais.

A DPR ou renibacteriose é uma doença provocada por *Renibacterium salmoninarum* que afeta todas as espécies de salmonídeos, principalmente a truta arco-íris. Ocorre por toda a Europa, Estados Unidos, Canadá e Japão. Normalmente cursa de forma crônica, mas também ocorrem quadros agudos. É uma doença sazonal, com especial incidência na Primavera com o aumento da temperatura. A bactéria é um agente patogénico intracelular estrito. A transmissão vertical assume particular importância. O tratamento desta doença com antibióticos tem-se mostrado ineficaz⁽⁴⁷⁾.

A yersiniose ou doença entérica da boca vermelha, provocada pelo bacilo Gram-negativo *Yersinia Ruckeri*, cursa com uma grave enterosepticémia hemorrágica. É uma doença dos peixes de água doce, afetando principalmente a truta arco-íris, mas os outros salmonídeos também são suscetíveis, tendo sido observados surtos desta doença no salmão atlântico^(47,64). A doença foi identificada nos anos 50 nos estados Unidos, tendo sido posteriormente introduzida na Europa nos anos 80. A bactéria faz parte da flora microbiana intestinal dos peixes. Pensa-se que portadores silvestres tenham importância na transmissão da doença. O tratamento com antibiótico permite resolver o problema na maioria dos casos, e existem vacinas comerciais eficazes na sua prevenção⁽⁴⁷⁾.

Suspeita-se que as clamídeas sejam os agentes responsáveis pela epiteliocistose, uma doença que se caracteriza pela formação de múltiplas vesículas pequenas nas brânquias e na pele de várias espécies marinhas e continentais, especialmente na dourada, no robalo, na carpa e no salmão. Se a infecção for intensa interfere com o normal funcionamento das brânquias, e as perdas em peixes jovens podem ser altas⁽⁴⁷⁾.

A síndrome do salmão Coho é uma doença grave que ocorre na aquicultura marinha de salmão, no Chile, provocando taxas de mortalidade muito altas, que podem exceder os 70%. Pensa-se que o agente responsável seja uma riquetsia, a *Piscirickettsia salmonis*.

2.6.3. Doenças fúngicas

Apenas um pequeno número de espécies de fungos originam problemas em aquicultura. Estas espécies são fungos saprófitos que atuam como agentes patogénicos oportunistas.

A saprolegniose, provocada por *Saprolegnia spp.*, é a doença fúngica mais importante em aquicultura em água doce. Afeta principalmente os salmonídeos. Estes fungos ubiqüitários

apenas infetam os peixes quando estes se encontram imunodeprimidos ou subnutridos. O fator predisponente mais importante é a alta carga orgânica na água, que leva a um aumento do desenvolvimento do fungo. A utilização do antimicótico verde-malaquite tem-se mostrado eficaz no tratamento ⁽⁴⁷⁾.

A branquiomicose ou putrefação das brânquias, provocada por *Branchiomyces spp.*, é uma doença economicamente importante na piscicultura de água doce, na Europa. Foi também identificada no Japão, na Índia e nos Estados Unidos. Apesar de todas as espécies de peixes continentais serem suscetíveis, é especialmente importante nos juvenis de carpa. Não existe tratamento para esta doença, limitando-se o controlo à reposição dos animais e melhoria da qualidade da água ⁽⁴⁷⁾.

2.6.4. Doenças parasitárias

Existe uma grande variedade de parasitas que podem provocar problemas aos peixes. Entre os ectoparasitas, podem originar problemas alguns protozoários (flagelados, ciliados e amebóides), platelmintos, crustáceos, anelídeos e moluscos.

A doença do ponto branco, ou *Ich*, é provocada pelo protozoário ciliado *Ichthyophthirius multifiliis*. É um parasita esférico de um milímetro de diâmetro, coberto por numerosos cílios curtos, que tem um movimento rotatório lento, muito característico, que pode ser observado nas preparações a fresco de brânquias e de pele. A forma madura do parasita, o trofozoíto, possui um citoplasma escuro, e normalmente consegue-se distinguir o núcleo pálido em forma de ferradura. O trofozoíto encontra-se na epiderme do hospedeiro, onde se alimenta de material celular, e observa-se macroscopicamente como um ponto branco. Ao abandonar o hospedeiro, esporula, originando diversas formas livres, que têm a capacidade de localizar o hospedeiro ⁽⁴⁷⁾. A sua distribuição é cosmopolita, e todos os peixes de água doce são suscetíveis. A condição crítica para a ocorrência de surtos desta doença é a temperatura elevada ⁽⁶⁹⁾. As infestações massivas podem comprometer o funcionamento das brânquias. Os tratamentos químicos são efetivos apenas para as formas livres, realizando-se sucessivas aplicações na água, cuja frequência depende da temperatura (para 16 °C, por exemplo, realizam-se três tratamentos com intervalos de cinco dias).

Existem diversos crustáceos que são frequentemente encontrados na superfície e/ou brânquias dos peixes produzidos em aquicultura marinha ⁽⁷⁰⁾. Os três grupos de parasitas crustáceos importantes nos peixes são os *Copepoda*, os *Branchiura* e os *Isopoda* ⁽⁴⁷⁾. Alguns, como *Argulus spp.*, movimentam-se livremente pela superfície corporal, enquanto outros fixam-se firmemente no hospedeiro. Estes parasitas não requerem hospedeiros intermediários; os estados larvares vivem livremente na água após a sua eclosão ⁽⁴⁷⁾.

A espécie *Larrea cyprinacea* é um crustáceo da subclasse *Copepoda*, que origina infestações em piscicultura de água doce. Afeta principalmente a carpa, mas também os

salmonídeos e outros peixes ⁽⁷¹⁾. Distribui-se pelas águas continentais da Europa, América do Norte e Ásia. Constitui um problema muito relevante, especialmente nos sistemas de policultura da Índia. O estado parasitário é a fêmea adulta de 22 mm de comprimento, que se fixa à superfície do peixe. Tem uma cabeça em forma de âncora que penetra na pele hospedeiro, estabelecendo uma fixação extremamente forte e lesiva, e o seu corpo assemelha-se ao de uma sanguessuga. Este parasita não sobrevive a temperaturas inferiores a 15 ° C, e portanto nas regiões temperadas é um problema durante o Verão. Os tratamentos repetidos com organofosforados destroem as fases juvenis mas não os adultos ^(47,71).

Os “piolhos do mar” são crustáceos caligídeos (família *Caligidae*) pertencentes à subclasse *Copepoda*. Existem dois géneros de “piolhos do mar” importantes em aquicultura, *Lepeophtheirus spp.* e *Caligus spp.* A espécie *Lepeophtheirus salmonis*, o “piolho do salmão”, é o parasita mais importante da aquicultura marinha de salmão atlântico ⁽⁴⁷⁾. As infestações provocadas por este ectoparasita originaram prejuízos económicos anuais de milhões de euros na Noruega, Escócia e Canadá. Muitas vezes ocorrem infestações por *L. salmonis* em associação com *Caligus elongatus*. Ao contrário das outras espécies de “piolhos do mar”, *L. salmonis* apresenta uma alta especificidade para o hospedeiro, neste caso os salmonídeos, especialmente dos géneros *Salmo*, *Salvelinus* e *Oncorhynchus*. Normalmente “os piolhos do mar” encontram-se em águas tropicais ou temperadas quentes, sendo que o *L. salmonis* é a exceção, com distribuição circumpolar em águas temperadas frias. A espécie *C. elongatus*, também importante em aquicultura, tem distribuição cosmopolita e infeta mais de 80 espécies de peixes, de 43 famílias diferentes. Têm-se desenvolvido diversos tipos de tratamento para as infestações por *Lepeophtheirus spp.* e *Caligus spp.* O tratamento tradicional é através de banhos com organofosforados. No entanto, este tratamento apresenta alguns problemas assinaláveis, como a dificuldade da aplicação dos banhos, a resistência dos piolhos ao tratamento, a morte de alguns peixes e os impactos negativos no meio ambiente. Uma alternativa aos organofosforados é o peróxido de hidrogénio, que é um agente oxidante, removendo os piolhos por ruptura mecânica. Não produz resíduos tóxicos, pelo que é considerado inócuo ambientalmente. No entanto, permanece a dificuldade da sua aplicação, o acesso a esta substância é limitado em muitas explorações e permanecem alguns efeitos tóxicos para os peixes. As ivermectinas provaram-se eficazes, através da administração oral, junto com o alimento artificial. Apesar de não se ter obtido licença deste produto para os peixes, as formulações orais disponíveis para suínos podem ser utilizadas sob prescrição veterinária segundo o princípio de cascata. Mais recentemente foram licenciados alguns produtos eficazes para os “piolhos do mar”: o diflurbenzuron (Dimilin®, Lepsidon®) e o teflubenzuron (Calicide®, Ektobann®), que são reguladores do crescimento dos crustáceos. No entanto, estes produtos podem ter consequências tóxicas para outros crustáceos silvestres. Apesar das inúmeras tentativas, não se conseguiu desenvolver uma vacina eficaz para estes parasitas. O controlo é realizado principalmente através da utilização de “peixes limpadores”, que se alimentam das

larvas de copépodes. As espécies de peixes limpadores mais utilizadas são *Centrolabrus exoletus* e *Ctenolabrus rupestris*⁽⁷¹⁾.

Os crustáceos mais importantes dos *Branchiura* pertencem ao género *Argulus spp.*, sendo conhecido como o piolho dos peixes de água doce. Têm distribuição mundial e encontram-se em muitas espécies diferentes. As infestações por *Argulus spp.* são um sério problema em piscicultura de água doce na Europa, África e Ásia. São crustáceos grandes, achatados dorso-ventralmente, com cerca de um centímetro de comprimento, e muito móveis, vivendo durante longos períodos de tempo fora do hospedeiro e trocando de hospedeiro com frequência. Existem evidências que indicam que *Argulus spp.* pode transmitir infeções virais⁽⁴⁷⁾.

Os endoparasitas importantes em aquicultura são protozoários pertencentes às classes *Myxosporidia* e *Microsporidia*, e alguns nematodes, cestodes e trematodes.

A doença do torneio dos salmonídeos é provocada pelo protozoário *Myxosoma cerebralis*. É uma doença muito grave na truticultura em tanques de terra na Europa e na América. Nos últimos anos tem vindo a perder importância devido às alterações de manejo instauradas. Afeta principalmente os peixes jovens, nos quais origina deformações esqueléticas que provocam problemas de equilíbrio (natação em círculos) e alterações da pigmentação. A doença pode ser controlada procedendo à engorda dos peixes jovens fora dos tanques de terra até que deixem de ser suscetíveis à doença. A drenagem seguida da secagem dos tanques ajuda a eliminar o parasita⁽⁴⁷⁾.

A doença proliferativa renal (DPR) é uma das doenças economicamente mais importantes em truticultura na Europa e na América do Norte. Além da truta, pode afetar outros salmonídeos em jaulas. O agente etiológico responsável por esta doença (“célula PKX”) ainda não está identificado, mas suspeita-se que seja um myxosporídeo. A DPR afeta os peixes durante o seu primeiro Verão. Não se conhece o ciclo de vida do parasita, pelo que o seu controlo é difícil. Demonstrou-se que o verde malaquite apresenta alguma eficácia contra o parasita⁽⁴⁷⁾.

2.7. Aquicultura de dourada (*Sparus aurata*)

2.7.1. Características morfológicas e ecológicas da dourada

A dourada (*Sparus aurata*) é um peixe da família *Sparidae*, com um corpo oval, comprimido lateralmente, e com a cabeça curvada de forma regular (figura 12). Os olhos são pequenos. A boca encontra-se em posição inferior, é ligeiramente oblíqua, e possui vários dentes.



Figura 12 – Dourada (*Sparus aurata*) [Adaptado de Ortega A (2008) ⁽⁷²⁾]

A barbatana dorsal tem 11 espículas e 13 a 14 raios brandos. A barbatana anal tem três espículas e 11 ou 12 raios brandos. A sua coloração é cinzento-prateada, com uma grande mancha negra na origem da linha lateral e com linhas longitudinais laterais também de cor negra. Apresenta uma banda dourada entre os olhos, que nos peixes mais jovens não é bem definida ⁽⁷³⁾.

Esta espécie distribui-se pelo mar mediterrâneo e ao longo da costa oriental do Oceano Atlântico, desde o sul do Reino Unido até ao Senegal ⁽⁷²⁾.

É um peixe euritermo e eurialino. Suporta temperaturas da ordem de 5-7°C, apesar de ter alguma sensibilidade a temperaturas reduzidas, deixando de se alimentar abaixo dos 12-13°C. Pelo contrário, cresce muito rápido com temperaturas elevadas (crescimento máximo a 25-26°C), aguentando valores da ordem de 32-33°C. Quanto ao carácter eurialino, tem uma plasticidade ainda maior, sendo capaz de viver em condições de salinidade que vão dos 3 aos 70‰ ⁽⁷²⁾. Devido ao seu carácter euritermo e eurialino, encontra-se tanto em ambientes marinhos como salobros (lagoas costeiras e estuários). Os juvenis de dourada nascem em mar aberto, durante Outubro-Dezembro, e migram de seguida, no início da Primavera, até à zona costeira, mais abundante em recursos tróficos. Em finais de Outono voltam ao mar aberto, onde a temperatura é superior à da zona costeira, iniciando a época reprodutiva. Os juvenis permanecem em áreas pouco profundas (até 30 m), enquanto os adultos podem atingir 50 m de profundidade ⁽⁷³⁾.

A sua reprodução é do tipo hermafroditismo insuficiente, comportando-se, cada indivíduo, primeiro como macho, e de seguida como fêmea. A primeira maturação sexual, na qual o indivíduo se torna um macho, ocorre, na maioria dos peixes, durante o segundo ano de vida, quando tem um peso de 150-300 g. Inicia-se depois um processo de inversão sexual, concluída por, aproximadamente, 80% da população, que a partir do terceiro ano de vida (com um peso superior a 600 g) comporta-se como fêmeas. Os restantes 20% permanecem do sexo

masculino. Esta proporção depende de fatores sociais, razão pela qual é essencial manter uma proporção adequada de machos e de fêmeas nos reprodutores.

A maturação da gónada feminina é progressiva, e portanto a postura é sequenciada, podendo durar entre 2-4 meses. Na natureza, a postura ocorre geralmente entre Novembro e Fevereiro. O número total de ovos é de 500.000-3.000.000 por quilograma de fêmea ⁽⁷²⁾.

