

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Estudo de práticas de manejo numa unidade piscícola
semi-intensiva de dourada e robalo**

**Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina
Veterinária**

Ana Marta Lopes Andrade

Orientadores: Professor Doutor Celso Alexandre de Sá Santos

Dr. Luís Miguel Vicente Camarneiro



Vila Real, 2022

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Estudo de práticas de manejo numa unidade piscícola
semi-intensiva de dourada e robalo**

**Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina
Veterinária**

Ana Marta Lopes Andrade

Orientadores: Professor Doutor Celso Alexandre de Sá Santos

Dr. Luís Miguel Vicente Camarneiro

Composição do Júri:

Presidente de júri: Professor Doutor Bruno Jorge Antunes Colaço

Vogais:

Professora Doutora Maria de Lurdes Ribeiro Pinto

Professora Doutora Luísa Maria Pinheiro Valente, ICBAS, CIIMAR

Professor Doutor Celso Alexandre de Sá Santos

Vila Real, 2022

Declaração

Nome: Ana Marta Lopes Andrade

C.C: 14671766

Correio eletrónico: anamartalopesandrade@gmail.com

Mestrado: Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Título da dissertação: Estudo de práticas de manejo numa unidade piscícola semi-intensiva de dourada e robalo

Orientadores: Professor Doutor Celso Alexandre de Sá Santos

Dr. Luís Miguel Vicente Camarneiro

Ano de conclusão: 2022

Declaro que os conteúdos e ideias apresentadas na presente dissertação resultaram de uma pesquisa e trabalho pessoal, e da orientação recebida pelos meus orientadores. O seu conteúdo é original e a contribuição de outros autores e entidades bem como a informação das fontes consultadas está devidamente referida no texto e na bibliografia.

Vila Real, fevereiro de 2022

Ana Marta Lopes Andrade

Agradecimentos

O meu sincero agradecimento ao Dr. Luís Camarneiro por me ter proporcionado a oportunidade de estagiar na piscicultura Nasharyba e por todo o incansável apoio e disponibilidade. A generosa partilha de conhecimentos serviu de pilares fundamentais para a escrita deste trabalho final.

Um especial agradecimento ao Prof. Celso Santos por todo o apoio proporcionado, pela partilha de sugestões e orientação que enriqueceram este trabalho de forma completa e estruturada.

Um enorme agradecimento à Prof^a Anabela Alves pelo seu trabalho na análise histopatológica das douradas submetidas a estudo e na partilha de conhecimentos complementares, imprescindíveis para a concretização da atividade realizada.

O meu agradecimento a toda a equipa da Nasharyba pela ajuda e simpatia revelada ao longo do estágio.

Aos meus professores e colegas pelo apoio e aprendizagens alcançadas ao longo deste percurso.

Ao André pelo enorme companheirismo ao longo desta etapa.

À Sofia pelo carinho e generosidade.

Aos meus amigos por toda a motivação e amizade.

Ao Ivan pelo apoio soberano.

Por fim, mas não menos importante, aos meus pais e à minha família que me permitiram a concretização desta etapa, pelo apoio e confiança ao longo de todo este percurso.

Resumo

A aquicultura caracteriza-se por um sistema de produção de organismos aquáticos e apresenta-se, na atualidade, como uma atividade económica com um forte crescimento no setor da produção de alimentos. Este aumento na produção e no consumo de alimentos aquáticos vem acompanhar o elevado crescimento da população mundial, assumindo esta atividade produtiva um papel essencial na melhoria dos padrões nutricionais e da segurança alimentar. A adoção de práticas de manejo, que promovam o desenvolvimento da aquicultura de forma sustentável, assume crucial importância de forma a garantir um fornecimento de alimentos constante e a custos moderados a uma vasta população em crescimento, sem prejudicar o bem-estar da sociedade e o ambiente.

A dourada e o robalo são espécies que possuem hábitos alimentares carnívoros e distribuem-se numa vasta área geográfica em habitats aquáticos diversificados, habitando uma fase do seu ciclo de vida em regiões costeiras. Tais características conferem a estas espécies uma grande potencialidade para serem produzidas em regiões estuarinas, locais naturalmente sujeitos a frequentes variações na qualidade da água. A duração do ciclo produtivo depende das condições de produção verificando-se uma diminuição deste com o aumento da intensificação da produção.

No sistema semi-intensivo em policultura de robalo e dourada os peixes são produzidos em tanques de terra em regime ao ar livre diretamente expostos aos fatores abióticos que influenciam a produtividade. A temperatura, a salinidade e o teor em amónia constituem os fatores ambientais que influenciam em maior intensidade o bem-estar destas espécies. O robalo e a dourada possuem um perfil euritérmico e eurialino e, portanto, são espécies bem-adaptadas a variações graduais na temperatura e na salinidade. A amónia é tóxica para os peixes pelo que deve ser mantida em níveis seguros, através da adoção de corretas práticas de manejo e de uma produção que atue dentro dos níveis de capacidade do biosistema do tanque. O sistema semi-intensivo é caracterizado por baixas densidades populacionais e por um longo ciclo produtivo, que decorre em lugares com um alto valor ecológico, beneficiando os peixes de alimento natural como complemento à dieta comercial. A produção semi-intensiva depende, portanto, até certo ponto da produtividade natural do ecossistema, sendo alguns dos fatores que influenciam a produção controlados de forma a incrementar a produtividade. A alimentação revela-se o fator mais controlado, assumindo o manejo alimentar crucial importância no aumento da produtividade e do bem-estar das espécies, bem como na diminuição da incidência de doença e das interações de competição e agressividade entre os peixes. O fornecimento de aeração e a renovação da água também constituem práticas de manejo relevantes.

As doenças e parasitoses provocam grandes perdas económicas pelas altas taxas de mortalidade e morbilidade que ocasionam e, a incidência destas aumenta com a intensificação da produção. As práticas de manejo assentes na prevenção constituem as melhores estratégias de controlo destas doenças. A síndrome de inverno é uma das doenças mais significativas neste sistema de produção pelo que deve ser encorajada a utilização de uma dieta especialmente designada para os meses mais frios.

Palavras-chave: robalo, dourada, aquicultura, fatores abióticos, fatores bióticos, bem-estar.

Abstract

Aquaculture is characterized by a production system of aquatic organisms and is currently presented as an economic activity with strong growth in the food production sector. This increase in the production and consumption of aquatic foods comes in line with the high growth of the world population, with this productive activity playing an essential role in improving nutritional standards and food security. The adoption of management practices that sustainably promote the development of aquaculture is crucial to ensure a constant and moderately costly food supply to a large growing population, without harming society's well-being and environmental.

Sea bream and sea bass are species that have carnivorous eating habits and are distributed over a wide geographic area in diversified aquatic habitats, inhabiting a phase of their life cycle in coastal regions. These characteristics give these species a great potential to be produced in estuarine regions that are places naturally subject to frequent variations in water quality. The length of the production cycle depends on the production conditions, which decreases with the increase in production intensification.

In the semi-intensive system in polyculture of sea bass and sea bream, fish are produced in earthen tanks in an open-air regime, directly exposed to abiotic factors that influence productivity. Temperature, salinity and ammonia content are the environmental factors that most influence the well-being of these species. Sea bass and sea bream have a eurythermic and euryhaline profile and are therefore well-adapted to gradual variations in temperature and salinity. Ammonia, on the other hand, is toxic to fish, so it must be kept at safe levels through the adoption of correct management practices and through production that operates within the tank's biosystem capacity levels. The semi-intensive system is characterized by low population densities and a long production cycle that takes place in places with a high ecological value, benefiting fish from natural food as a complement to the commercial diet. Semi-intensive production, therefore, depends to some extent on the natural productivity of the ecosystem and some of the factors influencing production are controlled in order to increase productivity. Feeding is the main controlled factor, with feeding management being crucial in increasing the productivity and well-being of the species, as well as in decreasing the incidence of disease and the interactions of competition and aggressiveness between fish. Provision of aeration and water renewal are also important management practices.

Diseases and parasitosis cause great economic losses due to the high rates of mortality and morbidity associated, and their incidence increases with the intensification of production. Management practices based on prevention are the best control strategies for

these diseases. Winter syndrome is one of the most significant diseases in this production system, so the use of a diet specially designed for the coldest months should be encouraged.

Key words: sea bass, sea bream, fish farming, abiotic factors, biotic factors, welfare.

Índice

Declaração	V
Agradecimentos.....	VII
Resumo	IX
Abstract	XI
Índice	XIII
Índice de Figuras	XV
Índice de Tabelas	XVII
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	XIX

1. Introdução	1
2. Evolução histórica da aquicultura, dos primórdios aos tempos modernos	3
3. A aquicultura em Portugal	11
4. Caracterização da exploração aquícola	15
5. Aspetos relativos à biologia, reprodução e produção do robalo e da dourada.....	19
5.1 Biologia e reprodução da dourada	19
5.2 Biologia e reprodução do robalo	21
5.3 Ciclo de produção da dourada	23
5.4 Ciclo de produção do robalo	23
5.5 Contextualização histórica e situação atual da produção de dourada e robalo	24
6. Fatores abióticos.....	29
6.1 Temperatura	29
6.2 Oxigénio	34
6.3 Salinidade.....	37
6.4 Amónia	39
6.5 Turbidez.....	42
6.6 Dióxido de carbono	43
6.7 pH.....	45
7. Maneio e gestão da exploração	47
8. Maneio e gestão dos fatores abióticos na exploração	57
9. Atividades desenvolvidas	61
10. Doenças e parasitoses observadas	65
11. Principais doenças e parasitoses do robalo e da dourada.....	67
11.1 Encefalopatia viral e a retinopatia/necrose nervosa viral.....	67

11.2 Linfocitose.....	69
11.3 Vibriose.....	70
11.4 Flexibacteriose/ tenacibaculose	72
11.5 Pasteurelose / fotobacteriose.....	73
11.6 <i>Aeromonas</i> sp.	74
11.7 Parasitas que afetam o robalo e a dourada.....	75
11.7.1 <i>Sparicotyle chrysophrii</i>	76
11.7.2 <i>Lernanthropus kroyeri</i>	77
11.7.3 <i>Trichodina</i> sp.	78
11.7.4 <i>Diplectanum aequans</i>	78
11.7.5 <i>Caligus minimus</i>	79
11.8 Síndrome de inverno.....	81
11.8.1. <i>Pseudomonas anguilliseptica</i>	87
11.8.2 Estudo das alterações patológicas da síndrome de inverno em douradas (<i>Sparus aurata</i>) de produção	87
11.8.2.1 Constatações macroscópicas	88
11.8.2.2 Constatações microscópicas:.....	91
11.8.2.3 Discussão da atividade	96
11.9 Alterações morfológicas.....	100
12. Necessidades nutricionais e manejo alimentar da dourada e do robalo	103
13. Discussão	107
14. Conclusão.....	111
15. Referências bibliográficas	115

Índice de Figuras

Figura 1 Ilustração da policultura tradicional chinesa da carpa.....	4
Figura 2 Tanque de produção em terra da exploração aquícola NashaRyba	7
Figura 3 Consumo aparente <i>per capita</i> de peixe no período entre 2015 e 2017	9
Figura 4 Vista aérea das explorações aquícolas NashaRyba.	16
Figura 5 Aerador.....	16
Figura 6 Alimentador mecânico	16
Figura 7 Rede de proteção dos tanques contra a predação por aves	17
Figura 8 Dourada (<i>Sparus aurata</i>).	19
Figura 9 Dourada (<i>Sparus aurata</i>)	19
Figura 10 Dourada (<i>Sparus aurata</i>)	20
Figura 11 Robalo (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	21
Figura 12 Robalo (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	21
Figura 13 Evolução da produção aquícola mundial de dourada e robalo durante o período de 1985 a 2020.	26
Figura 14 Douradas (<i>Sparus aurata</i>) produzidas em jaula na costa Italiana	27
Figura 15 Jaulas marítimas costeiras destinadas à produção de douradas e robalos na Grécia	27
Figura 16 Efeito da variação dos fatores de qualidade da água no desempenho dos animais aquáticos.....	29
Figura 17 Efeito da temperatura e da salinidade da água no oxigénio dissolvido	35
Figura 18 Efeito da temperatura e do pH sobre a forma não ionizada da amónia na água.	40
Figura 19 Ciclo do nitrogénio	41
Figura 20 Variação do pH da água do tanque, ao longo do dia	44
Figura 21 Tanque de produção em terra revestido por rochas.....	47
Figura 22 Abate dos peixes em tina com água e gelo fundente.....	48
Figura 23 Alimento comercial composto completo	49
Figura 24 Alimentação dos peixes no tanque	49
Figura 25 Um caranguejo no tanque.....	50
Figura 26 Colónias de mexilhões aderidos a uma infraestrutura da exploração.....	50
Figura 27 Presença de um grande aglomerado de algas num tanque	50
Figura 28 Pequena colónia de mexilhões e algas.....	50
Figura 29 Dourada e robalo no momento da alimentação	51
Figura 30 Elevada proliferação de algas numa vala de saída do Torrão.....	52

Figura 31 Bombagem da água do reservatório do torrão para a vala de renovação da água	53
Figura 32 Abertura de uma comporta manual para permitir a passagem da água do reservatório para a vala de renovação	54
Figura 33 Viturões na entrada da vala de renovação do torrão.....	55
Figura 34 Viturão distendido pela força da água no momento da renovação da água, na entrada de um tanque	55
Figura 35 Tanque provido de um aerador em funcionamento.....	55
Figura 36 Medição do oxigénio e da temperatura da água de um tanque, com recurso a um oxímetro	58
Figura 37 Oxímetro com a leitura digital da concentração de oxigénio dissolvido (ppm), da percentagem de saturação de oxigénio e da temperatura (°C) da água de um tanque .	58
Figura 38 Observação do cardume no momento da alimentação	62
Figura 39 Robalos a ocupar a região mais próxima ao canal de entrada da água no tanque, junto ao viturão.....	62
Figura 40 Douradas a ocupar a região mais próxima ao canal de entrada da água no tanque exibindo o padrão de listas escuras verticais no corpo.....	63
Figura 41 Douradas a nadar em cardume exibindo um comportamento gregário	63
Figura 42 Outros parasitas que afetam o robalo	80
Figura 43 Outros parasitas que afetam a dourada.....	80
Figura 44 Dourada com síndrome de inverno nadando sobre um dos lados, à superfície da água, isolada dos restantes peixes	83
Figura 45 Distensão abdominal.....	88
Figura 46 Protrusão do ânus	88
Figura 47 Aparência macroscópica do fígado, de grandes dimensões e de cor branca amarelada.....	88
Figura 48 Líquido incolor proveniente do lúmen intestinal	88
Figura 49 Aparência macroscópica do fígado de tonalidade ocre e presença de regiões com telangiectasia,vesícula biliar intumescida	89
Figura 50 Presença de um volvo intestinal; serosa intestinal com congestão dos vasos; intestino preenchido por líquido e algum conteúdo sólido esbranquiçado	89
Figura 51 Volvo intestinal	89
Figura 52 Brânquias pálidas	89
Figura 53 Presença de lesões cutâneas eritematosas na porção ventral do corpo.....	89
Figura 54 Líquido abundante, esbranquiçado e turvo derramado do lúmen intestinal.....	90

Figura 55 Aspeto macroscópico do fígado, de tonalidade amarelada e com a presença de uma congestão localizada	90
Figura 56 Conteúdo intestinal de tonalidade verde-claro	90
Figura 57 Presença de uma substância gelatinosa aderida à face interna do opérculo	90
Figura 58 Lesão prefurante e hemorrágica no olho esquerdo	90
Figura 59 Fígado de tonalidade alaranjada e intestino repleto de um conteúdo esbranquiçado	91
Figura 60 Brânquias muito pálidas de tonalidade rosa claro	91
Figura 61 Fígado de ourada em condições fisiológicas.	91
Figura 62 Vilosidades intestinais em condições fisiológicas.....	92
Figura 63 Acentuada e difusa infiltração lipídica no fígado (vacuolização hepatocitária).....	92
Figura 64 Dilatação dos hepatócitos com vacuolização hepatocitária no interior dos seus citoplasmas e alguns núcleos deslocados à periferia das células.....	92
Figura 65 Dilatação das vilosidades intestinais com edema da lâmina própria	92
Figura 66 Vilosidades intestinais com edema da lâmina própria e aparente hiperplasia das células caliciformes do epitélio.	92
Figura 67 Área necrótica no pâncreas.	93
Figura 68 Infiltrado inflamatório misto no pâncreas.....	93
Figura 69 Moderada infiltração lipídica no fígado.....	93
Figura 70 Abundante distribuição de células caliciformes ao nível do epitélio das vilosidades intestinais.	93
Figura 71 Gónada feminina.	94
Figura 72 Dilatação das vilosidades intestinais com edema da lâmina própria	94
Figura 73 Área necrótica no pâncreas e infiltrado inflamatório misto.	94
Figura 74 Presença de um grande número de células caliciformes no epitélio das vilosidades intestinais.	95
Figura 75 Inflamação aguda do tecido adiposo mesentérico	95
Figura 76 Infiltrado de heterófilos.....	95

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Sistematização dos sinais evidenciados pelos peixes com síndrome de inverno	85
Tabela 2 – Alterações macroscópicas e microscópicas das douradas (<i>Sparus aurata</i>) em estudo	97

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

API - (“Analytical Profile Index”) - Índice de perfil analítico

APROMAR - (“Asociación Empresarial de Acuicultura de España”) - Associação Empresarial de Aquicultura da Espanha

bv.- biovar

cm - centímetro

cm² - centímetro quadrado

CO₂ - Dióxido de carbono

DHA - (“Docosahexaenoic acid”) - Ácido docosahexaenóico

E - Estuário

EFSA - (“European Food Safety Authority”) - Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar

ELISA - (“Enzyme-Linked Immunosorbent Assay”) - ensaio de imunoabsorção enzimática

EPA - (“Eicosapentaenoic acid”) - Ácido eicosapentaenóico

EUMOFA - (“European market observatory for fisheries and aquaculture products”) - Observatório europeu do Mercado dos produtos da pesca e da aquicultura

FAO - (“Food and Agriculture Organization of the United Nations”) - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

g - grama

ha - hectare

HE - (“Hematoxylin and Eosin”) - Hematoxilina e Eosina

HEA - (“high environmental ammonia”) - altas concentrações de amónia ambiental

HiCO₂ - (“Highly CO₂”) - Aumento da pressão parcial de dióxido de carbono ambiental

HSP - (“Heat shock proteins”) - Proteínas de choque térmico

HUFA - (“Highly unsaturated fatty acid”) - Ácidos gordos altamente insaturados

INE - Instituto Nacional de Estatística

K⁺ - Ião de Potássio

Kg - Quilograma

L - litro

LAMP - (“Loop-mediated Isothermal Amplification”)

LCDV - (“Lymphocystis Disease Virus”)

m - metro

m³ - metro cúbico

mg - miligrama

min - minuto

mJ - milijoule

ml - mililitro

mm - milímetro

MOsmol.kg⁻¹ - Miliosmole por quilograma de água

Na⁺ - Sódio

NCC - ("Na⁺/ Cl⁻") - Cotransportador Sódio-Cloro

NH₃ - amoníaco

NH₄⁺ - ião de amónio

NKA - ("Na⁺/ K⁺- ATPase") - Bomba sódio potássio

NKCC - ("Na⁺/ K⁺/ 2Cl⁻") - Cotransportador Sódio-Potássio-Cloro

OD - Oxigénio dissolvido

p. ex. - por exemplo

pCO₂ - Pressão parcial de dióxido de carbono

PCR - ("Polymerase Chain Reaction") - reação em cadeia da polimerase

pH - potencial de hidrogénio

Phdp - *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*

ppm - Partes por milhão

ppt - Partes por trilião

PUFA - ("Polyunsaturated Fatty Acids") - ácidos gordos polinsaturados

PV - Peso vivo

qPCR - PCR em tempo real

R - Reservatório

RGNNV - ("red-spotted grouper nervous necrosis virus") - Vírus da necrose nervosa do *Epinephelus* sp.

ROS - ("Reactive oxygen species") - espécies reativas de oxigénio

RT-PCR - ("Reverse transcriptase polymerase chain reaction") - Reação em cadeia de polimerase em tempo real

SJNNV - ("striped jack nervous necrosis virus") - Vírus da necrose nervosa do Encharéu

sp. - ("specie") - espécie

spp - ("species") - espécies

sps - ("species") - espécies

subsp - ("subspecies") - subespécie

T - Torrão

UE - União Europeia

UV - radiação ultravioleta

VER - ("retinopathy") - retinopatia

VNN - ("Viral Nervous Necrosis") - necrose nervosa viral

VV - Vale da Vinha

μatm - microatmosfera

% - percentagem

°C - graus Celsius

< - inferior

Mm - micrómetro

® - símbolo de marca registada

1. Introdução

A aquicultura caracteriza-se por um sistema de produção de organismos aquáticos, incluindo peixes, crustáceos, moluscos e plantas aquáticas (Lucas *et al.*, 2019). Nas últimas décadas tem-se verificado um crescimento significativo neste setor com evidências crescentes na produção e consumo de peixe global, tendo este sido responsável por 46% da produção total de peixe e por 52% da produção que se destina ao consumo humano, em 2018 (“State World Fish. Aquac. 2020,” 2020). Este aumento na produção vem acompanhar o elevado crescimento demográfico mundial e o rápido aumento da procura global de peixe (Ahmed e Thompson, 2019). Trata-se de uma atividade económica com um papel fundamental no fornecimento de alimentos, na melhoria dos padrões nutricionais e da segurança alimentar. Ademais, um dos benefícios da produção de alimentos aquáticos em comparação com outras fontes alimentares cárneas é o facto de esta constituir em média, uma produção mais eficiente e com menor emissão de gases de efeito de estufa (Norman *et al.*, 2019). O peixe é um elemento essencial do abastecimento alimentar humano e a fonte mais importante de proteína de origem animal de alta qualidade para o homem (Tidwell, 2012). Possui um excelente perfil nutricional, nomeadamente, proteína animal de elevado valor biológico facilmente digestível, aminoácidos essenciais, micronutrientes e ácidos gordos polinsaturados, imprescindíveis em dietas equilibradas (Norman *et al.*, 2019).

É importante referir que o crescimento no setor da aquicultura está associado a uma estabilização da captura de peixes selvagens desde as últimas décadas, o que pode representar um fator chave no combate à sobrepesca e ao declínio das populações de espécies aquáticas, desempenhando uma atuação importante na conservação dos ecossistemas (Longo *et al.*, 2019). Esta atividade tem um impacto considerável ao nível do desenvolvimento sustentável das comunidades, sobretudo dos países em desenvolvimento e mais dependentes destes recursos pelágicos, onde a aquicultura desempenha um papel relevante, como meio de subsistência, fonte de emprego e no desenvolvimento da economia local (“State World Fish. Aquac. 2020,” 2020).

Desta forma, pretende-se com o presente trabalho explorar a área da aquicultura por esta desempenhar um papel fulcral na sociedade atual bem como nas gerações futuras a nível das questões supracitadas, e numa segunda vertente, abordar as particularidades inerentes ao regime de produção semi-intensivo com um foco na produção em policultura de robalo e dourada, incidindo em todos os fatores bióticos e abióticos que potencialmente influenciam o seu desenvolvimento.

2. Evolução histórica da aquicultura, dos primórdios aos tempos modernos

Desde os primórdios da humanidade duas motivações acompanharam o Homem na sua evolução ao longo do tempo, alimento e abrigo. Inicialmente o ser humano apresentava um estilo de vida caçador-coletor nómada. Na Idade Neolítica, com a invenção da agricultura e da pecuária, este começou a produzir o seu próprio alimento e a fixar-se em comunidades. Mais tarde, milhares de anos após o Neolítico, começou a desenvolver-se a aquicultura. Este atraso deve-se parcialmente ao facto de o ser humano ser um habitante terrícola e, portanto, menos familiarizado com os aspetos que influenciam a vida aquática (Lucas *et al.*, 2019).

A aquicultura teve origem na China com a produção da carpa (*Cyprinus carpio*) (Lucas *et al.*, 2019) possivelmente entre 2000 a 1000 a.C. (Ahmed e Thompson, 2019). Esta espécie nativa era produzida em tanques integrados em produções de bicho-da-seda onde era alimentada com pupas e fezes deste inseto (Parker, 2012). Devido à sua natureza resistente e facilidade de cultivo, a produção desta espécie desenvolveu-se muito cedo (Parker, 2012), e continua nos dias de hoje a constituir uma das principais espécies produzidas na aquicultura a nível mundial ("State World Fish. Aquac. 2020," 2020). Acredita-se que os egípcios possam ter desenvolvido na mesma época alguma prática aquícola (Stickney e Treece, 2012), possivelmente centralizada na tilápia, segundo figuras encontradas em urnas que datam de cerca de 2000 a.C. (Parker, 2012). Também a antiga Roma tem uma longa história na aquicultura, tendo-se originado na antiga civilização romana a aquicultura costeira com a criação de peixes e ostras, por volta de 500 a.C. (Ahmed e Thompson, 2019). Já a produção de outros invertebrados e de plantas aquáticas teve início mais tarde, no século XX (Stickney e Treece, 2012).