2.7.2. História e situação atual

A dourada começou por ser produzida em regime extensivo, em lagoas costeiras e tanques de terra, aproveitando a migração trófica natural desta espécie, que era aprisionada nesses *habitats* após a sua chegada. Como o número de peixes juvenis através desta prática era muitas vezes limitado ou imprevisível, começou-se a adicionar juvenis capturados em ambiente selvagem.

A sua criação artificial foi conseguida em Itália entre 1981 e 1982, e a produção em grande escala de juvenis de dourada teve início na Itália, em Espanha e na Grécia, entre 1988 e 1989. A partir dessa altura começou a sua produção em regime intensivo e semi-intensivo (gráfico 10).

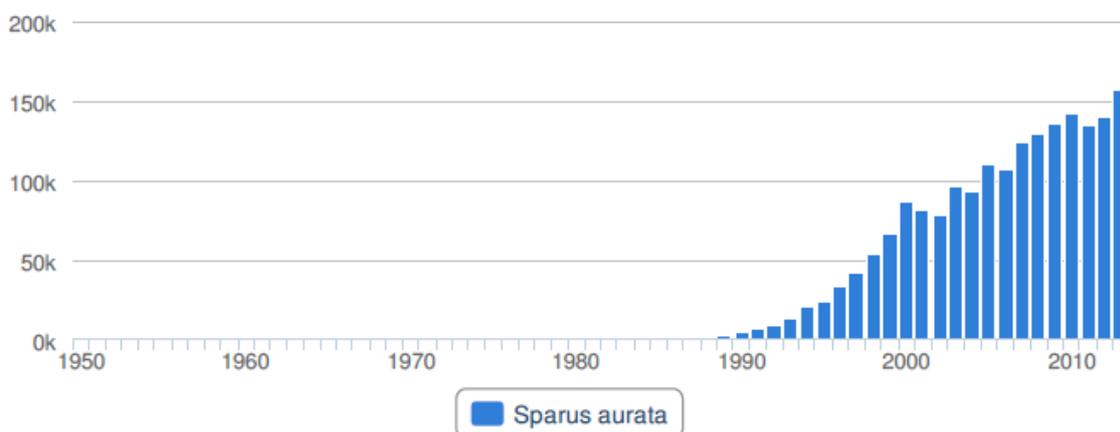


Gráfico 10 – Produção global de dourada (toneladas) [adaptado de Colloca F & Cerasi S (2017) ⁽⁷³⁾]

A produção total de dourada na Europa e restantes países mediterrânicos em 2016 foi de cerca de 195.853 toneladas, com um valor de primeira venda (*first-sale value*) de 1.116 milhões de euros. Atualmente a Turquia é o maior produtor (34,5% da produção total), seguindo-se a Grécia (30,1%), Egito (8,7%) e Espanha (7,0%) (gráfico 11). Também existe produção considerável em Tunes, Itália, Chipre, Croácia, Malta, Israel, França e Portugal. A dourada de aquicultura representa 95,2% do total comercializado ⁽⁷⁴⁾.

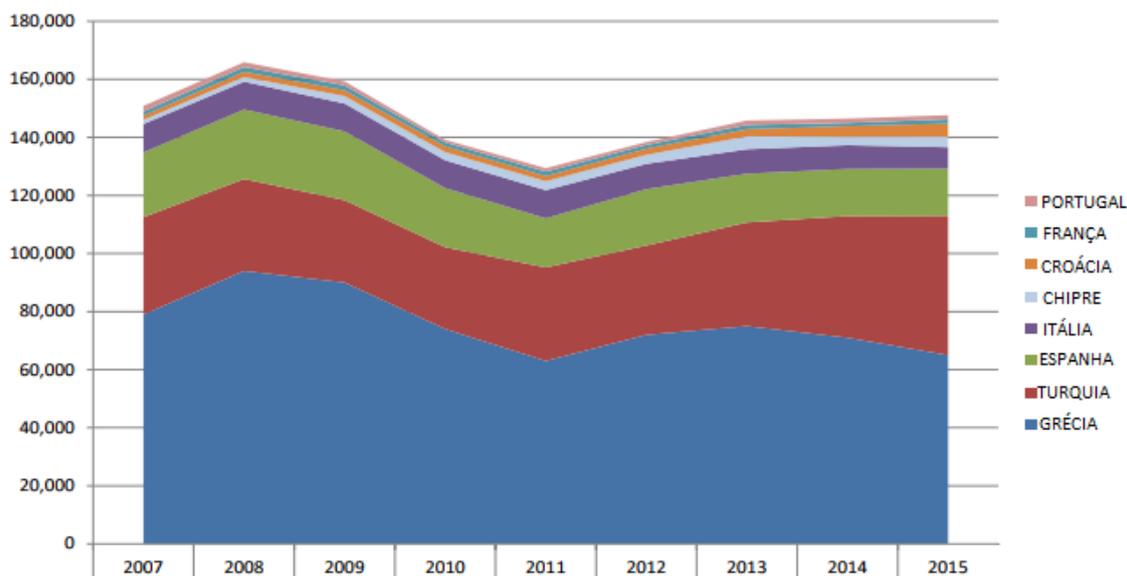


Gráfico 11 – Principais países produtores de dourada no período compreendido entre 2007 e 2015 [adaptado de FEAP (2016) ⁽⁷⁵⁾]

A aquicultura de dourada na região mediterrânica tem sofrido uma grande transformação, sendo cada vez mais uma indústria de reduzidas margens e elevados volumes de produção, inversamente à situação inicial. Isto ocorreu devido ao rápido desenvolvimento da produção em jaulas marítimas. O preço de ambas as espécies produzidas em viveiro caiu em 60% entre 1990 e 2000, e tem continuado a descer, embora mais lentamente. Atualmente, o preço é de cerca de 5.5 €/kg para o peso comercial de 350 g. Assim, os produtores sentem cada vez mais dificuldades em obter lucro. As estratégias de *marketing* para manter o negócio rentável passam pela economia de escala (produção em grande escala para reduzir os custos de produção) ou o aumento do valor, através da produção de tamanhos comerciais diferentes dos convencionais e/ou do processamento do peixe (por exemplo, filetado) ⁽⁷³⁾.

2.7.3. Sistemas de produção

Geralmente, cada maternidade tem os seus próprios reprodutores, que podem ser provenientes de outra exploração ou do meio selvagem. No início da época de desova realiza-se a seleção dos reprodutores. O controlo da proporção sexual nos tanques de desova é muito importante na dourada, devido à reversão sexual que ocorre nesta espécie. A presença de um número elevado de machos jovens aumenta o número de peixes mais velhos que se tornam fêmeas, enquanto a presença de um número elevado de fêmeas reduz a reversão sexual nos peixes jovens. As condições ambientais dos reprodutores (temperatura e intensidade luminosa)

podem ser manipuladas de forma a prolongar ou alterar a época de desova. A desova pode ser induzida através da inoculação de GnRH (5-20 mg/kg).

Existem dois sistemas de produção larvar. O sistema em pequena-escala (<10 m³) exerce um elevado controlo dos parâmetros ambientais de forma a produzir um grande número de juvenis (150-250 juvenis/m³). O sistema em grande-escala (200 m³) simula o ecossistema natural, produzindo um número muito menor de juvenis (no máximo 10 juvenis/m³), porém, de qualidade muito superior. Após três ou quatro dias de alimentação endógena, são introduzidos rotíferos na alimentação, integrados com artémia dez dias depois. Tanto os rotíferos como a artémia são enriquecidos com preparações lipídicas comerciais, que contêm ácidos gordos essenciais e vitaminas importantes para a sobrevivência e crescimento adequado dos alevins. O desmame com alimento composto seco com alto conteúdo proteico (50-60%) é realizado quando os peixes atingem um peso de 5-6 mg.

A pré-engorda ocorre a partir de cerca dos 45 dias de idade, em tanques redondos ou retangulares, de 10-25 m³. Ocorre em regime intensivo, com uma densidade populacional inicial de 10-20 juvenis/m³. A temperatura é de 18 °C e a salinidade de 35-37‰. A densidade populacional final pode alcançar 20 kg/m³, com juvenis de duas a três grama de peso. O alimento é distribuído a intervalos de duas horas das 08:00 às 20:00 h, utilizando percentagens crescentes de alimento composto seco, com partículas de 150-300 µm.

A engorda em regime extensivo, historicamente, era realizada em lagoas costeiras e tanques de terra, aproveitando a migração trófica natural desta espécie, que era aprisionada nesses *habitats*. Como o número de peixes juvenis através desta prática era muitas vezes limitado ou imprevisível, atualmente a maioria das explorações adiciona juvenis capturados em ambiente selvagem ou, mais frequentemente, de criação. Geralmente, juvenis com duas a três grama são adicionados em Abril-Maio e alcançam o primeiro peso comercial (350 g) aos 20 meses. Alimentam-se dos recursos existentes, não se fornecendo alimento composto. A densidade de peixe, normalmente, não excede os 0,0025 kg/m³. São frequentemente produzidas em policultura com tainha, enguia e robalo, e, neste sistema, a produção varia entre 30-150 kg/ha/ano.

O regime semi-intensivo implica geralmente o povoamento com juvenis pré-engordados em regime intensivo, de forma a encurtar os ciclos de produção e diminuir o fornecimento de alimento composto suplementar e/ou a instalação de equipamento de oxigenação. A produção final pode variar largamente (500-2400 kg/ha/ano), dependendo do tamanho dos juvenis introduzidos e da quantidade de alimento fornecida. Normalmente, a densidade populacional não excede 1 kg/m³.

O sistema intensivo pode ter lugar em terra, com tanques de cimento retangulares de tamanho variável (200-3000 m³), ou no mar, em jaulas flutuantes ou submersas. Normalmente, engloba também as fases de reprodução e crescimento larvar, mas também se pode povoar com juvenis provenientes de uma maternidade em separado. Neste regime de produção, a taxa de conversão é muito baixa (cerca de 1.3). Na produção em tanques rígidos, a densidade de

peixe é muito elevada (15-45 kg/m³), e é necessária uma elevada suplementação de oxigénio para garantir a sobrevivência da população de peixe. Em condições excelentes, juvenis pré-engordados, com cinco grama, chegam ao primeiro peso comercial (350-400 g) em cerca de 12 meses. A produção em jaulas no mar, que é o sistema mais utilizado no mar mediterrâneo, é mais simples e económica. Apesar da densidade de peixe ser menor que nos tanques em terra (10-15 kg/m³), não há gastos em bombagem, oxigenação ou tratamento da água. No entanto, como não é possível controlar a temperatura, os ciclos de produção são mais prolongados, sendo que os juvenis com cinco grama levam 16 meses a atingir o primeiro peso comercial.

O custo de produção de 350 g de dourada é de 3-4€^(72,73).

2.8. Aquicultura de robalo (*Dicentrarchus labrax*)

2.8.1. Características morfológicas e ecológicas do robalo

O robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) é um peixe perciforme da família *Serranidae* (pré-opérculo muito distinto e serrado). Possui uma cabeça pontiaguda, e a boca é grande, terminal, e ligeiramente prostrátil (figuras 13 e 14)⁽⁷⁶⁾.



Figura 13 – Robalo (*Dicentrarchus labrax*) [adaptado de Ortega A (2013)⁽⁷⁶⁾]



Figura 14 – Robalo (*Dicentrarchus labrax*) – Detalhe da cabeça [adaptado de Ortega A (2013) ⁽⁷⁶⁾]

Possui duas espículas em cada opérculo e várias espículas grandes na margem inferior de cada pré-opérculo, orientadas anteriormente. Possui duas barbatanas dorsais, a primeira com 8-10 espículas, a segunda com uma espícula e 12 ou 13 raios brandos. A barbatana anal tem três espículas e 10-12 raios brandos. A linha lateral é completa, porém, sem se estender até à barbatana caudal. A barbatana caudal é moderadamente bifurcada. Tem coloração cinzento-prateada/azulada na zona dorsal, prateada nos lados, e a barriga por vezes tingida de amarelo; os juvenis têm alguns pontos escuros na parte superior do corpo; têm uma mancha escura difusa no bordo do opérculo ⁽⁷⁷⁾.

O tamanho mais comum na idade adulta oscila entre 40 e 55 cm (2-5 kg), mas pode chegar a um metro. Não apresenta dimorfismo sexual (espécie gonocórica), ainda que as fêmeas tenham a cabeça mais larga e o corpo mais alto que os machos, crescendo mais rapidamente e atingindo um tamanho superior ⁽⁷⁶⁾.

Encontra-se distribuído por todo o Mar Mediterrâneo e Mar Negro, e pelo Atlântico Este, desde a Noruega e norte do Reino Unido até Marrocos e às Ilhas Canárias, podendo alcançar a costa do Senegal. Existem três populações de robalo segundo a sua distribuição: a atlântica, a mediterrânica oriental e a mediterrânica ocidental.

Apresenta uma grande plasticidade ecológica, sendo uma espécie euriterma e fortemente eurialina. Pode viver em águas quase doces (0,5‰) e suportar salinidades muito elevadas, superiores a 60‰, e aguenta alterações bruscas de salinidade (na ordem de 8-10‰). Quanto à temperatura, pode variar entre os 3 °C e os 30 °C ⁽⁷⁶⁾. Assim, encontra-se frequentemente em águas costeiras pouco profundas e penetra também em estuários e lagoas salobras. Por vezes pode mesmo subir até aos rios, em água praticamente doce ⁽⁷⁷⁾. Vive em cardume quando é jovem, mas geralmente passa a viver solitário ou emparelhado quando chega à idade adulta. É um predador muito voraz, de dieta exclusivamente carnívora, alimentando-se de peixes e invertebrados de todo o tipo ⁽⁷⁶⁾.

Os machos alcançam a maturação sexual a partir do segundo ou terceiro ano de vida (com um peso de 300-400 g), enquanto nas fêmeas ela é alcançada no terceiro ou quarto ano de vida (com um peso de 500-600 g). A temperatura ótima à reprodução desta espécie é de 10-15 °C para o robalo atlântico (cerca de dois graus centígrados superior no caso do robalo mediterrânico). Existe apenas uma única época reprodutiva por ano, que ocorre durante o Inverno (Dezembro até Março) nas populações mediterrânicas, podendo estender-se até Junho nas populações atlânticas. O robalo desova pequenos ovos pelágicos (1,02-1,39 mm) em águas de salinidade inferior a 35‰, nas proximidades da foz dos rios, estuários e lagoas costeiras. O número de ovos oscila em redor dos 300.000 ovos por quilograma de fêmea. Os juvenis podem deslocar-se até mar aberto quando as temperaturas começam a descer, ou permanecer nesses locais durante o Inverno, já que o robalo é pouco sensível a temperaturas reduzidas. ^(76,77)

2.8.2. História e situação atual

O robalo começou por ser produzido em regime extensivo, em lagoas costeiras e estuários.