O primeiro registo escrito sobre o cultivo de peixes data de 475 a.C, quando Fan-Li, um político chinês descreveu pela primeira vez técnicas para a construção e gestão dos tanques, da população de peixes e da seleção de reprodutores (Parker, 2012). Com base nas orientações de Fan-Li a produção da carpa (*Cyprinus carpio*) como forma de produção de alimentos na China, prosperou nos séculos seguintes (Nash, 2011).

Porém, em 618 d.C, durante a Dinastia Tang, o Imperador Li proibiu a cultura da carpa (*Cyprinus carpio*) por esta se pronunciar da mesma forma que o seu nome, sendo considerada uma heresia (Nash, 2011). Desta forma, os camponeses produziram novas espécies de carpas e compreenderam que estas poderiam ser cultivadas no mesmo tanque, visto que ocupavam diferentes localizações do mesmo e nichos nutricionais distintos, surgindo assim o sistema de policultura (Parker, 2012). Neste sistema a carpa-do-limo alimenta-se de matéria vegetal, a carpa-prateada consome fitoplâncton, a carpa-cabeçuda ingere zooplâncton e a

carpa invertebrados bentônicos e detritos do fundo (Lucas et al., 2019) (figura 1). A policultura define-se como a produção de duas ou mais espécies em simultâneo, que ocupam nichos complementares, com o objetivo de maximizar a produção (Thomas et al., 2020). A policultura maximiza a utilização de nichos nutricionais dentro do tanque aumentando assim a produção por unidade de volume ou de área (Lucas et al., 2019).

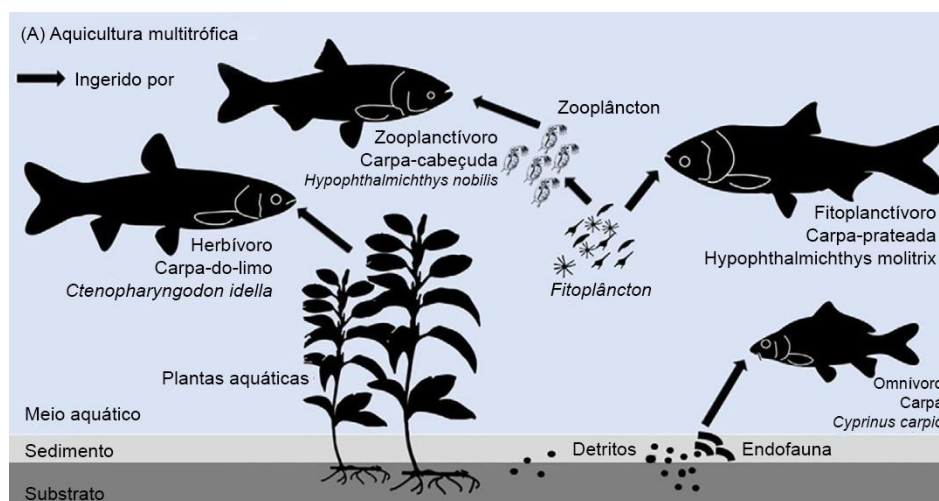


Figura 1 - Ilustração da policultura tradicional Chinesa da carpa. Fonte: Adaptado de Thomas et al. (2020).

A aquicultura estabeleceu-se em vários países da Ásia e do Extremo Oriente por intermédio de imigrantes Chineses (Stickney e Treece, 2012), e na Europa durante a Idade Média, com a introdução da cultura da carpa em tanques monásticos; estendendo-se depois a vários países. Este peixe adquiriu um significado especial ao ser eleito a preferência culinária nas épocas festivas, em determinadas regiões. No entanto, também existia um certo preconceito em alguns países ocidentais, devido à reprovação das suas características gastronómicas e porque os seus hábitos alimentares provocavam erosão dos solos e turbidez da água (Pillay e Kutty, 2005).

A truta, um dos primeiros grupos de peixes a serem produzidos na Europa (Stickney e Treece, 2012), é originária de França (Pillay e Kutty, 2005), onde o monge Don Pinchot no século XIV realizou a primeira inseminação artificial, em ovos de truta (Stickney e Treece, 2012). Foi também neste país, considerado por muitos o berço da aquicultura moderna, que nasceu em 1852 a primeira maternidade de peixes (Parker, 2012). Ao longo dos anos a cultura da truta difundiu-se pela Europa e por todo o mundo (Stickney e Treece, 2012).

A cultura dos salmonídeos também teve grande destaque com o desenvolvimento da produção de salmão e truta em jaulas nos fiordes noruegueses (Pillay e Kutty, 2005). Segundo Pillay e Kutty (2005) o desenvolvimento inicial da cultura de peixes na América do Norte esteve

centrado na produção destas duas espécies e em menor dimensão no achigã; ampliando-se mais tarde à América do Sul e Central.

Já a tilápia teve uma importante visibilidade tendo sido alvo de uma ampla disseminação por todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento; para além do mais foi considerada uma fonte de proteínas economicamente acessível para alimentar a massa populacional (Pillay e Kutty, 2005).

Na atualidade, a aquicultura continua a desenvolver-se significativamente e representa o setor da produção de alimentos de crescimento mais rápido a nível mundial (Ahmed e Thompson, 2019). No período de 2011 a 2018 houve um crescimento anual de 4,5%, tendo-se atingido um recorde na produção aquícola mundial de 114,5 milhões de toneladas de peso vivo, em 2018 ("State World Fish. Aquac. 2020," 2020). Estima-se que a população humana global atingirá os nove mil milhões em 2050 e que os produtos alimentares aquáticos constituam a principal fonte de alimento para sustentar uma vasta população em crescimento. Não obstante, a evolução a longo prazo do setor aquícola deverá ter em consideração padrões de sustentabilidade ambientais, económicos e sociais. Devem ser considerados os impactos ecológicos da aquicultura evitando-se criar perturbações no ecossistema, perda de biodiversidade e poluição do meio ambiente (Hai *et al.*, 2018), bem como a implementação de boas práticas ambientais e uma gestão sustentável dos recursos. Vários têm sido os impactos ambientais associados às práticas aquícolas, nomeadamente destruição do habitat, redução dos recursos bióticos, poluição da água, eutrofização, surtos de doenças, entre outros (Ahmed e Thompson, 2019). A forma como a aquicultura se desenvolve influenciará o bem-estar da sociedade, o ambiente (Gephart *et al.*, 2020) e a capacidade de constituir uma forma de subsistência a longo prazo (Boyd *et al.*, 2020). Desta forma, a aquicultura tem como objetivo favorecer a saúde pública através da produção de alimentos aquáticos nutritivos e diversificados, de acesso igualitário (Gephart *et al.*, 2020). A aquicultura expandiu a disponibilidade destes alimentos a localidades com acesso limitado às espécies produzidas, muitas vezes a preços mais acessíveis, proporcionando uma melhor nutrição e segurança alimentar ("State World Fish. Aquac. 2020," 2020).

O peixe é a principal fonte de proteína animal para biliões de pessoas, garantindo o setor da pesca e da aquicultura a forma de subsistência de mais de 10% da população humana. Devido ao seu alto valor nutricional, o consumo de peixe pode diminuir diretamente a incidência de desequilíbrios nutricionais: corrigindo dietas hipercalóricas pobres em micronutrientes e combatendo a subnutrição ("State World Fish. Aquac. 2020," 2020); e diminuir a prevalência de *lifestyle diseases* (Norman *et al.*, 2019). Revela-se ser portanto, um importante contributo em países de baixos rendimentos, onde as populações dependem de

alimentos básicos que não podem suprir todos os nutrientes essenciais("State World Fish. Aquac. 2020," 2020).

Visto que se tratam de produtos alimentares de carácter perecível, o acondicionamento desde a captura ao consumo, assume-se como um ponto crucial na preservação das qualidades nutricionais, evitando-se contaminações e desperdícios alimentares. Estima-se que a perda e o desperdício alimentar no setor da pesca e da aquicultura seja na ordem dos 35% do total de peixe capturado por ano. A mitigação deste problema no setor pode levar a uma redução na pressão sobre os recursos aquáticos e contribuir para melhorar a sustentabilidade e a segurança alimentar ("State World Fish. Aquac. 2020," 2020).

A aquicultura representa a produção de organismos aquáticos recorrendo a práticas aquícolas com o objetivo de aumentar a produção. Várias são as atividades que fazem parte deste setor, sendo de destacar, a produção de larvas, alevins e pós-larvas em maternidades; a produção de alevins capturados no estado selvagem ou provenientes de maternidades, até ao tamanho comercial; a cultura em tanques privados em zonas sob influência das marés; a produção de moluscos a partir de larvas produzidas em maternidades ou através da transferência de colónias naturais em fases prematuras; a produção de peixes em campos de arrozais; a colheita de algas cultivadas; a valicultura, entre outras (Lucas *et al.*, 2019).

A produção aquícola pode ser realizada em lagos, jaulas, tanques, "raceways" e barragens (Lucas *et al.*, 2019), em três sistemas de produção, o extensivo, o semi-intensivo e o intensivo (Pillay e Kutty, 2005) e o ambiente aquático onde se desenrola a produção pode incluir ambientes de água doce, água salobra e água marinha (Ahmed e Thompson, 2019). O grau de intensificação da aquicultura representa a densidade populacional dos organismos aquáticos por unidade de volume ou área e aplica-se quando comparados os níveis produtivos de uma mesma espécie ou espécies que possuem uma relação (Lucas *et al.*, 2019).

No sistema de produção intensivo, a densidade populacional é elevada e depende diretamente da possibilidade de se conseguir manter as melhores condições de qualidade da água impostas pela espécie produzida, pelo que se caracteriza geralmente por altas taxas de renovação (Lucas *et al.*, 2019), como por exemplo nos sistemas de recirculação em que 90-99% da água é reutilizada (Ghamkhar *et al.*, 2021). As estruturas onde se desenvolve a produção consistem em lagos, jaulas, "raceways" e tanques. A dieta utilizada compreende um alimento peletizado nutricionalmente completo. O processo produtivo requer um elevado nível de controlo sobre todos os fatores e caracteriza-se por uma produção de elevada eficiência, com um alto nível tecnológico. Os custos de implantação e de funcionamento também costumam ser elevados (Lucas *et al.*, 2019).

A maioria da produção aquícola mundial provém do regime extensivo, sobretudo nos países em desenvolvimento. Neste sistema produtivo os organismos aquáticos são

produzidos em estruturas simples integradas num biossistema natural do qual fazem parte, desta forma a qualidade da água e o alimento são fatores dependentes do meio ambiente no qual estão inseridos. Assim, o grau de controlo sobre o processo produtivo é muito reduzido e as densidades populacionais geralmente são baixas (até 500 kg/ha) sendo que normalmente a produtividade natural do meio é suficiente para suprir as necessidades de alimentação e trocas gasosas. A aquicultura extensiva é responsável pela produção de uma quantidade significativa de peixes de baixo valor, tais como a carpa e a tilápia, como também pela produção de algas marinhas e bivalves (Lucas *et al.*, 2019).

Os sistemas de aquicultura semi-intensiva, dependem até certo ponto da produtividade natural do ecossistema, no entanto há um maior controlo dos fatores produtivos comparativamente ao sistema extensivo, como por exemplo através da aeração, adição de alimento artificial suplementar, renovação da água, etc. Este tipo de produção permite, portanto, maiores densidades populacionais e desenrola-se quase unicamente em tanques de produção (figura 2) (Lucas *et al.*, 2019).



Figura 2 - Tanque de produção em terra da exploração aquícola NashaRyba [Fotografia da autora]

É importante diferenciar a aquicultura da pesca de captura, sendo que a primeira pressupõe a existência de um detentor do efetivo produtivo e simultaneamente a prática de uma qualquer intervenção que tenha como objetivo a melhoria da produção. No caso da pesca de captura, nas últimas décadas tem-se mantido uma estabilização na captura de peixes selvagens e, inclusivamente, alguns recursos haliêuticos encontram-se sobreexplorados; em contrapartida a aquicultura que não é limitada pela produtividade natural dos recursos aquáticos, continua em constante crescimento e a ter resultados progressivamente superiores ao nível da segurança alimentar global (Lucas *et al.*, 2019).

Segundo as últimas estatísticas mundiais sobre a aquicultura compiladas pela FAO (2020), a produção aquícola mundial atingiu os 114,5 milhões de toneladas de peso vivo, em 2018, atribuindo-se a maior fatia aos animais aquáticos, seguido pelas plantas aquáticas e por último as conchas e pérolas ornamentais.

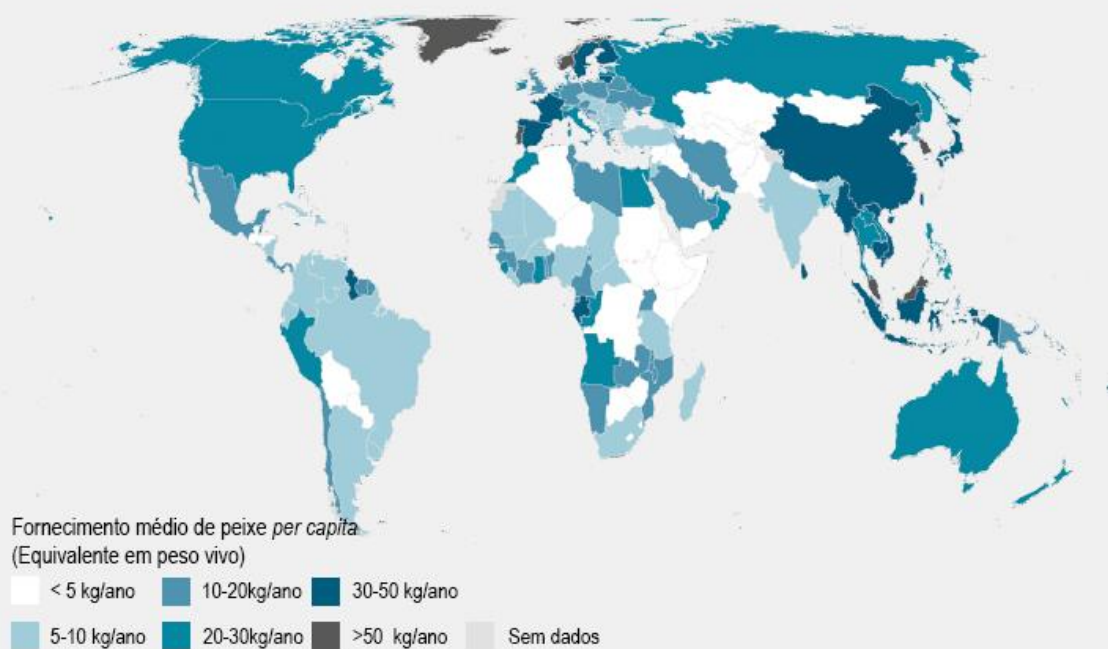
Dos animais aquáticos produzidos nesse ano, os peixes foram os principais, com uma origem predominantemente de águas interiores e em menor número provenientes da aquicultura costeira e marítima; correspondendo a carpa-do-limo (*Ctenopharyngodon idellus*), a carpa-prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e a carpa (*Cyrinus carpio*) ao “top” quatro das espécies produzidas em maior percentagem nesse mesmo ano. A seguir a este subsetor dos peixes, seguiu-se por ordem decrescente de produção, os moluscos, os crustáceos, os invertebrados marinhos, as tartarugas aquáticas e as rãs (“State World Fish. Aquac. 2020,” 2020).

A produção aquícola mundial de animais aquáticos tem sido dominada pela Ásia nos últimos vinte anos, tendo esta contribuído com 89% da produção mundial. No mesmo período, a África e as Américas melhoraram as suas respetivas produções, enquanto a Europa e a Oceânia tiveram uma queda pouco significativa. Dentro dos principais países produtores, o Egito, Chile, Índia, Indonésia, Vietname, Bangladesh e Noruega consolidaram a sua participação na atividade aquícola regional ou mundial, em níveis diferenciados. Já a China continua a ser o maior produtor, tendo contribuído com mais alimentos aquáticos do que o resto do mundo desde o ano de 1991 (“State World Fish. Aquac. 2020,” 2020).

Segundo a FAO (2020), o consumo global de alimentos aquáticos (excluindo mamíferos aquáticos, répteis, algas marinhas e outras plantas aquáticas) aumentou a uma taxa média anual de 3,1% de 1961 a 2017, uma taxa significativamente acima do crescimento da população mundial (1,6%) e maior do que os outros alimentos de proteína animal (2,1%).

Em termos *per capita*, verificou-se em 1961 um consumo na ordem dos 9,0 kg que contrasta com os 20,5 kg do ano de 2018, evidenciando um crescimento de 1,5% ao ano durante esse período. Conquanto, existem diferenças nos níveis de consumo entre as diferentes regiões do mundo, tendo-se verificado um maior consumo aparente *per capita* na Gronelândia, Islândia, Portugal, Noruega, Coreia do Sul e Malásia, com um consumo superior a 50 kg por ano, entre 2015 e 2017 (figura 3) (“State World Fish. Aquac. 2020,” 2020).

Consumo aparente *per capita* de peixe no período entre 2015 e 2017



Fonte: FAO

Figura 3 - Consumo aparente *per capita* de peixe no período entre 2015 e 2017. Fonte: Adaptado de State World Fish. Aquac. 2020 (2020)

3. A aquicultura em Portugal

Acredita-se que a produção aquícola tenha sido introduzida na Península Ibérica pelos romanos com o desenvolvimento de práticas aquícolas associadas à salicultura e também com a criação de ostras (Ramalho e Dinis, 2011). Nas salinas, os peixes juvenis eram aprisionados nos reservatórios aquando as marés altas (Ramalho e Dinis, 2011) e criados em sistemas de policultura em regime extensivo, beneficiando da produtividade aquática natural. Várias espécies eram criadas, nomeadamente a dourada (*Sparus aurata*), o robalo (*Dicentrarchus labrax*), a taíinha (*Mugil spp*), o linguado (*Solea vulgaris*) e a enguia (*Anguilla anguilla*) (Bernardino, 2000). A integração destas atividades piscícolas, enriqueceu a produção de sal na medida em que veio proporcionar às famílias uma fonte de proteína extra (Ramalho e Dinis, 2011).

Assim, embora se considere a aquicultura uma prática antiga, sempre se manteve como uma atividade familiar e de pequena escala com um desenvolvimento algo moroso. A criação dos primeiros regulamentos sobre a atividade aquícola nacional ocorreu apenas em 1895. Já a pesca, é exercida desde a época do Neolítico tendo sido bem desenvolvida pelos povos ibéricos (Ramalho e Dinis, 2011).

A criação de moluscos que evoluiu da colheita tradicional nas marés baixas, tem sido o mais importante contributo para a aquicultura nacional nos séculos passados (Ramalho e Dinis, 2011). Inclusivamente, durante as décadas de 1950 e 1960 as ostras foram largamente exportadas para França (Bernardino, 2000).

A truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) é produzida desde 1890 no âmbito de programas de repovoamento dos rios (Bernardino, 2000) e em 1898 foi fundada a primeira piscicultura governamental, dedicada à produção de truta arco-íris, no Posto Aquícola de Vila do Conde. No entanto, só a partir dos anos 70 do século passado, com a expansão da aquicultura, é que esta espécie passou a ser produzida de modo regular (Ramalho e Dinis, 2011).

É importante referir que com a adesão de Portugal à União Europeia (UE), a atividade aquícola sofreu uma significativa transformação (Ramalho e Dinis, 2011). A aquicultura passou a ser considerada um complemento da pesca bem como uma produção alternativa de proteína animal para consumo humano (Bernardino, 2000). Assim, houve melhorias no setor com a reestruturação dos tanques que eram usados originalmente na salicultura, com a introdução de sistemas de recirculação e tratamento da água, utilização de rações comerciais, maior conhecimento técnico, entre outros (Ramalho e Dinis, 2011). Gradualmente um grande número de salinas foi convertido em unidades aquícolas, especialmente em Aveiro, Figueira

da Foz, Vale do Tejo, Setúbal e Algarve, com uma produção centralizada no robalo e na dourada (Bernardino, 2000).

Ademais, entre 1986 e 1996 existiu um decréscimo de 60% na captura de peixes, o que também veio reforçar o interesse de investidores na aquicultura (Ramalho e Dinis, 2011).

No início dos anos 90 o valor da produção aquícola de água doce começa a diminuir e em 1996 ocorre uma inversão, com a produção de peixes marinhos a superar a produção em água doce (Ramalho e Dinis, 2011).

Após o ano de 2000, com a importação de grandes quantidades de peixe da Grécia e da Turquia, os produtores portugueses enfrentaram sérias dificuldades na comercialização, visto que os custos de produção não lhes permitiam contender com os preços destes sistemas mais intensivos. Deste modo, a aquicultura nacional não cresceu de forma expressiva no período de 2000 a 2008 (Ramalho e Dinis, 2011).

Em 2009 e 2010 não decorreram alterações significativas na produção aquícola nacional relativamente ao ano de 2008, ao passo que de 2010 para 2011 houve um crescimento considerável na ordem dos 11,4% e de 2011 para 2012 também um progresso notável, com um incremento de 12,2% na produção. Contudo, no período entre 2013 e 2015 verificaram-se oscilações na produção, reflexo de variações na produção de pregado (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2020).

A partir do ano de 2016, a actividade aquícola conta com um crescimento exponencial, segundo os dados mais recentemente disponíveis, referentes ao ano de 2018. Nesse mesmo ano, a produção aquícola nacional contou com um total de 13 992 toneladas, 95% das quais resultaram da produção em águas marinhas e de transição, cujos principais peixes produzidos foram o pregado, a dourada e o robalo. A maior produção diz respeito aos moluscos e crustáceos que representaram 67,2% de toda a produção, dentro dos quais as amêijoas apresentaram-se como o grupo principal, seguido pelas ostras e pelos mexilhões; sendo estes três grupos os mais produzidos. As ostras destacaram-se visto que houve um incremento na sua produção em quase o triplo em comparação com o ano anterior (INE, 2020).

A produção em águas interiores equivaleu a 5% da produção total, dos quais 95% correspondentes à produção de truta (INE, 2020).

No balanço global, a produção aquícola de peixes em águas de transição e marinhas sofreu um decréscimo de 18%, a produção de moluscos e crustáceos aumentou 32,1% e a produção em águas interiores não obteve alterações, comparativamente ao ano anterior. Este desempenho deve-se, em parte, a uma menor produção, nomeadamente da dourada e do robalo, facto que se explica pela alteração dos sistemas de produção em águas estuarino-lagunares, onde antes se praticava a piscicultura em regime semi-intensivo, estar a ser exercida a prática da produção de moluscos bivalves em regime extensivo. Esta transição da

prática da piscicultura para a moluscicultura contribui também para o aumento da produção de moluscos bivalves (INE, 2020).

No respeitante às instalações aquícolas, aproximadamente 88,1% dos estabelecimentos consistiam em viveiros de produção de moluscos bivalves, os tanques de pisciculturas representaram 9,3 %, as estruturas flutuantes (a maioria de moluscos bivalves) 2% e as unidades de reprodução 0,5%, do total das instituições (INE, 2020).

Relativamente aos sistemas de produção, a produção em águas interiores manteve-se em regime intensivo; em águas de transição e marítimas a produção em regime extensivo foi a mais predominante (70,1%), seguida pela produção intensiva (25,2%) e a semi-intensiva com a menor parcela (4,7%). A maior expressão do regime extensivo justifica-se pelo incremento da produção de amêijoas, ostras, mexilhão e macroalgas; já as produções intensiva e semi-intensiva sofreram uma diminuição, sendo esta última fundamentada pela situação acima referida relativa à ocupação da moluscicultura em extensivo, em detrimento da piscicultura semi-intensiva (INE, 2020).

Dentro dos principais peixes produzidos em águas de transição e marinhas, o pregado, que representa a espécie mais produzida, foi maioritariamente vendido no mercado internacional (99%) ao contrário das douradas (98%) e dos robalos (93%) que na sua maioria contribuíram para a receita nacional. A truta arco-íris, a espécie com maior influência na produção em águas interiores, foi exclusivamente comercializada no mercado português. No que diz respeito aos moluscos e crustáceos, no que toca aos principais grupos, as amêijoas e as ostras pesaram largamente nas vendas nacionais, enquanto os mexilhões ainda contribuíram com uma percentagem significativa, 27,3% da quantidade total vendida, para o mercado internacional. Por último, as macroalgas verdes, o grupo mais produzido de algas, foi amplamente destinado ao mercado internacional (INE, 2020).

4. Caracterização da exploração aquícola

A empresa Nasharyba representa uma unidade piscícola especializada na produção e comercialização das espécies, dourada (*Sparus aurata*) e robalo (*Dicentrarchus labrax*). Encontra-se situada na foz do rio Mondego na margem esquerda do braço sul deste rio. A piscicultura surgiu da conversão de antigas salinas, visto que está localizada numa região de salgados com uma história antiga na arte da salicultura portuguesa. Como tal, encontra-se situada num território caracterizado por um ecossistema específico, com uma fauna e flora características destas regiões produtoras de sal.