A sua produção estava muitas vezes ligada à produção de sal: o sal era colhido durante a época de elevada evaporação, no Verão e Outono, e os peixes eram engordados durante o Inverno e a Primavera, após serem aprisionados nos reservatórios durante as migrações costeiras ⁽⁷⁶⁾.

As primeiras tentativas de encerrar o ciclo (i.e. passar a controlar todo o ciclo de produção) foram desenvolvidas em finais da década de 60 e inícios da década de 70, em França e na Itália. No final da década de 70 as técnicas de produção desta espécie tornaram-se bem desenvolvidas na maioria dos países mediterrâneos, e teve início a sua produção industrial, que começou a ter expressão no início dos anos 90 (gráfico 12). A seguir aos salmonídeos, foi a primeira espécie a ser produzida industrialmente na Europa. Atualmente é a segunda espécie mais produzida no Mar Mediterrâneo, a seguir à dourada. A sua produção realiza-se quase exclusivamente em jaulas marítimas.

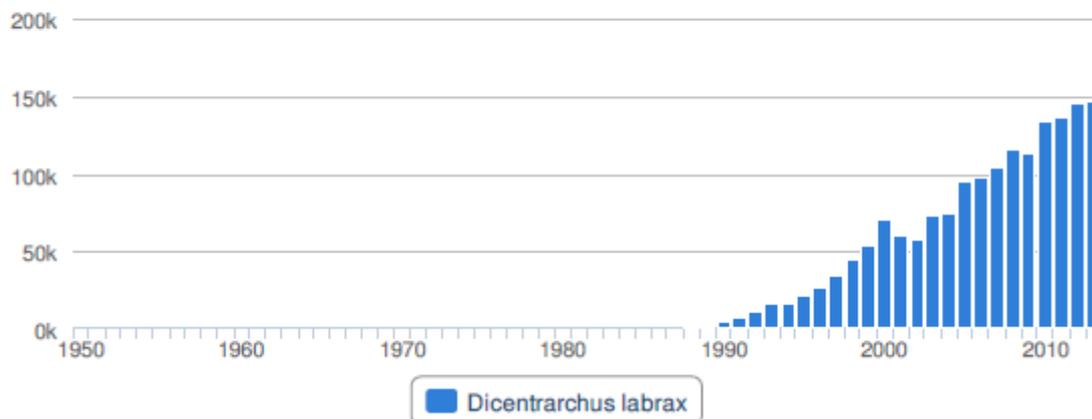


Gráfico 12 – Produção global de robalo (toneladas) [adaptado de Bagni M (2017) ⁽⁷⁷⁾]

Os principais países produtores são a Turquia (40,9% da produção total), Grécia (26,0%) e Espanha (13,2%) (gráfico 13). Também existe produção considerável em Itália, Croácia, França, Tunes, Portugal, Chipre, Israel, Reino Unido, Bósnia, Argélia, Montenegro, Malta, Eslovénia e Marrocos. A aquicultura de robalo representa 96,2% do total comercializado ⁽⁷⁴⁾.

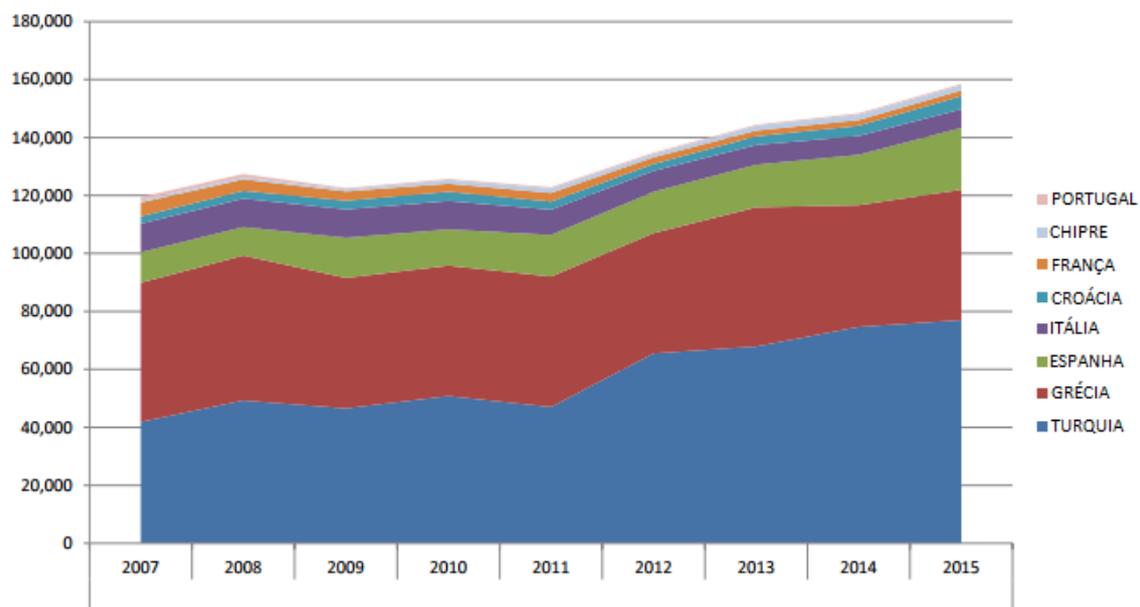


Gráfico 13 – Principais países produtores de robalo no período de 2007-2015 [adaptado de FEAP (2016) ⁽⁷⁵⁾]

2.8.3. Sistemas de produção

Os sistemas de produção de robalo são muito semelhantes aos da dourada, devido à semelhança ecológica destas duas espécies, sendo que estas duas espécies são muitas vezes produzidas em conjunto em regime extensivo ou semi-intensivo (policultura). O crescimento do robalo é ligeiramente mais lento; porém, o seu valor comercial é mais elevado, o que compensa o maior tempo necessário para alcançar o peso comercial (cerca de um ano e meio a 2 anos de engorda para obter indivíduos de 400-500 g). O robalo é uma espécie fortemente eurialina, o que significa que pode ser produzido em águas praticamente doces. Relativamente à temperatura, tem preferência por valores ligeiramente mais baixos em relação à dourada, sendo o valor ótimo cerca de 22-23 °C.

Outra diferença importante em relação à dourada é o facto de o seu manuseio ser mais complicado: além de serem mais suscetíveis ao *stress*, são relativamente fotofóbicas, têm um comportamento mais agressivo e, devido às espículas do opérculo, emalham-se com facilidade e é muito difícil soltarem-se. Assim, é necessário muito cuidado com qualquer operação que envolva o seu manuseamento, especialmente se as temperaturas forem elevadas ⁽⁷⁶⁾.

Os reprodutores podem ser obtidos a partir do meio natural ou de outra exploração. Na altura da desova são transferidos para tanques adequados à sua monitorização e manuseamento, numa proporção de dois machos para cada fêmea. A fase de maturação das fêmeas é avaliada através da observação do tamanho dos oócitos, que são extraídos do ovário utilizando um cateter. Selecionam-se apenas as fêmeas na fase vitelogénea tardia, ou seja, com oócitos de tamanho superior a 650 µm. O esperma dos machos é recolhido após a emissão natural ou por *stripping*. Procedem-se depois à fertilização dos oócitos *in vitro*.

Quando os ovos fertilizados são requeridos fora da altura de desova, consoante as exigências do mercado e/ou as necessidades da exploração, a maturação é conseguida através da indução da gametogénese, manipulando o fotoperíodo e a temperatura. Procedem-se à administração de HCG para induzir a última fase de maturação, na dose de 800-1000 UI/kg, aplicando-se duas injeções no músculo dorsal, separadas por seis horas.

No sistema de produção extensivo, o robalo atinge 400-500 g em 37 meses, e a produção é de cerca de 50-150 kg/ha/ano. O fator limitante neste sistema é o comportamento alimentar do robalo que, sendo um predador voraz, pode diminuir os recursos naturais do local de produção de forma drástica.

Em semi-intensivo, a produção é de cerca de 500-700 kg/ha/ano. Neste sistema, é importante o controlo da vegetação de forma a evitar a asfixia dos peixes ⁽⁷⁷⁾. Este facto torna especialmente vantajosa a policultura de dourada e robalo, já que a dourada é uma espécie omnívora, realizando por isso o controlo da vegetação (o robalo, por sua vez, como predador voraz, evita a proliferação de outras espécies, como a tainha, que não têm valor comercial e competem com as espécies produzidas em relação ao alimento e OD).

O sistema intensivo é realizado em tanques de cimento em terra ou em jaulas marítimas, tal como no sistema intensivo de dourada. Neste sistema o robalo alcança o peso comercial de 400-450 g em 18 a 24 meses ⁽⁷⁷⁾.

2.9. Aquicultura de pregado (*Psetta maxima*)

2.9.1. Características morfológicas e ecológicas do pregado

O pregado (*Psetta maxima*) (figura 15) é um peixe pleuronectiforme da família *Scophthalmidae*. A boca é terminal, a linha lateral está presente em ambas as faces e os olhos encontram-se na face esquerda. As barbatanas dorsal e anal alongam-se pelos bordos dorsal e ventral. A face cega (direita) é esbranquiçada, enquanto a esquerda tem coloração variável, geralmente castanho-acinzentado, com pontos mais escuros. Também existe a coloração preta, cinzenta e amarela. Não possui escamas em nenhuma das faces, mas tem proeminências ósseas irregularmente distribuídas na face esquerda. As barbatanas dorsal e anal alongam-se pelos bordos dorsal e ventral ⁽⁷⁸⁾.

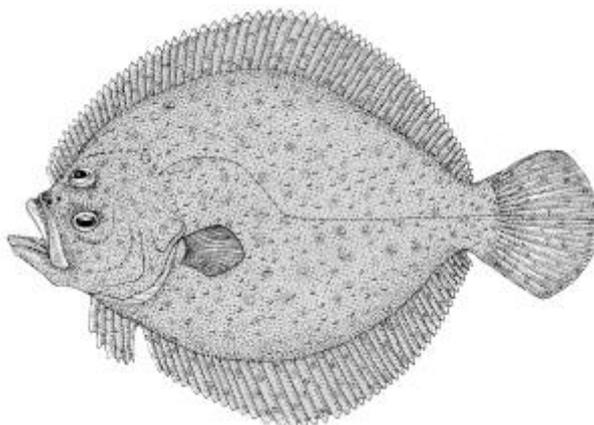


Figura 15 – Pregado (*Psetta maxima*) [Adaptado de Villanueva R & Souto F (2017) ⁽⁷⁸⁾]

Encontra-se nas zonas costeiras do Oceano Atlântico, desde a Noruega até ao sul da Península Ibérica, e no Mar Mediterrâneo ⁽⁷⁹⁾.

É uma espécie marinha bêntica, que vive em fundos de águas superficiais ou mais profundas (até 100 m), imitando a cor do substrato onde se encontra, e de alimentação carnívora, alimentando-se de cefalópodes e outros peixes. Os juvenis tendem a viver em águas mais superficiais e alimentam-se de moluscos e crustáceos ⁽⁷⁸⁾.

O ciclo reprodutivo do pregado é sazonal. A desova ocorre entre fevereiro e abril, no Mar Mediterrâneo, e entre maio e julho, no Oceano Atlântico. Apresentam um desenvolvimento ovário assíncrono, ou seja, os ovários possuem oócitos em diferentes estados de

desenvolvimento, o que se traduz numa desova sequenciada, a cada 2-4 dias. O dimorfismo sexual é muito pouco acentuado, já que não possuem caracteres sexuais secundários; apenas se pode identificar o sexo durante a época de desova, quando ocorre o desenvolvimento das gónadas. De uma forma geral, as fêmeas são maiores que os machos. A primeira maturação sexual do pregado é alcançada aos três anos de idade, no caso das fêmeas, e aos dois anos de idade, no caso dos machos ⁽⁵²⁾. Os ovos têm uma única gota de gordura. As larvas, inicialmente, são simétricas, mas no final da metamorfose (dia 40-50, com 25 mm) o olho direito migra para o lado esquerdo, resultando o peixe adulto assimétrico.

2.9.2. História e situação atual

A aquicultura de pregado iniciou-se na década de 1970, na Escócia ⁽⁷⁸⁾. Num trabalho pioneiro de Shelbourne, em 1964, foi demonstrada a viabilidade da produção em massa de juvenis de outras espécies de peixes planos. O pregado foi a espécie que demonstrou melhores perspectivas, devido ao rápido crescimento que apresenta e ao seu alto valor comercial ⁽⁷⁹⁾.

Em 2016, a produção total de pregado de aquicultura na Europa foi de 10.007 toneladas, 12% inferior à do ano anterior. A Espanha é, de longe, o maior produtor, com 7.396 toneladas produzidas em 2016. Segue-se Portugal, com 2.222 toneladas ⁽⁷⁴⁾ (gráfico 14). A aquicultura intensiva de pregado foi também introduzida na China e no Chile ⁽⁷⁸⁾.

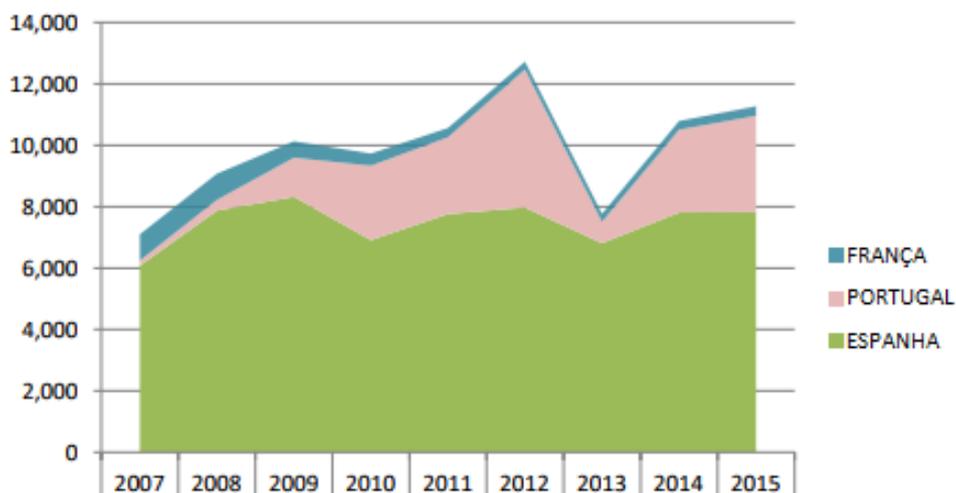


Gráfico 14 – Principais países produtores de pregado no período de 2007-2015
[Adaptado de FEAP (2016) ⁽⁷⁵⁾]

Os fatores que levaram ao desenvolvimento e consolidação deste setor foram o investimento em instalações bem equipadas tecnologicamente, a formulação de alimento composto adequado a esta espécie e o desenvolvimento de vacinas para as doenças mais importantes que afetam o pregado ⁽⁷⁸⁾.