A unidade aquícola é constituída por duas explorações que funcionam em regime semi-intensivo, uma designada “Vale da Vinha” (VV) composta por 6 tanques (VV1 – VV6) e a outra denominada “Torrão” (T) formada por 12 tanques (T1 a T12) (figura 4) compreendendo uma área total de 18 hectares. Os tanques são de terra e encontram-se revestidos nas paredes por rochas que têm a finalidade de aumentar a sustentação dos mesmos, para além disso, existem várias espécies de plantas, nomeadamente gramíneas e salicórnias, que crescem de forma natural e que também contribuem para a manutenção da infraestrutura dos tanques. Estes possuem uma capacidade entre os 7000 e os 20000 m³, um tamanho entre os 0,5 a 1 hectare, com 1,50 metros de profundidade aproximadamente. Cada uma das explorações (T e VV) possui um reservatório que comunica com a água do estuário, assim nas marés altas a água do estuário entra pelas comportas do reservatório e renova a água. Os reservatórios comunicam com as valas de entrada e estas com os tanques de produção, através das respetivas comportas de entrada que os constituem. Existem também as comportas de saída que conduzem a água dos tanques às valas de saída, ficando aí armazenada até ser escoada para o exterior da exploração (figura 4).

No Torrão, a vala de entrada situa-se centralmente com uma orientação perpendicular aos tanques e divide-os em duas filas (T1 a T6 e T7 a T12), já as duas valas de saída estão posicionadas ao longo das duas fileiras de tanques, nos cantos opostos da exploração. No Vale da vinha, a vala de entrada está disposta entre o VV6 e os restantes tanques e as valas de saída, uma delas destina-se exclusivamente a escoar a água proveniente do VV6 e a outra a dos restantes, distribuindo-se esta na periferia e acompanhando-os ao longo de toda a sua extensão.

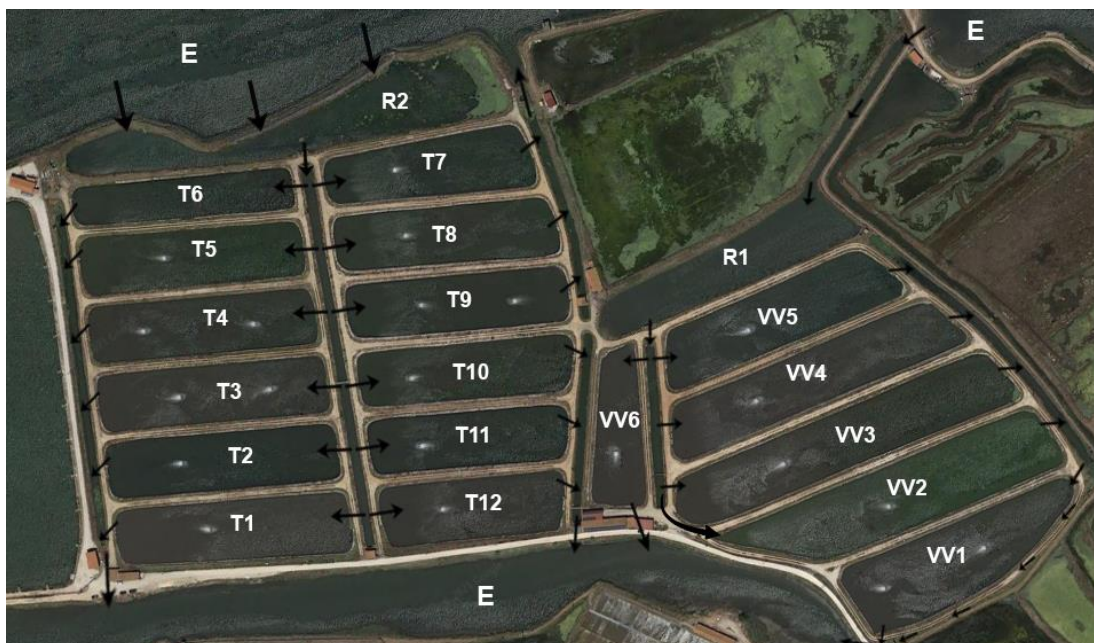


Figura 4 - Vista aérea das explorações aquícolas NashaRyba. Figura adaptada do Google Earth. Tanques de produção do Torrão (T1 a T12) e do Vale da Vinha (VV1 a VV6) e esquema da circulação da água na exploração (setas) desde a sua entrada do Estuário (E) para os reservatórios (R1 e R2) até completar a renovação da água da exploração, e ser devolvida novamente ao estuário.

O fornecimento de alimento é realizado por intermédio de dois alimentadores que se encontram posicionados no centro e na periferia de cada tanque, sempre realizada sob monitorização (figura 5).

Cada tanque possui 2 ou 3 aeradores, em número ajustado à densidade populacional e que têm como função movimentar a água, introduzindo oxigénio atmosférico (figura 6).

Todos os tanques estão cobertos por redes que se destinam a desencorajar possíveis tentativas de predação por parte de várias aves que residem no habitat envolvente (figura 7).



Figura 5 - Alimentador mecânico
[Fotografia da autora]



Figura 6 - Aerador [Fotografia da autora]



Figura 7 - Rede de protecção dos tanques contra a predação por aves [Fotografia da autora]

A unidade aquícola é formada também por um centro de embalagem oficial onde se procede à triagem do peixe consoante a espécie e o peso vivo, e posteriormente ao acondicionado do mesmo em caixas de poliestireno com gelo.

A piscicultura encontra-se vedada por uma rede malha elástica que se encontra bem assente ao solo através de uma estrutura em cimento, criando um obstáculo que inibe a entrada de lontras e de algumas aves marítimas/estuarinas.

5. Aspectos relativos à biologia, reprodução e produção do robalo e da dourada

5.1 Biologia e reprodução da dourada

A dourada, *Sparus aurata*, (figuras 8 e 9) é um peixe pertencente à ordem dos Perciformes e à família Sparidae. Possui um corpo oval, alto e estreito lateralmente (Moretti *et al.*, 1999). A cabeça apresenta um perfil convexo, com as faces revestidas por escamas excluindo o osso pré-opercular (Moretti *et al.*, 1999), e uns olhos e boca de tamanhos reduzidos (Lucas *et al.*, 2019). Esta espécie exibe uma cor cinza prateado (Martins e Carneiro, 2018), mais escurecida na região dorsal e evidencia uma banda de coloração amarela, situada entre os olhos (Ortega, 2008), contornada por duas áreas negras (Pavlidis e Mylonas, 2011). Existem variações na cor podendo apresentar tonalidades avermelhadas a enegrecidas (Lucas *et al.*, 2019). Uma outra particularidade que a caracteriza é a presença de uma mancha negra localizada sobre o opérculo, no início da linha lateral (Ortega, 2008), abaixo da qual se destaca uma área avermelhada (Pavlidis e Mylonas, 2011). As barbatanas dorsal e anal são constituídas por raios, as barbatanas peitorais apresentam-se extensas e afiladas e as ventrais são mais reduzidas (Moretti *et al.*, 1999).

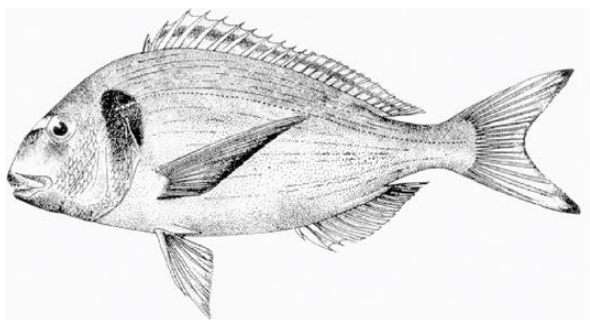


Figura 8 - Dourada (*Sparus aurata*). Fonte: Pavlidis e Mylonas (2011). Visível as características das barbatanas.



Figura 9 - Dourada (*Sparus aurata*). Fonte: Pavlidis e Mylonas (2011). Visível banda de coloração amarela entre os olhos, mancha negra no opérculo e abaixo desta, uma área avermelhada.

A boca ostenta uns lábios espessos, com uma mandíbula superior um pouco mais longa que a inferior, ambas constituídas por 4 a 6 dentes caninos posicionados anteriormente,

seguidos por 2 a 4 filas de pequenos molares muito fortes que estão aptos a fragmentar as conchas dos moluscos (figura - 10) (Ortega, 2008).

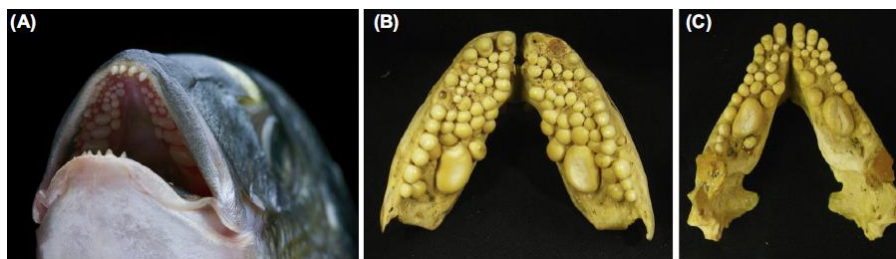


Figura 10 - Dourada (*Sparus aurata*). (A) Boca aberta com a presença de dentes pontiagudos (preensão) na extremidade frontal da boca e mais internamente dentes com um formato arredondado (triturar). (B) e (C) Maxilar e mandíbula da dourada com distribuição dos respectivos dentes. Fonte: (Berkovitz e Shellis, 2018)

Distribui-se largamente no mar mediterrâneo, menos comumente no atlântico e raramente no mar negro (Ibarz *et al.*, 2010) e possui hábitos alimentares maioritariamente carnívoros, alimentando-se de moluscos, como mexilhões e ostras, mas também uma dieta herbívora complementar (Arabaci *et al.*, 2010). É uma espécie sedentária que vive em pequenos grupos ou singularmente (Pavlidis e Mylonas, 2011).

A dourada é euritérmica e eurialina, adaptando-se a um amplo intervalo de variações térmicas e de salinidade (European Food Safety Authority [EFSA], 2008). Devido a estas suas características ecológicas, habita normalmente ecossistemas marinhos e de água salobra, nomeadamente zonas estuarinas (Arabaci *et al.*, 2010); em fundos rochosos, arenosos e com a presença de algas. Os indivíduos jovens têm hábitos mais costeiros ocupando colunas de água de baixa profundidade, já os indivíduos adultos podem chegar até aos 150 metros (Ortega, 2008). Os alevins nascem no mar durante o inverno e realizam uma migração trófica no início da primavera para zonas costeiras, onde a disponibilidade de alimento e a temperatura são mais favoráveis (Moretti *et al.*, 1999). No outono regressam ao mar para camadas com maior profundidade onde a temperatura se encontra mais elevada, e onde existem as melhores condições de temperatura e salinidade para o decorrer da época reprodutiva (Ortega, 2008), que se estende de outubro a dezembro (Moretti *et al.*, 1999).

Relativamente à sua biologia reprodutiva caracteriza-se por possuir uma reprodução do tipo hermafroditismo protândrico. A maioria das douradas, durante o primeiro ano de vida permanecem sexualmente imaturas, ocorrendo a primeira maturação sexual geralmente durante o 2º ano de vida, tornando-se machos sexualmente ativos. No final desta fase reprodutiva, os machos iniciam um processo de inversão sexual tornando-se fêmeas no 3º ano de vida, no entanto esta etapa não é concluída por 20% dos indivíduos que dessa forma permanecem como machos. Todavia, esta proporção na diferenciação sexual é influenciada

também por outros fatores sociais (Moretti *et al.*, 1999). O desenvolvimento dos ovários decorre de forma assíncrona, o que resulta numa desova em grande número, com uma frequência diária (Arabaci *et al.*, 2010), que ocorre geralmente de dezembro a abril (Pavlidis e Mylonas, 2011). Os ovos apresentam um formato esférico, são transparentes e têm um diâmetro de aproximadamente 1 mm (Arabaci *et al.*, 2010).

5.2 Biologia e reprodução do robalo

O Robalo-legítimo (*Dicentrarchus labrax*) (figuras 11 e 12) é um peixe pertencente à ordem dos Perciformes e à família Moronidae. Possui um corpo longo e estreito com duas barbatanas dorsais individualizadas (Martins e Carneiro, 2018) e é revestido por escamas de grandes dimensões. A cabeça tem uma forma afilada e a boca encontra-se posicionada ao nível da extremidade terminal, é grande e ligeiramente protrátil (Ortega, 2013). O opérculo apresenta-se com 2 espinhos (Moretti *et al.*, 1999), A primeira barbatana dorsal é constituída por 8 a 9 raios espinhosos e tem um formato triangular, enquanto a segunda possui um único raio espinhoso e 11 a 12 raios moles (Ortega, 2013). Já a barbatana anal dispõe de 3 raios espinhosos e 10 a 12 raios moles (Moretti *et al.*, 1999) e a caudal é levemente bifurcada. Apresentam uma linha lateral completa e uma coloração cinzento-chumbo, mais escurecido na região dorsal do corpo. A região ventral exibe um tom amarelado e as superfícies corpóreas laterais uma tonalidade prateada (Ortega, 2013). Os exemplares presentes no mar costumam apresentar matizes mais claras comparativamente aos presentes em ambientes costeiros (Moretti *et al.*, 1999). A presença de uma mancha negra difusa proximamente e acima do opérculo é também uma particularidade que caracteriza esta espécie (Ortega, 2013).



Figura 11 - Robalo (*Dicentrarchus labrax*). Fonte: Ortega (2013). Corpo longo e estreito, linha lateral completa e presença de uma mancha negra acima do opérculo



Figura 12 - Robalo (*Dicentrarchus labrax*). Fonte: Ortega (2013). Cabeça afilada e boca posicionada ao nível da extremidade terminal

O robalo normalmente apresenta um tamanho entre os 40 e os 55 cm e pesos compreendidos entre os 2 e os 5 kg. As fêmeas crescem mais rápido e atingem maiores dimensões que os machos, apresentando também a cabeça com uma proporção mais larga e o corpo mais elevado, apesar de não se evidenciar dimorfismo sexual (Ortega, 2013).

Devido ao seu perfil euritérmico e eurialino esta espécie encontra-se distribuída numa vasta área geográfica, no Atlântico Este, Mediterrâneo e Mar Negro e embora seja uma espécie marinha, habita grande parte do seu ciclo de vida em estuários e lagoas costeiras (Elaraby *et al.*, 2018), no fundo da coluna de água ou próximo a ele (Lucas *et al.*, 2019). Casualmente podem ser encontrados em ambientes de água doce (Kousoulaki *et al.*, 2015). Possuem um comportamento mais gregário enquanto indivíduos jovens e em adultos geralmente vivem sós ou em dupla (Ortega, 2013).

Quanto aos seus hábitos alimentares, o robalo caracteriza-se por ser um predador oportunista (Vandeputte *et al.*, 2019). No estado selvagem preda peixes de pequenas dimensões, caranguejos, camarões e chocos (Kousoulaki *et al.*, 2015), se bem que no estágio larval se alimenta de plâncton (Vandeputte *et al.*, 2019).

É uma espécie gonocórica (Ortega, 2013), cuja época reprodutiva ocorre de dezembro a março no Mediterrâneo e no Atlântico de março a junho (Vandeputte *et al.*, 2019), em ambientes marinhos (Elaraby *et al.*, 2018). No mar Mediterrâneo, os machos atingem a maturidade sexual quando alcançam pesos superiores a 300-400 g, geralmente a partir do segundo ano de vida, ao passo que as fêmeas permanecem sexualmente imaturas até ao terceiro ou quarto ano de vida, altura em que atingem 500 a 600 g. No Atlântico normalmente este processo tende a ser mais demorado (Ortega, 2013). As gónadas femininas concluem a maturação em simultâneo o que resulta numa desova rápida (Moretti *et al.*, 1999), de aproximadamente 200 000 ovos/kg (Vandeputte *et al.*, 2019), geralmente à noite (Moretti *et al.*, 1999), na foz de estuários e rios (salinidade acima de 30‰) (Lucas *et al.*, 2019). Os ovos são fertilizados e eclodem três a cinco dias mais tarde as larvas, que por sua vez atingem o estágio de pós-larvas no período de dois a três meses, no decorrer do processo migratório para regiões costeiras (Vandeputte *et al.*, 2019). Os indivíduos jovens crescem em águas salobras e permanecem nesses locais durante dois verões (Lucas *et al.*, 2019). Durante a época invernal, os juvenis e adultos deslocam-se desses ambientes costeiros para águas com maior profundidade onde a temperatura se mantém mais constante (Vandeputte *et al.*, 2019).

5.3 Ciclo de produção da dourada

Os ovos da dourada são produzidos em maternidades com recurso a reprodutores selecionados, com idades compreendidas entre o primeiro e os dez anos de vida (Pavlidis e Mylonas, 2011), numa proporção de 1 macho para 2 fêmeas (Lucas *et al.*, 2019). A alimentação dos reprodutores é realizada com recurso a um alimento comercial e representa um fator fundamental visto que a nutrição dos reprodutores influencia a fecundidade e a qualidade da prole (Pavlidis e Mylonas, 2011). Durante as épocas reprodutivas, os reprodutores são alimentados com uma dieta rica em ácidos gordos DHA e EPA e no restante tempo é fornecido um alimento de manutenção similar à dieta natural que inclui moluscos, peixes congelados e crustáceos e um alimento granulado comercial (Lucas *et al.*, 2019). É corrente praticar-se nas maternidades o prolongamento do período de desova natural por meio da manipulação artificial do fotoperíodo, sendo que numa estação reprodutiva cada fêmea pode desovar mais de 1 milhão de ovos (Pavlidis e Mylonas, 2011). Os ovos eclodem 42 horas após a fertilização, a uma temperatura de 16 a 19°C (Lucas *et al.*, 2019). As larvas que eclodem dos ovos possuem um saco vitelino e iniciam a sua alimentação exógena 3 a 4 dias após a eclosão, alimentando-se de rotíferos *Brachionus plicatilis* e de organismos aquáticos do género *Artémia*. Utilizam-se usualmente suplementos artificiais (como n-3 HUFA, vitaminas, proteínas) em complemento ao alimento vivo como estratégia para aumentar os resultados de crescimento e sobrevivência (Pavlidis e Mylonas, 2011). Segundo Lucas *et al.* (2019), as características dos ácidos gordos presentes na dieta e respetiva quantidade, influenciam a ingestão alimentar e a absorção de nutrientes das larvas de dourada. Com 45 a 50 dias de vida as douradas completam nova metamorfose e passam a designar-se de juvenis (Pavlidis e Mylonas, 2011). Os peixes integram as unidades de produção com cerca de 5 a 10 g de peso (Lucas *et al.*, 2019). As instalações de produção consistem em jaulas marítimas (Pavlidis e Mylonas, 2011), tanques de betão ou tanques em terra. Habitualmente esta espécie necessita de 18 a 24 meses até atingir 400 g desde o momento da eclosão do ovo e o seu tamanho comercial oscila entre os 250 g até mais de 2 kg (Asociación Empresarial de Acuicultura de España [APROMAR], 2020).

5.4 Ciclo de produção do robalo

Os ovos de robalo são produzidos em unidades de reprodução a partir de reprodutores selecionados, num rácio de 2 machos para 1 fêmea. Os reprodutores têm origem nas próprias unidades de reprodução e com pouca frequência são capturados do meio natural (Lucas *et al.*, 2019). Cada fêmea reprodutora pode desovar 250 000 ovos/Kg PV (Asociación Empresarial de Acuicultura de España [APROMAR], 2020). À semelhança do que acontece com a dourada, pode realizar-se a manipulação do regime fototérmico com consequente

desova para além do período natural. A estação de desova dura cerca de 2 meses, e decorre quando a água possui uma temperatura entre os 14 e os 15 °C, com desovas múltiplas por cada fêmea reprodutora, em cada estação (Lucas *et al.*, 2019). As larvas eclodem dos ovos 93 horas após a fertilização e possuem um saco vitelino que contem reservas de nutrientes. Ao 3.º dia após a eclosão ocorre um decréscimo nas reservas do respetivo saco vitelino, ao 7.º dia verifica-se a abertura da boca, sendo que ao 12.º dia as reservas estão quase na totalidade esgotadas (à exceção de alguns vestígios) e as larvas alimentam-se ativamente (Vázquez e Muñoz-Cueto, 2014). O alimento que compõe a dieta larvar consiste em rotíferos e artémia (APROMAR, 2020). Em alguns casos são incluídas também no protocolo alimentar cultura de microalgas e quando tal não se verifica, os rotíferos são previamente enriquecidos com produtos comerciais de enriquecimento. A partir do dia 17, são adicionadas à dieta pequenas porções de um alimento comercial inerte com o objetivo de familiarizar as larvas ao alimento imóvel e favorecer o desmame (Vázquez e Muñoz-Cueto, 2014). No dia 24, os rotíferos e as microalgas são descontinuadas da dieta larvar. A partir do dia 34, as larvas são alimentadas unicamente com *Artemia metanauplii* enriquecida com vitaminas, aminoácidos e ácidos gordos essenciais poliinsaturados (Lucas *et al.*, 2019). A partir do dia 40 a metamorfose de larva para juvenil está quase completa, a percentagem de alimento inerte é aumentada na dieta e os alevins estão capazes de integrar o setor de desmame (Vázquez e Muñoz-Cueto, 2014). Ao dia 58, é interrompida a alimentação com Artémia (Lucas *et al.*, 2019) e ao 75º dia termina a fase juvenil (European market observatory for fisheries and aquaculture products [EUMOFA], 2019). Os alevins são transferidos para as unidades aquícolas de produção com 3 a 6 meses de idade e possuem 1,5 a 10 g de peso, atingindo o peso comercial de 400 a 450 g em 9 a 24 meses, dependendo das condições de produção (Lucas *et al.*, 2019). As instalações onde decorre a produção consistem em jaulas ou tanques (EUMOFA, 2019).

5.5 Contextualização histórica e situação atual da produção de dourada e robalo

A dourada (*Sparus aurata*) e o robalo (*Dicentrarchus labrax*) são os dois peixes produzidos na aquicultura economicamente com maior destaque no Mediterrâneo. Tradicionalmente, estas duas espécies foram criadas em regime extensivo, em lagoas costeiras no norte da Itália (vallicultura) e no sul de Espanha (esteros). Os peixes entravam dentro destes reservatórios e eram aprisionados, permanecendo nesses locais até serem capturados, alimentando-se de recursos naturais (Fernández *et al.*, 2020). Após a década de 60, as populações de alevins selvagens sofreram um decréscimo bastante significativo como

resultado de vários eventos, tais como a sobrepesca, a alteração das condições ambientais das regiões costeiras e poluição da água que desaguava no mar. Além de que, durante o mesmo período de tempo, alguns produtores desenvolveram práticas de produção intensivas de robalo e dourada, em Itália, o que veio aumentar a procura por alevins. Dessa forma, com a diminuição das populações selvagens e com o incremento na procura ficou assente a necessidade de se providenciar uma fonte alternativa de alevins (Moretti *et al.*, 1999). Segundo Arabaci *et al.* (2010), a implementação de técnicas de reprodução e de manejo da dourada e do robalo ocorreu nos anos 80. Um fornecimento de alevins de forma organizada foi então possível, o que permitiu a industrialização da aquicultura marinha na região do Mediterrâneo. Os primeiros resultados favoráveis com a reprodução do robalo apontam para os anos de 1978 a 1980 em Itália e França, embora a produção em grande proporção de juvenis tenha sido concretizada uns anos mais tarde, em França, Itália e Croácia. Já a reprodução da dourada teve início posteriormente (em Itália), no período de 1981 a 1982 e a produção em grande dimensão de juvenis entre 1988 e 1989 na Grécia, Espanha e Itália (Moretti *et al.*, 1999). Os primeiros programas de melhoramento surgiram mais tarde na década de 90 em França e Israel (Arabaci *et al.*, 2010).

Atualmente, de acordo com as estatísticas da Asociación Empresarial de Acuicultura de España [APROMAR] (2020), a produção aquícola de dourada na Europa e no restante Mediterrâneo equivaleu aproximadamente a 252 406 toneladas em 2019, e a de robalo a 212 977 toneladas, com um aumento de 2,3 % e 8,3% respetivamente, em relação ao ano anterior. Os principais países produtores de dourada são a Turquia, correspondendo a este país 34,5% do total produzido, sucedendo-se a Grécia (25,9%), o Egito (14,3%), a Tunísia (6,3%) e a Espanha (5,4%). As maiores contribuições na produção de robalo vieram da Turquia (35,2%), Grécia (25,9%), Egito (15,0%) e Espanha (12,8%). Portugal conta com uma produção inferior, correspondente a 0,4% da produção aquícola de dourada e robalo na região do Mediterrâneo, em quantidade e preço (em 2019) (APROMAR, 2020) (figura 13).