Ao contrário do que acontece com a dourada e o robalo, no caso do pregado ainda existe uma parte importante do fornecimento desta espécie decorrente da pesca tradicional. O robalo de aquicultura representa 63,4% do total comercializado.

2.9.3. Sistemas de produção

O pregado requer água em movimento, de alta qualidade, saturada em oxigênio, em todas as etapas do ciclo de produção. Além disso, necessitam alimento vivo nos estágios iniciais de crescimento, o que requer um grande controle ambiental.

Os reprodutores são mantidos em tanques de cimento, numa densidade populacional de 3-6 kg/m³, e são alimentados com alimento composto húmido. Os ovos, obtidos por *stripping*, são pelágicos, de forma esférica e com um diâmetro que varia entre 0,9 e 1,2 mm. O desenvolvimento embrionário dura 60 a 70 dias. Após a eclosão, as larvas têm um comprimento de 2,7-3,1 mm.

A produção de larvas pode ser semi-intensiva (densidade populacional de 2-5 larvas/m³, em tanques de 50 m³) ou intensiva (10-100 larvas/m³, em tanques de 20-30 m³) ^(78,80). A temperatura é gradualmente aumentada desde 12-14 °C, após a eclosão, até aos 18 °C, ao quinto dia pós-eclosão. Durante os primeiros 5-7 dias, as larvas, muito sensíveis a lesões mecânicas, são mantidas em água estagnada ou com uma reduzida taxa de renovação, procedendo-se ao aumento desta de forma gradual. Nos primeiros 12-14 dias, são alimentadas com microalgas e rotíferos, introduzindo-se a artémia entre os dias 12 e 22 a 25 pós-eclosão ⁽⁸⁰⁾. O desmame ocorre em tanques quadrados com circuito aberto de água salgada, existindo no mercado alimento composto específico para esse efeito ⁽⁷⁸⁾. Os protocolos de desmame são adaptados a cada situação por um operador devidamente qualificado, que acompanha o crescimento das larvas e realiza os ajustes necessários ⁽⁸¹⁾.

A pré-engorda do pregado ocorre em tanques quadrados ou circulares, com 10 a 30 m³ de água salgada, captada através de bombas, em circuito aberto. Geralmente usam-se sistemas de arejamento, de forma a manter o OD em saturação. Os alevins, pesando 5-10 g, são alimentados com alimento composto, introduzido manual ou automaticamente, até atingirem 80-100 g, o que demora 4 a 6 meses.

O pregado é engordado em tanques em terra, junto ao mar, devido à necessidade de captação de água salgada ou, menos frequentemente, em jaulas marítimas de fundo raso.

Na produção em terra, são utilizados tanques quadrados ou circulares, de 25 a 100 m³, com água salgada em circuito aberto. São utilizados sistemas de oxigenação, de forma a

manter o oxigénio em saturação ⁽⁷⁸⁾. Para o crescimento ótimo, a percentagem de saturação do oxigénio tem que ser, no mínimo, de 90%, o que equivale a um valor de OD de, aproximadamente, 7 mg/L. O valor máximo é de 300%, a partir do qual surgirão problemas relacionados com a sobressaturação. O intervalo ótimo de salinidade é entre 25 e 35‰. Os indivíduos mais jovens crescem melhor com valores de salinidade mais baixos; a partir de 1 kg de peso, a salinidade ótima é a mesma que se regista em mar aberto ⁽⁵¹⁾. A alimentação é feita exclusivamente com alimento composto seco, sendo a FCR, normalmente, 1,1-1,2. Os principais fatores que determinam a produtividade são a qualidade dos alevins e a temperatura. A temperatura ótima à produção é entre os 14 e os 18 °C, mas pode entender-se entre os 11 e os 23 °C. Os principais fatores limitantes são as patologias, a tecnologia de produção e o mercado.

Os pesos comerciais variam entre 0,7 e 2,0 kg.

Os custos de produção são de 5-6 €/kg em tanques e 5 €/kg em jaulas. Apesar dos custos mais reduzidos da produção em jaulas, esta ainda se encontra em fase experimental e existem poucos locais com as condições ideais para este tipo de produção.

A produção de pregado é reconhecida pelas suas práticas responsáveis, em termos de sustentabilidade. A maioria das empresas de produção desta espécie implementou a norma ISO 14001, e muitas cumprem o *Eco-Management and Audit Scheme* (EMAS) II, da UE. Não foram detetados quaisquer impactos ambientais negativos em estudos da produção de pregado em terra ⁽⁷⁸⁾.

3. Acompanhamento da produção de dourada e robalo em regime semi-intensivo

3.1. Características da exploração

A NashaRyba é uma empresa de produção e venda de dourada e robalo para consumo humano.

Esta exploração piscícola situa-se no estuário do Rio Mondego, em Armazéns de Lavos, uma freguesia localizada na margem sul deste rio. As instalações são fruto da reconversão de antigas salinas, como é frequente ocorrer na produção piscícola em regime semi-intensivo em Portugal. Para este efeito, de um modo geral, procedeu-se à escavação dos antigos tanques de sal; construíram-se valas, de entrada e saída da água, comuns a vários tanques paralelos; colocaram-se comportas para a entrada e saída da água em cada tanque; instalaram-se um sistema de bombagem para captação de água a partir de dois reservatórios (os quais, por sua vez, enchem durante os períodos de maré alta); construiu-se uma sala própria para o embalamento do peixe; também se colocaram um ou vários alimentadores automáticos em cada tanque, vários arejadores, e redes de proteção contra predadores, terrestres e aéreos.

A exploração tem dois pontos de entrada de água, a partir de dois reservatórios diferentes, o que define a existência de duas zonas na exploração, o “Torrão” (T), com os seus 12 tanques (T1 a T12), e o “Vale da Vinha” (VV), com os seus seis tanques (VV0 a VV5) (figura 16). A água flui do rio Mondego para os reservatórios durante os períodos de maré alta e, nestes, é captada através do acionamento de bombas de captação para as valas de entrada, ocorrendo o seu fluxo contínuo para os tanques através das comportas. A vala de entrada do Torrão encontra-se centralmente às duas “filas” de tanques, T7-T12 e T1-T6; existe uma vala de saída para os tanques T7-T12, e outra para os tanques T1-T6, que não se encontra presente na figura. A vala de entrada do Vale da Vinha encontra-se paralelamente ao tanque VV5; existe uma vala de saída na extremidade dos restantes tanques, à direita na figura, e outra, subterrânea, para o VV5. Os tanques têm tamanhos variáveis, com áreas compreendidas entre 0,5 (VV5) e 1,1 há (VV2) e volumes entre 7.000 (VV5) e 20.000 m³ (VV2).



Figura 16 – Imagem aérea da exploração piscícola da empresa NashaRyba (a área da exploração foi delimitada a vermelho) [Cedida pelo gestor da exploração, Luís Camarinho]

3.2. Maneio da exploração

O ciclo de produção destas duas espécies é completo, mas esta exploração faz apenas a fase de engorda das mesmas em regime semi-intensivo. Os alevins são comprados a uma maternidade, a um preço de cerca de 0,29 €, e são transportados para a exploração com cerca de oito gramas de peso. Faz-se o povoamento de ambas as espécies em tanques de terra, em proporções variáveis (policultura). Procede-se então à engorda dos animais, através da alimentação com uma dieta formulada especificamente para estas espécies, até atingirem o tamanho comercial desejado. A policultura de dourada e robalo é vantajosa já que ambas as espécies beneficiam da presença da outra, como, aliás, ocorre no seu ambiente natural. A dourada, que é uma espécie omnívora, controla o desenvolvimento das algas e plantas aquáticas, enquanto o robalo, que é uma espécie predadora voraz, controla as populações de outras espécies de peixes que vão entrando nos tanques, evitando que estas populações se tornem importantes na competição por alimento e oxigénio.

Durante o período de estágio os peixes da maioria dos tanques (VVs e T7 a T11) estavam em fase de pesca para abate, com pesos compreendidos entre 150 g e 1 kg. O ciclo

de produção nesses tanques foi de cerca de três anos, o que é um período de tempo demasiado longo para este tipo de produção, refletindo o manejo incorreto praticado anteriormente (o presente responsável da exploração assumiu a gestão da mesma há cerca de um ano e meio). Deste ciclo de produção, a produção total foi de 70 toneladas (30% abaixo do valor esperado, de 100 toneladas), e o custo de produção foi de, aproximadamente, 3,5-4 €/kg. Os restantes tanques foram povoados recentemente (o T12 em Maio de 2016, o T6 em Julho de 2016, o T4 e o T5 em Novembro de 2016 e o T1 em Abril de 2017, durante o período de estágio).

A densidade populacional vai aumentando ao longo do ciclo de produção com o crescimento dos peixes, atingindo cerca de 2 kg/m³ no momento em que os peixes atingem o tamanho comercial. Não se realiza a calibragem dos peixes, nem pesagens de forma a obter uma estimativa da biomassa presente.

A alimentação dos peixes é mista. O alimento é distribuído na coluna de água com recurso a alimentadores automáticos (figura 17), que são acionados manualmente e têm um mecanismo que regula a quantidade de alimento expelido por unidade de tempo, que pode ser ajustado. Assim, o operador controla a quantidade de alimento distribuída a cada tanque. A biomassa estimada de peixe em cada tanque permite fazer o cálculo da quantidade a administrar, mas fazem-se ajustes a esta quantidade de acordo com o apetite demonstrado pelos animais. É essencial medir o oxigénio no momento da alimentação; a alimentação é interrompida quando o OD se encontra baixo (nesta exploração, abaixo dos 3 mg/L) de modo a evitar a asfixia dos peixes. Durante os meses mais frios o alimento é distribuído apenas uma vez por dia, ao início da manhã. Na Primavera, devido ao aumento do metabolismo dos peixes, a distribuição do alimento passa a ser bidária, introduzindo-se a segunda administração ao final da tarde.

A qualidade da água é pouco controlada. Em relação aos parâmetros físico-químicos, monitoriza-se a temperatura e o OD. Além da medição da temperatura e OD da água poder ter influência na alimentação dos peixes no momento da medição, é muito importante manter um historial dos registos, de forma a interpretar a sua evolução e, deste modo, auxiliar o operador em futuras decisões de manejo. As renovações de água são realizadas durante os períodos de maré cheia, conseguindo-se geralmente renovar 20-60% da água dos tanques; no entanto, em determinados dias com um baixo nível de água não se consegue fazer a renovação. Existem outros procedimentos que permitem otimizar a qualidade da água. Diariamente retiram-se os cadáveres de peixe e, por vezes, de aves; as redes de proteção contra invasores, terrestres e aéreos, permitem evitar a contaminação da água; o correto manejo alimentar, evitando a acumulação de alimento não ingerido, também permite a manutenção da qualidade.

Após o esvaziamento dos tanques, no final do ciclo de produção, é muito importante efetuar o vazio sanitário dos mesmos, de modo a garantir a eliminação de quaisquer microrganismos e peixes que possam persistir nos tanques. O vazio sanitário é feito através da secagem dos tanques e subsequente exposição à radiação ultravioleta. Caso se prove

necessário, procede-se à aplicação de ox virin® ou cal viva. O ox virin® é aplicado utilizando uma solução de 400 L, após a diluição de 1%, no caso de um tanque de 0,5 hectares já seco. A cal viva é pulverizada na quantidade de 50-70 kg num tanque de 0,5 hectares já seco. O facto de não se ter realizado o vazio sanitário dos tanques de forma adequada terá sido a principal razão para que a produção total do último ciclo tenha estado 30% abaixo do valor esperado, além do maneo alimentar incorreto.



Figura 17 – Alimentador automático e oxímetro [fotografia original]

3.3. Atividades desenvolvidas

Durante o período de estágio de dois meses na NashaRyba as principais atividades desenvolvidas foram a alimentação dos peixes e a medição da temperatura e oxigénio (OD e percentagem de saturação do oxigénio) de cada tanque. Também foram realizadas outras variadas atividades secundárias como a remoção de peixe morto dos tanques, a remoção de aves presas nas redes de proteção, o auxílio na pesca dos peixes para abate e transferências entre tanques, o embalamento dos peixes abatidos e, pontualmente, a limpeza de comportas e o acionamento/desativação das bombas de captação de água. Por fim, foram elaborados vários gráficos numa folha de cálculo digital, mostrando a evolução da temperatura e OD de cada tanque, a partir dos dados recolhidos durante o período de estágio, bem como dos já

existentes anteriormente. A elaboração destes gráficos teve como objetivo facilitar a interpretação dos registos de temperatura e OD, de modo a facilitar futuras decisões de maneio.

A pesca dos peixes é realizada com redes de arrasto. A bolsa central da rede, onde os peixes ficam aprisionados, é encostada a uma das extremidades dos tanques e os peixes são retirados, com um camaroeiro, para tinas contendo uma mistura de gelo e água, onde ocorre a morte através do choque térmico. As tinas são transportadas até à sala de embalagem, onde são introduzidos na “zona de entrada de peixe”, própria para o efeito. O robalo é separado da dourada, bem como das outras espécies de peixe não produzidas, como a enguia e a tainha, e procede-se à sua pesagem e embalagem de acordo com diferentes categorias de peso (figura 18).



Figura 18 – Embalamento dos peixes segundo diferentes categorias de peso (D2/3: dourada com 200 a 300 g de peso; R4/6: robalo com 400 a 600 g de peso) [fotografia original]

3.4. Doenças observadas

Durante o período de estágio foram observados muito poucos casos de doenças nos peixes, o que se justifica principalmente pelo tipo de regime em que a produção ocorre, com

uma densidade de animais baixa. Os casos de mortalidades graves nesta exploração foram devidos a asfixia por depleção do oxigénio, não tendo ocorrido qualquer surto infeccioso até à data. No entanto, esporadicamente foram observados robalos com parasitados com piolhos do mar do género *Caligus sp.* (figura 19), e douradas com a “síndrome de Inverno”. Esta afeção ocorre devido ao desenvolvimento anormal de pseudomonas intestinais como resultado do jejum prolongado durante o Inverno, ocorrendo uma produção elevada de gás nos compartimentos gastrointestinais. Os indivíduos afetados passam a nadar à superfície e em círculos, devido à presença excessiva de gás, e geralmente acabam por morrer devido a ruptura intestinal ou por comprometimento das trocas gasosas decorrente da exaustão provocada pela natação anormal.



Figura 19 – Robalo intensamente parasitado com o crustáceo *Caligus sp.* [fotografia original]

4. Acompanhamento da produção de pregado em regime intensivo

4.1. Caracterização da exploração

A Stolt Sea Farm é uma empresa multinacional de aquicultura de alta tecnologia responsável pela produção de pregado, linguado, esturjão e caviar em várias unidades. Na unidade da Tocha é realizada a produção de pregado em tanques de cimento. Existem na exploração três setores com tanques de tamanhos diferentes: a *nursery*, onde se faz a pré-engorda, com 30 tanques de 20 m² (figura 20), um setor intermédio, onde é iniciada a engorda, com 23 tanques de 80 m² (figura 21), e um terceiro, onde se completa a engorda, com 40 tanques de 144 m² (figura 22) A *nursery* e o setor onde é iniciada a engorda correspondem à denominada Fase Velha da exploração (a primeira a ser construída), enquanto o terceiro setor é denominado Fase Nova.



Figura 20 – *Nursery* da exploração de pregado da Tocha [fotografia original]



Figura 21 – Tanques S1-S6 (em primeiro plano), B1-B9 (ao fundo, do lado direito) e T1-T8 (ao fundo, do lado esquerdo) da exploração de pregado da Tocha [fotografia original]



Figura 22 – Tanques 30-49 da Fase Nova da exploração de pregado da Tocha [fotografia original]

O sistema é semi-fechado com reutilização parcial da água. A água salobra é captada do subsolo para dois tanques distintos, denominados tanques cabeceira, através de vários furos independentes, de forma a garantir o fluxo caso ocorra a avaria de uma das bombas de captação (figura 23). Um dos tanques cabeceira provisiona o fluxo de água à Fase Velha, enquanto o outro garante o provisionamento à Fase Nova. A água é oxigenada antes da entrada dos tanques, num tanque de oxigenação, no caso da Fase Nova, e por uma bomba de *venturi*, no tanque de cabeceira da Fase Velha. Esta “água nova” entra apenas em alguns dos tanques em cada uma das Fases, sendo que, após a sua saída, é filtrada (utilizam-se filtros de microtela) e esterilizada (por ozonização), para depois entrar nos restantes tanques (“água de recirculação”) (figura 24). A água de saída é depois evacuada até um tanque de evacuação, onde ocorre o tratamento por sedimentação, para depois ser encaminhada para o rio (figura 25). O sedimento é posteriormente recolhido por uma empresa própria para esse efeito. O tanque cabeceira da Fase Nova e o tanque onde se dá o processo de ozonização podem ser visualizados na figura 26, e o tanque de evacuação, na figura 27.

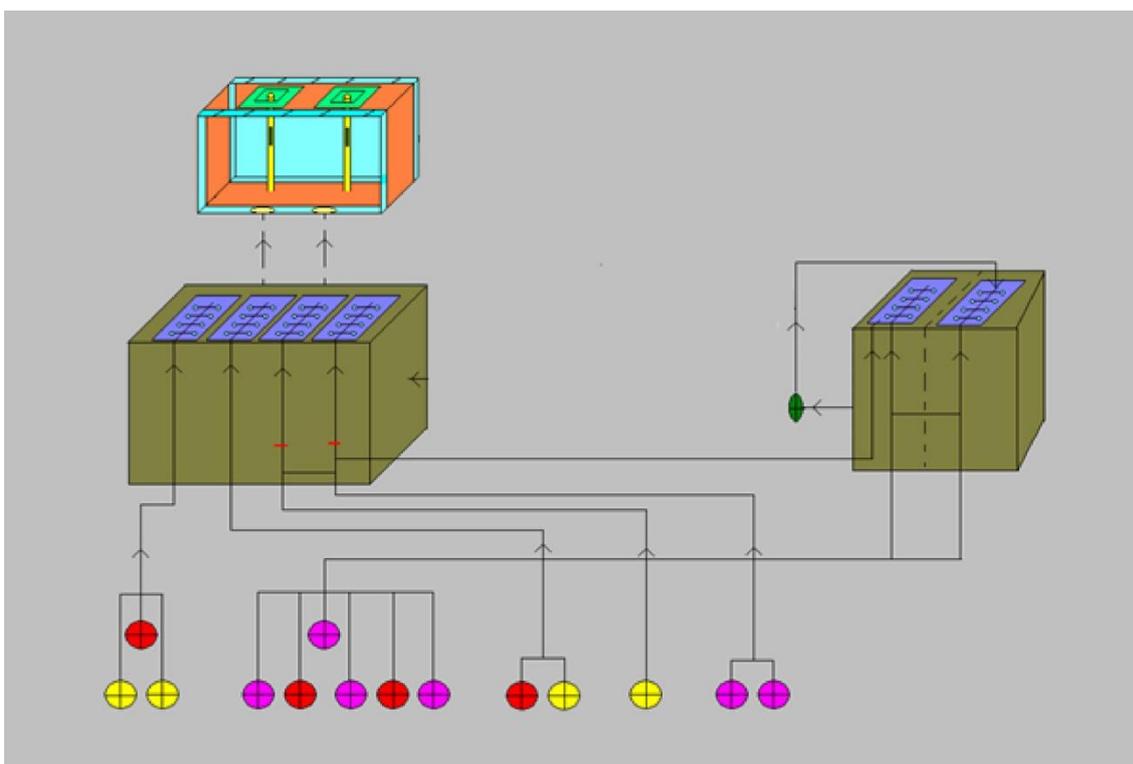


Figura 23 – Esquema da entrada de água nova nos tanques cabeceira a partir de múltiplos furos [cedido por um dos supervisores da exploração, Tiago Dias]

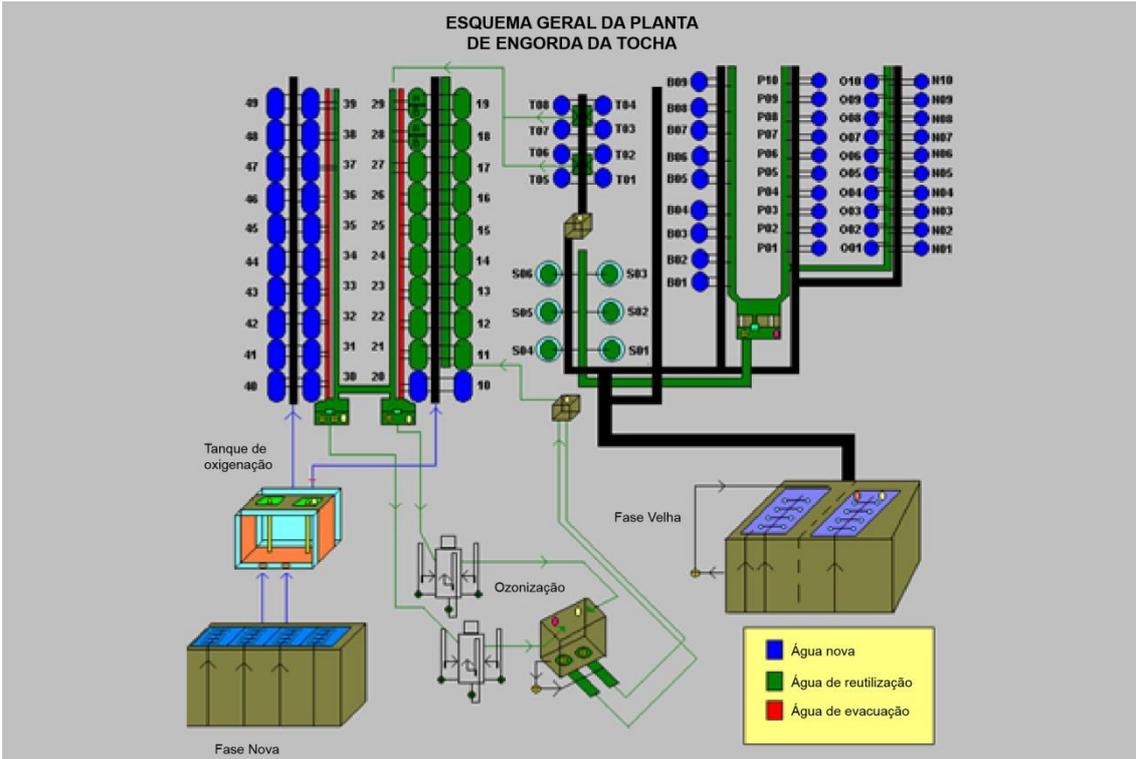


Figura 24 – Esquema geral da exploração de pregado da Tocha [cedido por um dos supervisores da exploração, Tiago Dias]

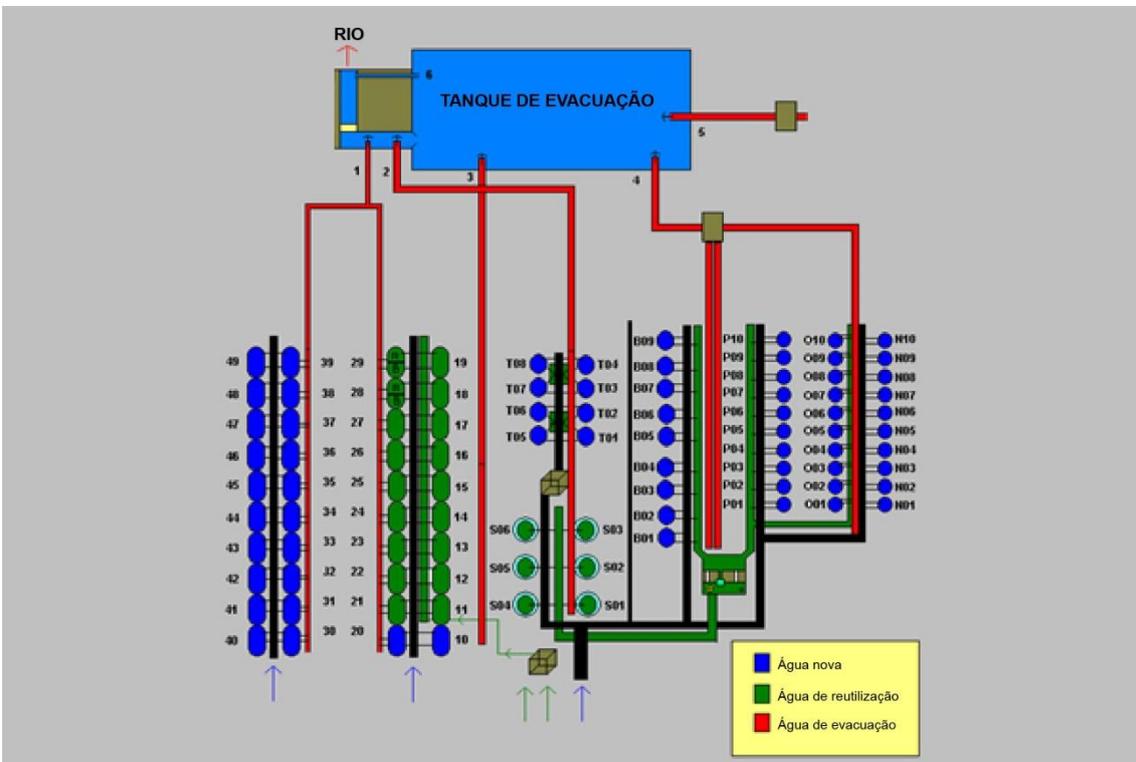


Figura 25 – Esquema das linhas de água da exploração, mostrando o sistema de evacuação da água [cedido por um dos supervisores da exploração, Tiago Dias]



Figura 26 – Tanque cabeceira da Fase Nova (à direita) e tanques de ozonização (à esquerda, de coloração preta) [fotografia original]



Figura 27 – Tanque de sedimentação dos efluentes da exploração [fotografia original]

O custo de produção do pregado nesta exploração ronda os 6 €/Kg. Este custo inclui os gastos com alimentação (23%), eletricidade (21%), salários dos funcionários (21%), alevins (17%), saúde e análises laboratoriais (7%), depreciação (6%), oxigénio (4%) e seguro do *stock* (1%).

4.2. Maneio da exploração

Na exploração da Praia da Tocha decorrem apenas as fases de pré-engorda e engorda do pregado. Os alevins são transportados a partir de uma maternidade desta mesma empresa, situada na Galiza, com um peso de cerca de 10 g. A engorda nesta exploração dura, normalmente, 18 meses, mas pode ir até aos 24, dependendo das estratégias de *marketing* da empresa e da gestão da biomassa da exploração. Os pesos comerciais variam entre 300 g e 2 kg. A produção anual é de cerca de 300 toneladas.

A densidade populacional praticada nesta exploração é muito alta: cerca de 15 kg/m², na *nursery*, 25 kg/m², no setor intermédio e 60 kg/m², na Fase Nova. Devido a este facto, os peixes têm que ser frequentemente calibrados (as calibrações são realizadas quase diariamente). No final de cada mês efetuam-se pesagens a uma amostra de peixes, em cada tanque, de forma a obter uma estimativa da biomassa de peixe presente, de forma a calcular a TCA. Esta taxa variou de 0,82 a 1,03 durante o período de estágio.