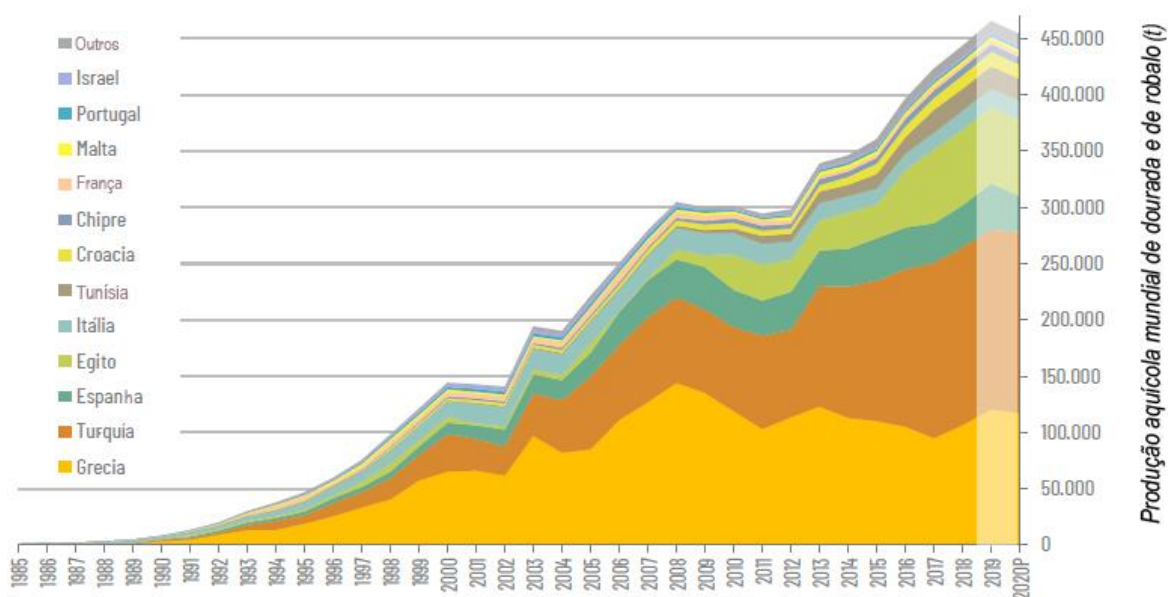


Figura 13 - Evolução da produção aquícola mundial de dourada e robalo durante o período de 1985 a 2020. Fonte: Adaptado de APROMAR (2020)

A produção aquícola Europeia de robalo (*Dicentrarchus labrax*) e de dourada (*Sparus aurata*) desenrola-se essencialmente em jaulas marítimas (figura 14) (Lucas *et al.*, 2019; de la Rosa *et al.*, 2021). Estas instalações encontram-se em ambientes costeiros em águas com poucos metros de profundidade e em ambientes marítimos com profundidades até aos 40 metros. A região costeira reservada às jaulas marítimas está condicionada pela ocupação de outros setores pelo que a produção em jaulas marítimas está a deslocar-se para alto-mar, sendo necessário instalações mais resistentes ajustadas a essas condições marítimas. As jaulas de produção podem ter até 25 metros de diâmetro e 10 metros de profundidade e estão localizadas ao nível da superfície da coluna de água ou imersos nesta. As jaulas flutuantes circulares constituídas por tubos de polietileno são as mais utilizadas. As densidades finais de produção em jaulas marítimas podem alcançar os 20 kg/ m³ no robalo e, os 15 a 20 kg/ m³ na dourada podendo-se atingir os 30 a 40 kg/ m³ nesta espécie, dependendo das condições de circulação de água do local (figura 15). Os peixes são alimentados uma a duas vezes diariamente com recurso a um alimento comercial. O rácio de conversão alimentar dos peixes produzidos pode variar de 1,35 a 2,45 no robalo e de 1,5 a 2,0 na dourada. As temperaturas ao longo do ano podem variar de 11°C a 23°C o que resulta em diferentes taxas de crescimento dos peixes produzidos neste sistema de produção. Já os sistemas de recirculação em terra permitem um maior controlo dos fatores de produção e, possuem a vantagem de as instalações aquícolas estarem localizadas no continente afastadas da costa,

bem como densidades de produção muito elevadas e taxas de conversão alimentar mais eficientes (Lucas *et al.*, 2019).



Figura 14 - Douradas (*Sparus aurata*) produzidas em jaula na costa Italiana. Fonte: Lucas *et al.* (2019)



Figura 15 - Jaulas marítimas costeiras destinadas à produção de douradas e robalos na Grécia. Fonte: Lucas *et al.* (2019)

Os tanques de produção em terra representam o principal sistema de produção do robalo e da dourada em Portugal e no sul de Espanha. Os custos de produção neste sistema produtivo são elevados comparativamente ao sistema de produção em gaiolas e a viabilidade económica está dependente da diferenciação do produto final e da otimização da produção aquícola (Sardinha *et al.*, 2014).

6. Fatores abióticos

Os principais fatores abióticos que afetam o bem-estar do robalo e da dourada de produção são a temperatura, o oxigênio, a salinidade, a amônia, o dióxido de carbono e o pH, entre outros (European Food Safety Authority [EFSA], 2008).

6.1 Temperatura

O fornecimento de água de boa qualidade representa um dos aspectos mais importantes para o sucesso da produção aquícola, garantindo um melhor crescimento e saúde dos organismos aquáticos produzidos (Lucas *et al.*, 2019). A temperatura, a salinidade e o teor em amônia são os parâmetros que mais habitualmente influenciam o bem-estar dos peixes (figura 16). Variações nestes parâmetros despoletam reações orgânicas de stresse com consumo de energia, podendo interferir com a expressão de fatores de crescimento (Zarantoniello *et al.*, 2021).

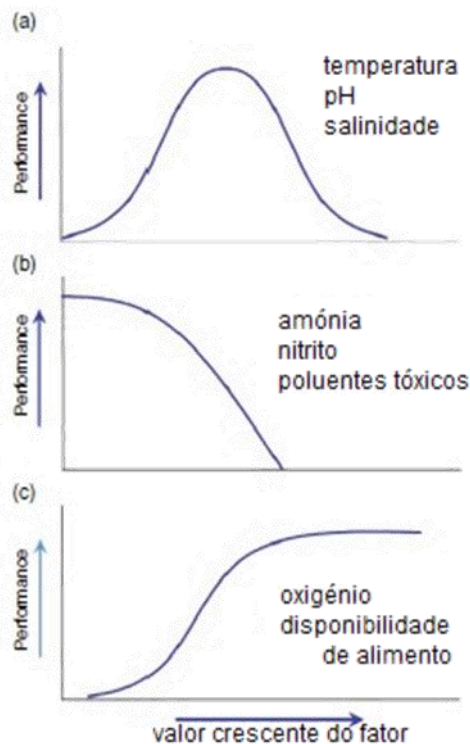


Figura 16 - Efeito da variação dos fatores de qualidade da água no desempenho dos animais aquáticos. (a) O aumento da temperatura, pH e salinidade exercem um efeito positivo no desempenho dos animais aquáticos. (b) Ocorre um aumento do desempenho com a diminuição da amônia, nitrito e poluentes tóxicos. (c) O aumento do oxigênio e da disponibilidade de alimento reverte-se num aumento do desempenho destes animais. Fonte: Adaptado de Lucas *et al.* (2019)

Os peixes são seres ectotérmicos pelo que o seu metabolismo é influenciado por alterações na temperatura, estando adaptados a viver num determinado intervalo térmico. Assim, o fator temperatura assume uma importância decisiva no crescimento e produtividade das espécies (Kır e Demirci, 2018), sendo que altas temperaturas aumentam normalmente a taxa de crescimento dos organismos aquáticos da mesma forma que diminuem o tempo de maturação dos mesmos, até determinado ponto. (Kır, 2020). Como exemplo ilustrativo, pode referir-se o aumento da temperatura da água em resultado às alterações climáticas, o que exerce um efeito favorável no crescimento das espécies produzidas na aquicultura. Em contrapartida, temperaturas que se encontram além do intervalo ótimo de temperatura de cada espécie influenciam negativamente a sua saúde (Kır e Demirci, 2018). Deste modo, a ação do aquecimento do oceano nas espécies marinhas não é algo fácil de antecipar uma vez que depende da espécie e da fase de vida (Cominassi *et al.*, 2019). A água tem um grande potencial para conservar calor sendo que em reservatórios de grande profundidade a temperatura mantém-se mais estável face a alterações na temperatura da atmosfera. Todavia, os tanques onde se desenrola a produção aquícola são geralmente de pequenas dimensões e pouco profundos, com uma área de superfície proporcionalmente maior ao volume do tanque, dessa forma a temperatura da água oscila com maior facilidade face a mudanças na temperatura do ar. A radiação solar incide sobre a superfície da coluna de água resultando num aquecimento mais rápido da superfície, tornando-se esta continuamente menos densa à medida que vai aquecendo, comparativamente à água mais profunda, o que pode originar o surgimento de duas camadas de água que não se misturam (estratificação térmica). Nos tanques de aquicultura, como estes são pouco profundos e visto que estão providos de sistemas de aeração que fazem movimentar a água, este fenómeno de estratificação não se mantém por longos períodos (Lucas *et al.*, 2019).

O aumento da temperatura da água aumenta o metabolismo e o crescimento das espécies aquáticas, já que quando a temperatura aumenta 10°C as reações químicas orgânicas duplicam para estes animais aquáticos, dentro do intervalo de temperatura ótima. Quando a temperatura se encontra fora deste intervalo, o crescimento dos organismos aquáticos é afetado (Lucas *et al.*, 2019). Inclusive, alterações na temperatura da água fora do intervalo de temperatura ótima ocasionam uma falha na regulação osmótica (Vargas-Chacoff *et al.*, 2020). Todos estes indivíduos toleram melhores alterações de temperatura sazonais em detrimento de alterações agudas, podendo estas últimas resultar em stresse/choque térmico (Parker, 2012). Além do mais, um acréscimo da temperatura resulta num aumento da concentração de amónia (Zarantoniello *et al.*, 2021).

O robalo e a dourada são espécies euritérmicas que se adaptam a um amplo intervalo de variações de temperatura, não obstante mudanças bruscas e elevadas de temperatura

próximo aos limites críticos conduzem mais facilmente a uma diminuição no bem-estar destas espécies (European Food Safety Authority [EFSA], 2008). De acordo com a EFSA (2008), as temperaturas de sobrevivência do robalo e da dourada são respectivamente, 2 a 32°C e 5 a 34°C, e para um nível de bem-estar aceitável 8 a 28°C e 8 a 30°C, na devida ordem. As douradas são mais suscetíveis a baixas temperaturas, existindo evidências de que decréscimos de temperatura bruscos (de 15°C a 9°C), constituem um fator de stresse térmico considerável, resultando inclusivamente em situações de jejum prolongado induzido por baixas temperaturas, o que pode resultar no aparecimento de problemas metabólicos associados à síndrome de inverno. Em estágios de vida mais prematuros a tolerância à temperatura é mais limitada, assim o intervalo de temperatura de 10 a 20°C é apropriado em termos de bem-estar para ovos e larvas de robalo, e no respeitante à dourada uma temperatura entre os 12 e os 22°C (EFSA, 2008).

Por outro lado, um estudo realizado com o objetivo de identificar os limites térmicos da dourada, referiu que a dourada juvenil (com 300 g e aclimatizada a 18°C) não revelou capacidade de aclimação a temperaturas de água marinha acima de 26°C, tendo-se verificado mortalidades acima desse valor, com um agravamento significativo em douradas expostas a temperaturas de 30°C. Também se observou que douradas sujeitas a temperaturas superiores a 26°C manifestaram alterações de comportamento mostrando-se menos ativas e inconscientes, permitindo o manuseamento sem reação de fuga. A expressão de proteínas de choque térmico também foi evidenciada nos tecidos de douradas submetidas a temperaturas superiores a 20°C ainda que se revelou transitória, já acima de 24°C este aumento tornou-se permanente, demonstrando que o stresse térmico é despoletado acima dessas temperaturas. Outro fator analisado no estudo em questão é o início do metabolismo anaeróbio com consequente acúmulo de lactato, que ocorre acima da temperatura crítica superior, devido a uma insuficiente capacidade dos mecanismos de ventilação e circulação em suprir oxigénio em níveis ajustados à alta necessidade em oxigénio dependente da temperatura corporal. Assim, os peixes expostos a temperaturas superiores a 22°C revelaram uma acumulação de lactato que se manifestou transitório abaixo de 30°C (Feidantsis *et al.*, 2009).