Realiza-se uma monitorização minuciosa da qualidade da água. Três vezes por dia (ao início da manhã, final de tarde e durante a noite), faz-se a medição do OD, em cada um dos tanques, ao nível das saídas de água, utilizando um oxímetro (figura 28), seguida do registo do valor de OD (figura 29). Semanalmente mede-se a temperatura e o OD na água nova e de recirculação que entra nos tanques utilizando um oxímetro, mede-se a saturação de gases na água (PTG) (figura 30) e faz-se a análise laboratorial de vários parâmetros químicos a partir de amostras da água de entrada, nova e de recirculação, das Fases Velha e Nova. Os parâmetros químicos avaliados são a salinidade e o ferro, na água nova, e o pH e a amónia, na água de recirculação (figura 31). A salinidade da água proveniente do subsolo situa-se entre 25 e 30‰, o que é vantajoso para o pregado produzido nesta exploração, já que no meio natural, o pregado prefere água salobra nas fases iniciais do seu desenvolvimento, e nesta exploração os pesos comerciais pretendidos são geralmente baixos. Os níveis de ferro são controlados porque a água captada do subsolo é muito rica neste metal (figura 32), sendo que a sua acumulação excessiva na água pode provocar vários problemas aos peixes, especialmente ao nível das brânquias, comprometendo as trocas gasosas. É muito importante monitorizar os níveis de amónia à entrada dos tanques que recebem a água de recirculação, já que, se o processo de filtragem da água estiver comprometido (por exemplo por falta de limpeza dos filtros) ou se por qualquer outra razão houver uma acumulação anormal, a amónia pode atingir níveis tóxicos. O pH é também medido já que, conhecendo o seu valor, pode-se realizar uma estimativa da concentração de amoníaco (a forma azotada especialmente tóxica para os peixes) a partir da concentração de amónia. Adicionalmente realizam-se análises químicas exaustivas à água de entrada, bem como nos efluentes, como parte do procedimento de certificação pela organização não-governamental *Friends of the Sea* e pela organização global *GlobalG.A.P.*



Figura 28 – Medição do OD na água de saída de um tanque [fotografia original]

Stolt Sea Farm **REGISTO DE OXIGÉNIO DIÁRIO**

40	12,4	10	—	B1	10,3	S1	11,3	O1	9,0
30	10,1	20	—	B2	9,7	S2	9,6	O2	—
41	10,7	11	9,4	B3	10,5	S3	10,7	O3	12,5
31	9,7	21	11,5	B4	11,6	S4	9,3	O4	—
42	10,1	12	10,3	B5	9,9	S5	9,3	O5	11,8
32	12,3	22	11,3	B6	9,2	S6	10,0	O6	12,3
43	8,5	13	10,2	B7	10,2	N1	10,1	O7	11,5
33	9,8	23	11,6	T1	13,9	N2	11,7	O8	11,8
44	—	14	9,6	T2	9,8	N3	—	O9	10,8
34	9,6	24	8,1	T3	9,7	N4	9,3	O10	13,6
45	—	15	11,1	T4	11,4	N5	—	P1	10,3
35	9,2	25	10,1	T5	9,9	N6	—	P2	11,3
46	—	16	8,8	T6	11,9	N7	—	P3	11,5
36	10,4	26	10,0	T7	10,1	N8	—	P4	11,4
47	9,6	17	8,6	T8	11,3	N9	13,3	P5	13,6
37	9,4	27	10,0			N10	9,3	P6	11,1
48	8,6	18	8,5	TR. 10/20	11,1			P7	10,2
38	10,9	28	—	TR.FV	11,8	T ^{10/20}	17,2°C	P8	11,1
49	8,2	19	—	TR.FN	17,9	T ^{FN}	17,2°C	P9	10,7
39	9,1	29	—	T.O		T ^{FV}	17,1°C	P10	11,1
DATA: 20/10/2017				OPERADOR: José Tavares					

Figura 29 – Registo do OD (mg/L) (Os números “10” a “40” correspondem aos tanques da Fase Nova; as letras “B”, “T” e “S”, aos tanques da Fase Velha onde é iniciada a engorda; as letras “N”, “O” e “P”, aos tanques da *nursery*; TR.10/20: Tanque de referência dos tanques 10 a 20; TR.FV: Tanque de referência da Fase Velha; TR.FN: Tanque de referência da Fase Nova) [fotografia original]



Figura 30 – Aparelho de medição da saturação de gases [fotografia original]

PARÂMETROS DE CONTROLO DE QUALIDADE DA ÁGUA		
Data: 18/07/17		
Fase Velha		
1º Uso: (Final da tubagem da nursery)	Reutilização: (Repuxo S's)	
T ^a : 16,9 °C	T ^a : 16,9 °C	
Salinidade: 25 ppm	pH: 7,9	
Nível de Oxigénio: 15,3 mg/L	Nível de Oxigénio: 13,5 mg/L	
Ferro (Fe ²⁺): 0,79 mg/L	Amónia (NH ₄ ⁺): 0,60 mg/L	
Gases: 107 %		
Fase Nova		
1º Uso: (Tanque vazio)	Reutilização:	(Tanque vazio ou final da tubagem 10-20' a)
T ^a : 17,0 °C	T ^a : 17,1 °C	
Salinidade: 30 ppm	pH: 7,8	
Nível de Oxigénio: 14,4 mg/L	Nível de Oxigénio: 12,1 mg/L	
Ferro (Fe ²⁺): 0,36 mg/L	Amónia (NH ₄ ⁺): 1,14 mg/L	
Gases: 112 %	Redox: 1) 160 (mV)	
	2) 142 (mV)	
Água Doce		
(torneira junto à câmara de gelo)		
Cloro: 0,00 (mg/L)		

Figura 31 – Folha de registo semanal dos parâmetros de controlo da qualidade da água [fotografia original]



Figura 32 – Acumulação de ferro na tubagem de saída de um tanque [fotografia original]

O OD encontra-se sempre em sobressaturação ou próximo da saturação em todos os tanques. Além de se proceder à oxigenação da água ao nível dos tanques cabeceira, existe na exploração um sistema de emergência de oxigénio, sendo que cada tanque tem uma mangueira que permite a oxigenação individual do mesmo em caso de emergência. Durante o período de estágio ocorreu a avaria de uma bomba no tanque de oxigenação da Fase Nova, tendo-se recorrido às mangueiras de emergência para garantir a saturação em OD (figura 33).



Figura 33 – Oxigenação de emergência em funcionamento num tanque [fotografia original]

A desinfecção efetuada nos tanques é muito complexa, com a aplicação de diversos agentes químicos seguida da secagem dos tanques, sempre que estes são esvaziados depois de se efetuar a calibragem ou a pesca para abate. Faz-se a aplicação de hipoclorito de sódio, de PAC 55® e de Septicid®. O PAC 55® é um agente clorado fortemente alcalino, especialmente importante na remoção da gordura proveniente dos restos do alimento. O Septicid® é um bactericida, fungicida e anti-viral. É aplicado na concentração máxima, virucida, a 1%, durante 45 min. Após a aplicação destes agentes químicos, faz-se a desinfecção física, através da secagem do tanque. Se possível, a secagem dura no mínimo 24 horas.

A alimentação é realizada exclusivamente com alimento composto seco, fabricado especificamente para o pregado. O alimento é distribuído *ad libitum*. Na *nursery*, existe um sistema de distribuição automático, que tem em conta alguns parâmetros da água na quantidade a distribuir. No entanto, o período de alimentação é supervisionado por funcionários, que podem, dependendo do nível de saciedade dos peixes observado, interromper ou prolongar a distribuição do alimento. Na engorda, a alimentação é exclusivamente manual.

Esta exploração realiza a vacinação dos peixes contra a scuticociliatose do pregado, provocada pelo parasita protozoário *Philasterides dicentrarchi*. A vacina é preparada a partir de antigénios do parasita isolado de amostras da própria exploração – autovacina (figura 34) Esta vacina é administrada por via intraperitoneal, pouco tempo após a chegada dos alevins à *nursery* (figuras 35 e 36).

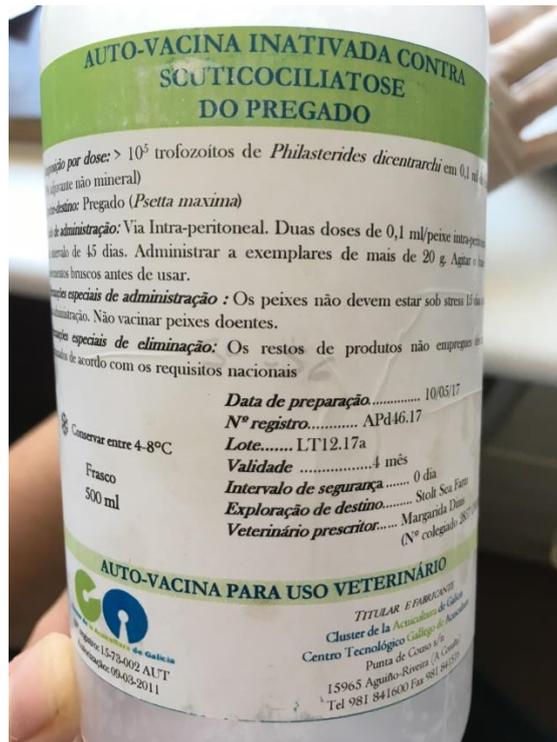


Figura 34 – Autovacina contra o parasita protozoário *Philasterides dicentrarchi* [fotografia original]



Figuras 35 e 36 – Procedimento de vacinação dos peixes contra a scuticociliatose do pregado [fotografias originais]

Outras medidas de profilaxia sanitária realizadas são a remoção precoce dos cadáveres de peixe, a limpeza dos filtros e a desinfecção dos materiais e do pessoal, através do mergulho com o equipamento de borracha em recipientes com desinfetantes e a utilização de pedilúvios.

4.3. Atividades desenvolvidas

Durante o período de estágio foram realizadas várias tarefas importantes no manejo da exploração, nomeadamente a medição e registo dos valores de OD ao início da manhã, as análises químicas e medição da saturação semanalmente, a vacinação dos peixes, o auxílio na captura dos peixes durante as calibragens ou a pesca para abate e, mais esporadicamente, a retirada de cadáveres da água, as pesagens ao final do mês e a limpeza dos filtros. No abate, os peixes são capturados através do arraste de um camaroeiro junto ao fundo do tanque, depois de “apertados” num espaço mais reduzido através da colocação de redes divisórias, e colocados numa estrutura equipada com um tapete rolante que encaminha os peixes até uma mesa no exterior do tanque (figura 37). Aí, são distribuídos para diferentes tinas contendo uma mistura de água e gelo consoante os pesos (figura 38). A morte ocorre por choque térmico.



Figura 37 – Captura dos peixes para abate [fotografia original]



Figura 38 – Abate dos peixes por choque térmico [fotografia original]

4.4. Doenças observadas

Durante o período de estágio ocorreram alguns casos de scuticociliatose e de herpesvirose.

A scuticociliatose é uma ecto e endoparasitose provocada pelo protozoário ciliado histófago *Philasterides dicentrarchi*. Esta parasitose é sazonal, ocorrendo a partir da Primavera com o aumento da temperatura. Os peixes afetados apresentam sinais clínicos muito variáveis e inespecíficos: úlceras cutâneas, escurecimento da pele, alterações do comportamento natatório, exoftalmia e/ou distensão abdominal devido a ascite. O parasita pode ser detetado a partir de preparações histológicas de praticamente todos os órgãos e em esfregaços de pele, sangue e fluido ascítico ⁽⁸²⁾.

Na piscicultura de pregado da Praia da Tocha, ocorreram alguns surtos graves de scuticociliatose em anos passados, um deles atingindo uma mortalidade de cerca de 30%, numa altura em que já se fazia a autovacinação específica para este parasita. Houve um grande esforço de combate a esta patologia, principalmente ao nível da desinfecção dos tanques, que passou a ser mais complexa e, hoje em dia, observam-se apenas casos esporádicos. Foram detetados alguns casos (esporádicos) durante o período de estágio. Os tanques com peixes afetados ficaram em quarentena.

O herpesvírus do pregado, normalmente associado a altas mortalidades, causa a formação de células gigantes na pele e nas brânquias dos pregados jovens, resultando em patologia branquial ⁽⁴⁷⁾.

4.5. Trabalho de investigação

O principal objetivo deste trabalho foi iniciar a determinação de parâmetros hematológicos e de bioquímica sanguínea, fisiológicos. Para o efeito, realizou-se a contagem das diferentes populações de células presentes no sangue do pregado. Foi, igualmente realizada uma apreciação morfológica das mesmas e foram determinados alguns parâmetros bioquímicos do sangue.

Procedeu-se à seleção de 10 indivíduos de uma população homogénea de pregados. Todos os animais pertenciam ao mesmo lote e tinham, na altura da colheita, cerca de 20 meses de idade (data de nascimento: 28 de Outubro de 2015). Os indivíduos encontravam-se em inatividade reprodutiva aquando da colheita. O sexo não foi apreciado, já que esta espécie não apresenta dimorfismo sexual evidente. Esta população foi produzida a uma temperatura de 13 a 18,5 °C, dependendo da altura do ano, com um valor de OD médio de 17 mg/L. Os pesos dos indivíduos eram de 300-400 g no momento da colheita.

As colheitas de sangue foram realizadas no laboratório da exploração de pregado da Tocha. O sangue foi colhido por punção da veia caudal, utilizando seringas previamente heparinizadas. (figura 39) Este método foi escolhido devido à rápida coagulação sanguínea que se verifica nestes animais, decorrente do *stress*.



Figura 39 – Colheita de sangue num pregado por punção da veia caudal [fotografia por: Tiago Dias]

As amostras foram, de imediato, transportadas até ao laboratório de análises clínicas do HVUE e procedeu-se, nesse mesmo dia, à contagem de eritrócitos e leucócitos em câmara de Neubauer melhorada, pelo protocolo corrente para espécies com eritrócitos nucleados (figura 40). Foram também realizados esfregaços de sangue para cada amostra, para observação citológica, procedendo-se, por fim, à centrifugação comum das amostras sanguíneas para obtenção do plasma, que foi conservado por congelação, para determinação diferida dos parâmetros bioquímicos.

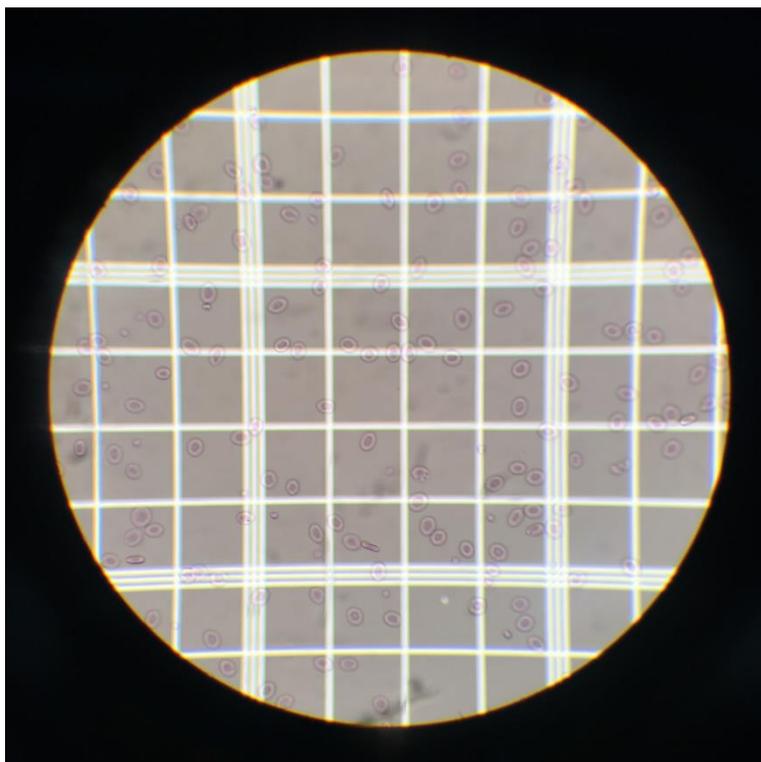


Figura 40 – Contagem manual de eritrócitos ao microscópio ótico utilizando uma câmara de Neubauer melhorada (aumento 40x) [fotografia original]

Após coloração Diff Quick ® dos esfregaços sanguíneos, procedeu-se ao exame citológico, em termos morfológicos, e à contagem diferencial das principais populações leucocitárias.

Os resultados obtidos podem ser observados nas tabelas 5 e 6.

Amostra	Câmara Neubauer		Contagem Diferencial	
	Eritrócitos	Leucócitos	% Granulócitos	% Agranulócitos
1	164	-	55	45
2	198	526	56	44
3	167	599	63	37
4*	60	546	23	77
5	184	455	60	40
6	185	525	56	44
7	78	575	21	79
8	187	434	63	37
9	209	526	61	39
10	164	467	71	29
Média	171	513	56	44
Desvio Padrão	38	58	14	14

Tabela 5 – Resultados obtidos na contagem de eritrócitos e leucócitos em câmara de Neubauer melhorada e contagem diferencial (os resultados obtidos para a amostra 4 não foram incluídos nos cálculos, já que ocorreu a contaminação do sangue por fluidos tissulares, decorrente de um erro na colheita)

Amostra	K (meq/L)	ALT (U/L)	AST (U/L)	ALP (U/L)
1	16,28	< 5	21,6	101
2	21,36	15,1	40	101
3	16,56	9,25	29,3	134
4*	12,84	22,7	110	99,4
5	23,92	< 5	76,4	120
6	28,04	< 5	49,9	153
7	18,44	20,9	62,5	103
8	25,68	18,7	50,1	155
9	23,44	13	33,9	129
10	26,44	9,28	27,3	76
Média	22,24	14,37	43,44	119,11
Desvio Padrão	4,34	4,82	17,94	26,29

Tabela 6 – Resultados obtidos nas análises bioquímicas efetuadas ao plasma

5. Discussão

Portugal, um país com um consumo de peixe extremamente elevado, e com condições geográficas favoráveis ao desenvolvimento da aquicultura, tem tido um crescimento muito modesto neste setor, quando comparado ao que se tem verificado em outros países da UE. No entanto, tem vindo a aumentar, recentemente, o interesse neste setor pelos organismos administrativos e governamentais, que reconhecem cada vez mais o seu elevado potencial. O PEAP encontra-se neste momento em vigor, esperando-se um desenvolvimento mais elevado em relação ao que se tem verificado.

A sobrepopulação mundial revela-se um enorme desafio à humanidade, neste novo milénio. Os recursos terrestres são limitados, e torna-se cada vez mais complicado garantir o fornecimento de proteína animal à população, de uma forma sustentável. A aquicultura, principalmente a que utiliza espécies herbívoras, revela-se promissora nesse objetivo, ao utilizar uma menor quantidade de recursos terrestres em comparação com os outros setores de produção animal. No entanto, ao ser praticada de forma ignorante e irresponsável, a aquicultura pode agravar ainda mais a situação, ao invés de constituir uma solução. É fundamental planear o desenvolvimento da aquicultura de forma sustentável, o que apenas é possível com medidas exercidas ao nível dos governos, que se reflitam no maneio efetuado nas explorações. De modo geral, na UE, as várias medidas impostas neste setor têm vindo a colocar a aquicultura no caminho da sustentabilidade, mas o mesmo não se verifica noutros países. O médico veterinário oficial assume importância neste contexto, ao garantir a aplicação da legislação imposta pelos governos, protegendo assim o meio ambiente e assegurando o bem-estar animal. Além disso, é também importante neste contexto a intervenção de médicos veterinários especializados em medicina de produção aquática. O tratamento de doenças que eventualmente surjam nas explorações de piscicultura, deveria ser um ato exclusivo do médico veterinário devidamente qualificado, já que a aplicação irresponsável de fármacos em aquicultura pode ter consequências desastrosas em termos ambientais e de saúde pública.

Além das vantagens em termos ambientais e de saúde pública, o médico veterinário especializado é importante no aconselhamento do produtor relativamente ao maneio efetuado, na garantia do bem-estar animal e na investigação de doenças subclínicas que possam prejudicar o rendimento produtivo. Adicionalmente, existe ainda um enorme trabalho por realizar em investigação, principalmente no que diz respeito à etiologia e à epidemiologia de várias doenças, ao desenvolvimento e licenciamento de vacinas e fármacos, à elaboração de matérias-primas alternativas à FP e ao OP, ao controlo dos ciclos de produção de algumas espécies e ao estabelecimento de novos métodos de produção, áreas que podem beneficiar da intervenção do médico veterinário. Apesar da diversidade de espécies e métodos de produção observada atualmente ser já elevada, ainda existe muito por explorar nesta área, revelando-se especialmente promissora, sob várias vertentes, a AIMT.

Durante o período de estágio na NashaRyba e na Stolt Sea Farm pôde-se observar as diferentes práticas de manejo destas explorações, bem como participar em grande parte destas práticas.

Apesar do manejo em regime semi-intensivo ser mais simples em relação ao praticado no regime intensivo, existem diversos procedimentos essenciais à manutenção da sanidade da exploração, tendo especial relevância o manejo alimentar. O manejo alimentar, além de estar diretamente relacionado com a produtividade, em termos de eficiência de conversão alimentar, tem uma enorme repercussão na qualidade da água, sendo essencial para a manutenção da sanidade da exploração. Tem, portanto, relevância acrescida em explorações com este tipo de regime, em que se efetua um reduzido controlo da qualidade da água através de outros fatores de manejo.

A produção em regime semi-intensivo tem a grande vantagem de obter produtos de melhor qualidade organolética. Os peixes produzidos sob este regime incluem na sua alimentação pequenos peixes e crustáceos, provenientes do rio, e têm mais espaço para nadar, desenvolvendo uma musculatura mais fibrada. Assim, a sua carne tem um sabor e uma textura de qualidade superior em relação aos peixes da mesma espécie produzidos em regime intensivo, o que permite a valorização do produto. No entanto, é uma produção de menor escala, e vão ocorrendo perdas consideráveis ao longo do ciclo de produção. Na NashaRyba, a quebra de produtividade na ordem dos 30%, em relação ao valor esperado, terá sido devida, principalmente, à forma incorreta como se procedeu ao vazio sanitário dos tanques, no final do ciclo de produção anterior. O conhecimento da forma incorreta como foi efetuado este procedimento, aliado ao facto de as perdas por outras causas registadas não serem suficientes para explicar esta quebra, leva à assunção de que terá ocorrido a transição de alguns peixes do ciclo anterior, que se terão alimentado dos alevins que foram introduzidos no início do novo ciclo. A ação de predadores (principalmente do corvo marinho, mas também de outras espécies de aves, como a gaivota, o milhafre e a garça, e da lontras), o parasitismo (principalmente por *Caligus spp.*) e a morte esporádica de grupos de peixes por anóxia, devido à depleção de OD na água, também originam perdas consideráveis.

Na exploração piscícola Stolt Sea Farm, a produção de pregado oferece ótimas garantias ao consumidor em termos de segurança alimentar e tem repercussões negativas mínimas no meio ambiente. A água de entrada no sistema e os efluentes são controlados de forma apertada, cumprindo inúmeros requisitos, mais exigentes do que aqueles que estão previstos na legislação, através dos certificados da organização não-governamental *Friends of the Sea* e da organização global *GlobalG.A.P.* Posteriormente à produção na exploração, na fábrica de processamento, são realizadas análises adicionais aos peixes, de forma a certificar a qualidade destes produtos. Esta exploração constitui um bom exemplo de que a produção animal pode ser efetuada de forma sustentável. Os impactos deste tipo de sistemas de produção no meio ambiente são praticamente nulos, divergindo largamente neste sentido em relação aos sistemas em regime intensivo abertos. No entanto, pode-se colocar em questão o

bem-estar dos peixes produzidos. Como espécie benthica, não necessita de espaço para nadar, não sofrendo o mesmo nível de *stress* que é observado em outras espécies pelágicas de peixes, confinados a um espaço reduzido (o que é, aliás, uma das razões pelas quais se identificou o potencial destas espécies para a aquicultura). No entanto, e apesar de serem produzidos em condições que cumprem os requisitos de bem-estar definidos na legislação, não se pode ainda afirmar, com toda a certeza, que estes peixes não sofrem qualquer outro tipo de incómodo ao serem criados nestas condições, sendo especialmente polémico o método de abate destes peixes. A grande desvantagem deste tipo de produção é o seu elevado custo. Na Stolt Sea Farm, o custo de produção ronda os 6 €/kg, valor que é, por vezes, superior ao preço de venda no mercado por períodos de tempo relativamente longos. No entanto, o facto de esta exploração pertencer a uma grande empresa multinacional, com um elevado capital, permite a manutenção desta exploração durante esses períodos, obtendo rendimento a longo prazo. No âmbito social, esta produção em larga escala também constitui uma vantagem, ao empregar um grande número de indivíduos.

A morte esporádica de peixes nesta exploração é menos frequente em relação àquela observada na NashaRyba, tendo-se observado casos muito esporadicamente, no decorrer do período de estágio. No entanto, como é típico do regime intensivo, existem registos de alguns surtos de doenças no passado, nomeadamente de furunculose, herpesvirose e scuticociliatose, que originaram mortalidades elevadas, com enormes prejuízos. A autovacinação do pregado contra a scuticociliatose é uma medida profilática essencial, mas também foi preponderante o esforço realizado no âmbito do plano de higiene da exploração, que tem um elevado nível de complexidade.

6. Conclusão

A aquicultura é uma atividade económica muito antiga, mas foi apenas há poucas décadas que se assumiu como uma atividade industrial. Apesar do crescimento do setor aquícola ter abrandado nos últimos anos, continua a ser muito elevado, destacando-se em relação a todos os outros setores de produção de alimentos de origem animal.

Existe uma grande diversidade de métodos de produção em aquicultura. O manejo pode ser muito específico consoante as características da exploração e a espécie produzida, facto que se pôde comprovar durante a realização do estágio em duas explorações de características muito distintas.

Em Portugal, devido à escassez atual das medidas de profilaxia e terapêutica médicas em aquicultura, bem como à dificuldade da sua aplicação, é especialmente importante a correta aplicação das medidas de profilaxia médica nas explorações. Mesmo neste âmbito, o médico veterinário pode ter importância na elaboração de planos de boas práticas aquícolas e no aconselhamento.

7. Perspetivas futuras

Com o crescimento que continuará a verificar-se na indústria aquícola, é altamente provável que a profissão veterinária em aquicultura se torne cada vez mais importante. Será cada vez mais necessário o envolvimento veterinário, principalmente nas explorações de aquicultura, para intervenções profiláticas, diagnósticas e terapêuticas, mas também em investigação e nas indústrias farmacêuticas e de fabrico de alimento artificial.

Em Portugal a intervenção veterinária na piscicultura é, neste momento, praticamente nula. Existe apenas a intervenção dos serviços veterinários oficiais e alguma investigação científica efetuada por médicos veterinários, sendo que a possibilidade de empregabilidade como médico veterinário privado da exploração é muito reduzida. No entanto, tendo em consideração o crescimento que é esperado neste setor nos próximos anos, existem boas possibilidades de que o médico veterinário especializado venha a ganhar importância.

Em alguns países europeus a situação é bem diferente, existindo, atualmente, boas perspectivas de empregabilidade do médico veterinário especializado em medicina de produção piscícola. Na Noruega e no Reino Unido as perspectivas são especialmente favoráveis, devido à grande expressão económica que a salmonicultura assume, estando já bem estabelecido o exercício da medicina de produção aquática por profissionais privados especializados nesta área.

8. Bibliografia

1. **Pillay TVR & Kutty MN (2005)** Aquaculture principles and practices. *Blackwell publishing*.
2. **FAO Fisheries and Aquaculture Department**. Aquaculture in the Legal Framework. *FAO Corporate Document Repository*. URL: <http://www.fao.org/docrep/T8582E/t8582e03.htm>. Último acesso: 30-11-2016.
3. **Lucas JS (2003)** Introduction, In Aquaculture, farming aquatic animals and plants Ed. Lucas JS & Southgate PC, *Blackwell Publishing, Oxford, UK, ISBN: 978-1-4051-8858-6*.
4. **Directiva 2006/88/CE**, de 24 de Outubro. *Jornal Oficial do Conselho, nº L 328 de 24.11.2006, p. 14, Comissão Europeia*.
5. **Parker R (2002)** Aquaculture Science. *Cengage Learning, ISBN: 1435488121*.
6. **Appleford P, Lucas JS & Southgate PC (2003)** General principles. In Aquaculture, farming aquatic animals and plants, Ed. Lucas JS & Southgate PC. *Blackwell Publishing, Oxford, UK, ISBN: 978-1-4051-8858-6, pp. 11-46*.
7. **Wedemeyer GA (1996)** Physiology of fish in intensive culture systems. *Springer US, Chapman & Hall, International Thompson Publishing (ITP), ISBN: 978-1-4615-6011-1*.
8. **Anras L, Boglione C, Cataudella S, Dinis MT, Livi S, Makridis P, Marino G, Ramalho A & Yúfera M (2010)** The current status of extensive and semi-intensive aquaculture practices in Southern Europe. *Aquaculture Europe, vol. 35 (2) June 2010*.
9. **Bagni M (2005)** Cultured Aquatic Species Information Programme, *Dicentrarchus labrax*. *FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome*. URL: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en. Último acesso: 16-09-2017.
10. **The Research Council of Norway**. URL: https://www.forskningsradet.no/prognett-chinor/Nyheter/New_Norwegian_Counsellor_for_Science_in_Beijing/1253989243037&lang=en. Último acesso: 16-09-2017.
11. **FAO Fisheries and Aquaculture Department**, List of Appendices, Appendix 2. *FAO Corporate Document Repository*. URL: <http://www.fao.org/docrep/field/009/ag158e/AG158E04.htm>. Último acesso: 16-09-2017.
12. **Hunt P**. *Electrum Magazine*. URL: <http://www.electrummagazine.com/2012/09/ancient-egyptian-tilapia-fish-story/>. Último acesso: 16-09-2017.
13. **Moksness E, Kjørsvik E & Olsen Y (2004)** Introduction, In Culture of Cold-Water Marine Fish Ed. Moksness E, Kjørsvik E & Olsen Y. *Blackwell Publishing, ISBN: 978-0-85238-276-9*.
14. **FAO (2016)** The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. *Contributing to food security and nutrition for all, Rome*.
15. **Helming W & Martins C (2016)** Agriculture, forestry and fishery statistics. *Statistical Books, Eurostat, European Union, ISBN 978-92-79-63351-5*.
16. **APROMAR (2017)** La Acuicultura en España 2017. *APROMAR*.
17. **FVE (2014)** Veterinary aspects of aquatic animal health and welfare, aquaculture and ornamental fish trade. *Report of FVE working group on Aquatic Animal Health and*

Aquaculture, Federation of Veterinarians of Europe AISBL, Brussels.

- 18. Ramalho A & Dinis MT (2010)** Portuguese aquaculture: current status and future perspectives. *Aquaculture Europe, Vol. 35 (3) September 2010.*
- 19. EUMOFA (2017)** EU Consumer Habits Regarding Fishery and Aquaculture – Final report. *EUMOFA – European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products, European Commission.*
- 20. STECF (2016)** Economic Report of the EU Aquaculture Sector STECF-16-19. *Publications Office of the European Union, Luxembourg.*
- 21. DGRM (2014)** Plano estratégico para a aquicultura portuguesa 2014 – 2020. *Ministério da Agricultura e do Mar.*
- 22. Anras, L, Boglione C; Cataudella S, Dinis MT, Makridis P, Marino G, Ramalho AR & Yúfera M (2010)** The current status of extensive and semi-intensive aquaculture practices in Southern Europe. *European Aquaculture Society, Aquaculture Europe 35(2): 12-16 (2010).*
- 23. FAO Council (1989)** In Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems (SAFA). Sustainability Pathways. URL: <http://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa/en/>. Último acesso: 22-09-2017.
- 24. SEAFISH (2016)** Fishmeal and fish oil facts and figures. URL: http://www.seafish.org/media/publications/SeafishFishmealandFishOilFactsandFigures_201612.pdf. Último acesso: 28-09-2017.
- 25. FEAP (2014)** Annual Report 2014. *Federation of European Aquaculture Producers (FEAP).*
- 26. Davidson J, Barrows FT, Kenney PB, Good C, Schroyer K & Summerfelt ST (2016)** Effects of feeding a fishmeal-free versus a fishmeal-based diet on post-smolt Atlantic salmon *Salmo salar* performance, water quality, and waste production in recirculation aquaculture systems, *Aquacultural Engineering, Volume 74, September 2016, Pages 38-51, Elsevier.*
- 27. Welch A, Hoenig R, Stieglitz J, Benetti D, Tacon A, Sims N & O'Hanlon B (2010)** From Fishing to the Sustainable Farming of Carnivorous Marine Finfish, *Reviews in Fisheries Science, Taylor and Francis Group, LCC.*
- 28. Kousoulaki K., Østbye TKK, Krasnov A, Torgersen JS, Mørkøre T & Sweetman J (2015)** Metabolism, health and fillet nutritional quality in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing n-3-rich microalgae, *Journal of Nutritional Science.*
- 29. Betancor MB, Sprague M, Sayanova O, Usher S, Metochis C, Campbell PJ, Napier JA & Tocher DR (2016)** Nutritional Evaluation of an EPA-DHA Oil from Transgenic Camelina sativa in Feeds for Post-Smolt Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.), *PLoS ONE 11(7): e0159934.*
- 30. FAO (2013)** Edible insects: future prospects for food and feed security, *FAO Forestry Paper 171.*
- 31. UICN (2007)** Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea. Interacciones entre la Acuicultura y el Medio Ambiente, *UICN, Gland, Suiza y Málaga, España. VI + 114 paginas.*

- 32. Reid D (2017)** Salmon becomes world's first genetically-modified animal to enter food supply. *CNBC*. URL: <https://www.cnn.com/2017/08/09/salmon-becomes-worlds-first-genetically-modified-animal-to-enter-food-supply.html>. Último acceso: 03-09-2017.
- 33. The David Suzuki Foundation & The Georgia Strait Alliance (2008)** Global Assessment of Closed System Aquaculture. *EcoPlan International*.
- 34. FAO (2009)** Integrated Mariculture, a Global Review. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 529, Rome, ISBN 978-92-5-106387-3*.
- 35. Troell M, Halling C, Neori A, Chopin T, Buschmann AH, Kautsky N & Yarish C (2003)** Integrated mariculture: asking the right questions, *Aquaculture* 226. pp. 69–90.
- 36. Valente LMP, Gouveia A, Rema P, Matos J, Gomes EF & Pinto IS (2005)** Evaluation of three seaweeds *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rígida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles, *Aquaculture* 252 (2006) 85–91, *Elsevier*.
- 37. Huntingford FA, Adams C, Braithwaite VA, Kadri S, Pottinger TG, Sandøe P & Turnbull JF (2006)** Current issues in fish welfare, *Journal of Fish Biology*, 10.1111/j.0022-1112.2006.001046.x.
- 38. Braithwaite VA & Boulcott P (2007)** Pain perception, aversion and fear in fish, *Diseases of Aquatic Organisms*, Vol. 75: 131–138.
- 39. Cawley G (2000)** Aspectos relativos al bienestar y a la medicina veterinaria en organismos acuáticos. In *Acuicultura para veterinarios, Producción y clínica de peces* Ed. Brown L. *Acribia S.A., Zaragoza*.
- 40. Ashley PJ (2006)** Fish welfare: Current issues in aquaculture. *School of Biological Sciences, University of Liverpool, The BioScience Building, Liverpool L69 7ZB, UK*.
- 41. UICN (2010)** Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea 3. *Acuicultura: Prácticas Responsables y Certificación, Gland, Suiza y Málaga, España: UICN. vi+78 páginas*.
- 42. FAO Regional Office for Asia and the Pacific.** Overview of current aquaculture standards and certification schemes. *FAO Corporate Document Repository*. URL: <http://www.fao.org/docrep/010/ai388e/AI388E08.htm> Último acceso: 23-09-2017.
- 43. Washington S & Ababouch L (2011)** Private standards and certification in fisheries and aquaculture: current practice and emerging issues, *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 553. Rome, FAO. 2011. 181p*.
- 44. Regulamento (CE) Nº 710/2009** de 5 de Agosto de 2009. *Jornal Oficial da União Europeia. Comissão Europeia*.
- 45. Owens L (2003)** Diseases. In *Aquaculture, farming aquatic animals and plants*, Ed. Lucas JS & Southgate PC. *Blackwell Publishing, Oxford, UK, ISBN: 978-1-4051-8858-6, pp 199-214*.
- 46. Branson E (2000)** Aspectos medioambientales de la acuicultura. In *Acuicultura para veterinarios, Producción y clínica de peces* Ed. Brown L. *Acribia S.A., Zaragoza. pp 59-70*.

- 47. Southgate P (2000)** Enfermedades en acuicultura. In *Acuicultura para veterinarios, Producción y clínica de peces* Ed. Brown L. *Acribia S.A., Zaragoza. pp 95-136.*
- 48. Poxton M (2003)** Water Quality. In *Aquaculture, farming aquatic animals and plants* Ed. Lucas JS & Southgate PC. *Blackwell Publishing, Oxford, UK, ISBN: 978-1-4051-8858-6, pp 47-73.*
- 49. Barnabé G (1994)** The Aquatic Environment, In *Aquaculture, biology and ecology of cultured species* Ed. Barnabé G, *Ellis Horwood Limited.*
- 50. Menezes J (2000)** Manual sobre doenças de peixes ósseos. *Publicações avulsas do IPIMAR.*
- 51. Paleo JDB (2007)** Ingeniería de la acuicultura marina – Instalaciones en tierra. *Publicaciones Científicas y Tecnológicas del Observatorio Español de Acuicultura.*
- 52. Orvay FC (1993)** Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción, *Publicaciones Universitat de Barcelona.*
- 53. Skrudland A (2000)** Nutrición en acuicultura. In *Acuicultura para veterinarios, Producción y clínica de peces* Ed. Brown L. *Acribia S.A., Zaragoza. pp 161-168.*
- 54. Guillaume J (1999)** Introduction, In *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans* Ed. Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Métailler R, *Springer-Praxis Books in Aquaculture and Fisheries, INRA, IFREMER.*
- 55. Boujard T (1999)** Feeding behaviour and regulation of food intake, In *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans* Ed. Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Métailler R, *Springer-Praxis Books in Aquaculture and Fisheries, INRA, IFREMER.*
- 56. Shepherd J (2000)** Sistemas de acuicultura. In *Acuicultura para veterinarios, Producción y clínica de peces* Ed. Brown L. *Acribia S.A., Zaragoza. pp 45-58.*
- 57. Scott P (2000)** Terapéutica en acuicultura. In *Acuicultura para veterinarios, Producción y clínica de peces* Ed. Brown L. *Acribia S.A., Zaragoza. pp 137-160.*
- 58. Vadstein O, Mo TA & Bergh Ø (2004)** Microbial interactions, prophylaxis and diseases. In *Culture of Cold-Water Marine Fish* Ed. Moksness E, Kjørsvik E & Olsen Y. *Blackwell Publishing, ISBN: 978-0-85238-276-9. pp28-72.*
- 59. Sommerset I, Krossøy B, Biering E & Frost P (2005)** Vaccines for fish in aquaculture. *Expert Rev. Vaccines* 4(1), 89–101, Bergen, Norway. URL: https://www.researchgate.net/publication/7977876_Vaccines_for_fish_aquaculture. Último acceso: 25-09-2017.
- 60. Adams A (2016)** General Overview of Fish Vaccination. EDQM Symposium on Challenges of Quality Requirements for Fish Vaccines 10-11 May 2016, Norwegian University of Life Sciences, Oslo, Norway. URL: https://www.edqm.eu/sites/default/files/session_1_general_overview_on_current_legal_requirements_part.pdf. Último acceso: 21-09-2017.
- 61. Owens L (2003)** Diseases. In *Aquaculture, farming aquatic animals and plants*, Ed. Lucas JS & Southgate PC. *Blackwell Publishing, Oxford, UK, ISBN: 978-1-4051-8858-6. pp 199-214.*

- 62. DGAV (2016)** Vigilância Sanitária em Maricultura. *Direção de Serviços de Proteção Animal, Divisão de Epidemiologia e Saúde Animal, Lisboa.*
- 63. DGAV (2016)** Vigilância Sanitária em Águas Interiores. *Direção de Serviços de Proteção Animal, Divisão de Epidemiologia e Saúde Animal, Lisboa.*
- 64. Kent ML & Poppe TT (2002)** Infectious Diseases of Coldwater Fish in Marine and Brackish Water, In *Diseases and Disorders of Finfish in Cage Culture* Ed. Woo PTK, Bruno DW & Lim LHS, *CABI Publishing, ISBN 0-85199-443-1, pp. 61-106.*
- 65. Skjold P, Sommerset I, Frost P & Villoing S (2016)** Vaccination against pancreas disease in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., reduces shedding of salmonid alphavirus, *Vet Res. 47: 78.*
- 66. EURL (2016)** Report on Survey and Diagnosis of Fish Diseases in Europe, *The European Union Reference Laboratory (EURL) for Fish Diseases.*
- 67. Brown L & Bruno DW (2002)** Infectious Diseases of Coldwater Fish in Fresh Water, In *Diseases and Disorders of Finfish in Cage Culture* Ed. Woo PTK, Bruno DW & Lim LHS, *CABI Publishing, ISBN 0-85199-443-1, pp. 107-170.*
- 68. OIE (2009)** Viral haemorrhagic septicaemia, *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 2009.*
- 69. Dickerson HW (2006)** Ichthyophthirius multifiliis and Cryptocaryon irritans (Phylum Ciliophora), In *Fish Diseases and Disorders, Volume 1 Protozoan and Metazoan Infections* Ed. Woo PTK, *CABI, ISBN-10 0-85199-015-0.*
- 70. Seng LT & Colorni A (2002)** Infectious Diseases of Warmwater Fish in Marine and Brackish Waters, In *Diseases and Disorders of Finfish in Cage Culture* Ed. Woo PTK, Bruno DW & Lim LHS, *CABI Publishing, ISBN 0-85199-443-1, pp. 193-230.*
- 71. Lester RJG & Hayward CJ (2006)** Phylum Arthropoda, In *Fish Diseases and Disorders, Volume 1 Protozoan and Metazoan Infections* Ed. Woo PTK, *CABI, ISBN-10 0-85199-015-0*
- 72. Ortega A (2008)** Cultivo de Dorada (*Sparus aurata*). *Fundación Observatorio Español de Acuicultura, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural e Marino, Madrid*
- 73. Colloca F & Cerasi S (2017)** *Sparus aurata*, Cultured Aquatic Species Information Programme. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome. URL: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en. Último acesso: 28-09-2016.
- 74. APROMAR (2017)** La acuicultura en españa 2017, *Asociación Empresarial de Acuicultura de España.*
- 75. FEAP (2016)** European Aquaculture Production Report 2007-2015. *FEAP secretariat.*
- 76. Ortega A (2013)** Cultivo de lubina (*Dicentrarchus labrax*). *Fundación Observatorio Español de Acuicultura, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.*

- 77. Bagni M (2017)** *Dicentrarchus labrax*, Cultured Aquatic Species Information Programme. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome. URL: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en. Último acesso: 28-09-2016.
- 78. Villanueva R & Souto F (2017)** *Psetta maxima*, Cultured Aquatic Species Information Programme. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome. URL: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Psetta_maxima/en. Último acesso: 28-09-2016
- 79. Moksness E, Kjørsvik E & Olsen (2004)** The status and perspectives for the species – Turbot. In Culture of Cold-Water Marine Fish Ed. Moksness E, Kjørsvik E & Olsen Y. *Blackwell Publishing, ISBN: 978-0-85238-276-9*.
- 80. Olsen Y, Meeren TVD e Reitan KI (2004)** First feeding technology. In Culture of Cold-Water Marine Fish Ed. Moksness E, Kjørsvik E & Olsen Y. *Blackwell Publishing, ISBN: 978-0-85238-276-9. pp 279-236*
- 81. Stoss J, Hamre K & Ottera H (2004)** Weaning and Nursery. In Culture of Cold-Water Marine Fish Ed. Moksness E, Kjørsvik E & Olsen Y. *Blackwell Publishing, ISBN: 978-0-85238-276-9*.
- 82. Iglesias R, Paramá A, Alvarez MF, Leiro J, Fernández J & Sanmartín ML (2001)** *Philasterides dicentrarchi* (*Ciliophora, Scuticociliatida*) as the causative agent of scuticociliatosis in farmed turbot *Scophthalmus maximus* in Galicia (NW Spain), *Diseases of Aquatic Organisms*, Vol. 46: 47–55