Um estudo recente concluiu que alterações na temperatura a longo prazo induzem respostas de aclimatização, sugerindo que a tolerância térmica na dourada depende da sua experiência térmica anterior, o que evidencia uma baixa adaptação desta espécie em ambientes com altas oscilações de temperatura. Este revela que a aclimatização térmica sazonal permite que a dourada suporte temperaturas mais altas no verão e temperaturas mais baixas no período invernal (Kır, 2020). Neste estudo realizado por Kır (2020), douradas juvenis (1,5 g) aclimatizadas a 15°C evidenciaram uma temperatura crítica superior de 34,32°C e a

20°C uma temperatura de 34,68°C, que são consistentes com as informações obtidas pela EFSA (2008), no entanto a 25°C e a 30°C a temperatura máxima tolerável foi de 35,88°C e 36,63°C, respetivamente. O aumento dos valores de temperatura crítica com o aumento da temperatura de aclimatização está associado às condições térmicas do ambiente aquático onde os peixes previamente habitavam. Em contraste aos resultados de Feidantsis *et al.* (2009), que no seu estudo referiu que a dourada (300 g) foi incapaz de se aclimatar a temperaturas acima de 26°C, neste estudo os peixes (1,5g) foram aclimatados a 30°C conseguindo sobreviver 15 dias. É relatado que a velocidade de mudança de temperatura, a condição corporal e o tamanho dos peixes, entre outros, também exercem influência na tolerância térmica das espécies. Espera-se que ao longo do processo de maturação e de desenvolvimento dos órgãos cardiorrespiratórios a capacidade de tolerância térmica vá aumentando. Os diferentes resultados deste estudo e do anterior (Feidantsis *et al.*, 2009) podem ser justificados pelas diferentes velocidades de mudança de temperatura executadas nos dois estudos e pela utilização de peixes de diferentes tamanhos. Concluiu-se também que a dourada pode ter maior capacidade para se aclimatar a temperaturas baixas do que a temperaturas altas neste estudo, conquanto para peixes que se estão a alimentar abaixo da temperatura crítica inferior, tal não é possível por um longo período. Está descrito que esta espécie não possui capacidade para se aclimatizar a baixas temperaturas e se alimentar abaixo de 10°C, podendo desenvolver síndrome de inverno. Neste ensaio, o intervalo de temperatura de 25°C a 30°C foi identificado como a preferência térmica das douradas juvenis em estudo, não demonstrando estas grande sensibilidade a variações de temperatura neste intervalo térmico. Por fim, o estudo sugere uma temperatura de 25°C a 26°C para uma produção eficiente, considerando informação de estudos anteriores (Kır, 2020).

Num outro estudo realizado ainda mais recentemente, um grupo de douradas juvenis com 70 dias foram aclimatizadas a 19°C e mantidas a uma concentração de amónia inferior a 0,02 mg/l e posteriormente submetidas a uma temperatura de 28°C a uma taxa de mudança de temperatura de 2°C por cada 10 minutos (min) e a uma concentração de amónia de 1,5 mg/l através da adição de água resultante da maceração de alimento comercial (20 l/10 min) (tendo estas sido definidas com base nas condições adversas que se esperava num contexto real de uma unidade produtiva aquícola). Os resultados demonstraram que altos níveis de cortisol foram identificados nos peixes em estudo comparativamente ao grupo controlo, logo após 30 minutos do tratamento térmico. O cortisol é um dos biomarcadores mais frequentemente envolvidos em eventos de stresse em peixes tendo este estudo inclusivamente confirmado a sua ação. Os resultados do cortisol foram suportados por um aumento de proteínas de choque térmico (HSP). Fatores de stresse agudos podem desencadear ao nível celular a expressão de HSP que têm como objetivo auxiliar a célula a

suportar situações de stresse. Ocorreu também no ensaio alterações na transcrição de genes relacionados com o crescimento embora pouco consistentes e explícitos, o que vai ao encontro da literatura. Este estudo verificou que um curto período de exposição das douradas juvenis a mudanças de temperatura e amónia levaram a uma resposta de stresse dentro de 60 minutos de tratamento (Zarantoniello *et al.*, 2021). Estes resultados são concordantes com os de (Kır, 2020), que mostram que a dourada revela pouca capacidade de aclimação e sobrevivência em ambientes com elevadas variações térmicas (Kır, 2020).

No respeitante ao Robalo-legítimo, um estudo recente levado a cabo com o objetivo de analisar a ação da temperatura no crescimento, ingestão de alimento e metabolismo do robalo, realizou um ensaio térmico onde dividiu um grupo de robalos juvenis (123 g) em três tanques sujeitos a diferentes temperaturas (10°C, 15°C e 20°C). A taxa de alimentação e taxa específica de crescimento dos indivíduos a 20°C foram consideravelmente maiores do que as dos robalos a 10°C e 15°C, o que sugere que uma temperatura de 20°C na produção aquícola pode fomentar a ingestão de alimento e o crescimento, melhorando a produção (Zhou *et al.*, 2021).

Segundo Kır e Demirci (2018), em resultado de um estudo realizado com juvenis de robalo-legítimo (1,2 g) a temperaturas de aclimatização de 15, 20, 25 e 30°C, o intervalo de temperatura preferencial dos robalos juvenis encontra-se entre os 25 a 30°C, não obstante, a temperatura de aclimatização influencia em peso a tolerância térmica dos indivíduos visto que com o aumento da temperatura de aclimatização existe também um aumento nos valores de temperatura crítica. Foi mencionado também nesse estudo uma baixa capacidade do robalo em se adaptar a ambientes aquáticos com oscilações amplas de temperatura. O estudo propõe que o robalo juvenil pode ser produzido em temperaturas entre os 25°C a 30°C para uma produção aquícola eficiente (Kır e Demirci, 2018).

Segundo Samaras *et al.* (2018) a temperatura crítica inferior do robalo encontra-se entre os 4 a 6°C e a temperatura crítica superior entre os 33 a 35°C, embora a temperatura preferencial ronde os 19 a 29°C, [indicando que o limite térmico superior do robalo pode ser superior ao apresentado pela EFSA (2008)]. Entre os 11 a 15°C o crescimento do robalo abranda e a 7°C é interrompido, já a 18°C e acima disso o crescimento aumenta (Kır e Demirci, 2018).

Atendendo ao ciclo de vida do robalo (mencionado anteriormente no capítulo da biologia e reprodução do robalo), esta espécie realiza migrações que são dependentes da temperatura e que implicam elevadas necessidades energéticas de natação. Existem indícios de uma variação intraespecífica no que diz respeito à tolerância à temperatura e ao desempenho natatório dos robalos (Ozolina *et al.*, 2016). Dessa forma, Ozolina *et al.* (2016) investigaram essas variações individuais através de um teste desafio de temperatura quente

que concluiu que, os peixes tolerantes à temperatura apresentavam corações maiores, uma taxa de consumo de oxigénio em repouso menor e recuperavam mais rápido inicialmente após exercício do que os peixes sensíveis à temperatura. Contudo, estes últimos apresentaram uma velocidade máxima de natação maior, o que pode significar algum tipo de efeito compensatório. Este estudo pode sugerir que a seleção ao nível cardiorrespiratório pode traduzir-se numa melhoria da tolerância térmica destes indivíduos (Ozolina *et al.*, 2016).

No ambiente natural a dourada ocupa ambientes aquáticos onde a temperatura oscila entre os 11°C e os 26°C sem se observar qualquer tipo de transtorno causado pelas variações térmicas (Kır, 2020) e o robalo ambientes entre os 13°C e os 32°C (Kır e Demirci, 2018).

O conhecimento dos intervalos de temperatura de sobrevivência, de preferência térmica e a aclimatização térmica, são pertinentes na medida em que nos permitem antecipar a reação das espécies às mudanças climáticas e são fundamentais visando uma produção aquícola eficiente (Kır, 2020).

6.2 Oxigénio

Os seres vivos aquáticos necessitam de oxigénio dissolvido (OD) na água para sobreviverem. A maioria das espécies subsiste em ambientes aquáticos com um nível superior a 1 ppm (mg/l), porém, por norma abaixo de 4 a 5 ppm (mg/l) os organismos encontram-se em stresse. Em águas superficiais o OD costuma variar consideravelmente, ultrapassando usualmente os 7 a 8 ppm (mg/l) (Parker, 2012).

Os peixes de maior tamanho possuem uma taxa metabólica menor comparativamente aos mais pequenos (por unidade de peso) assim consomem menos oxigénio do que estes últimos e são menos eficientes a explorar o oxigénio das camadas aquáticas mais superficiais (Lucas *et al.*, 2019).

O OD da água depende de vários fatores, a nomear a temperatura, a salinidade, a pressão parcial do oxigénio atmosférico, a renovação da água e a densidade populacional (European Food Safety Authority [EFSA], 2008). O aumento da temperatura e da salinidade é inversamente proporcional à concentração de oxigénio dissolvido na água (figura 17) e este diretamente proporcional à pressão parcial do oxigénio na atmosfera (Lucas *et al.*, 2019). Altas densidades populacionais e altas taxas de alimentação dos peixes também possuem uma correlação inversa com a concentração de oxigénio dissolvido na água (Parker, 2012).

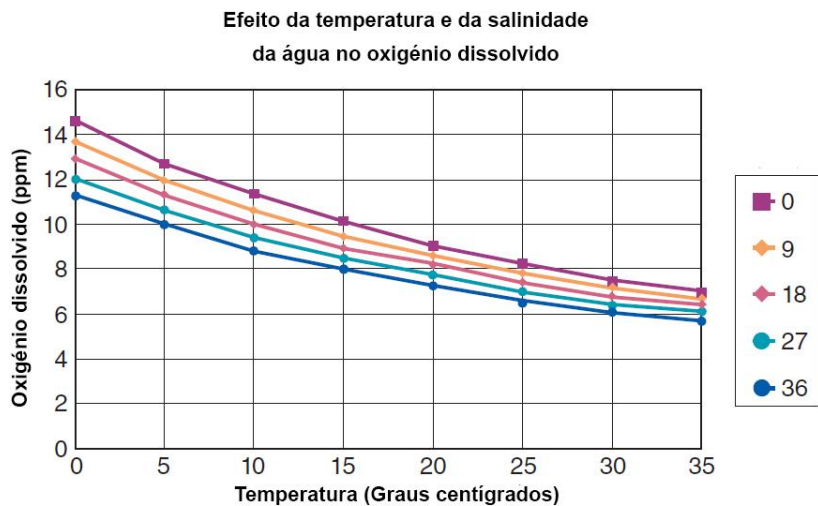


Figura 17 - Efeito da temperatura e da salinidade da água no oxigênio dissolvido. O aumento da temperatura e da salinidade reduz a capacidade de retenção do oxigênio dissolvido na água. Fonte: adaptado de Parker (2012)

As algas presentes nos tanques sintetizam oxigênio pela fotossíntese pelo que durante o dia o oxigênio dissolvido oscila e atinge o seu máximo ao final da tarde, durante a noite o OD vai decrescendo como resultado da respiração das algas até atingir um valor mínimo perto do irradiar da luz solar. Deste modo, prevê-se que em dias de nevoeiro e acontecimentos como a morte de plâncton resultem em baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (Parker, 2012). Nos tanques de aquicultura, é habitual níveis de OD acima de 15 ppm (mg/l) à tarde e abaixo de 5 ppm (mg/l) ao amanhecer (Lucas *et al.*, 2019). Existe um equilíbrio entre o oxigênio que é ganho e perdido no ambiente aquático e este determina a concentração de oxigênio dissolvido que se encontra na coluna de água (Makridis *et al.*, 2018). A fotossíntese constitui uma das principais fontes de ganho de oxigênio dissolvido em tanques de aquicultura, já a entrada de oxigênio por difusão constitui apenas 1 a 5 ppm do ganho de OD visto que se trata de um gás pouco solúvel em água. A respiração do plâncton, dos peixes produzidos e de outros organismos por seu lado conduzem a um consumo de OD (Parker, 2012).

Recomendam-se concentrações de oxigênio acima de 4 ppm. Ainda que as “guidelines” para o manejo do oxigênio se refiram às concentrações de oxigênio dissolvido, os peixes reagem à percentagem de saturação de oxigênio na água. A capacidade de retenção de oxigênio na água aumenta com a diminuição da temperatura, da altitude e da salinidade, assim um ambiente aquático com 100% de saturação de oxigênio a 15°C contem 9,8 ppm de oxigênio ao passo que a 30°C possui 7,5 ppm (Parker, 2012). Concentrações de oxigênio dissolvido acima de 100% de saturação não oferecem uma verdadeira vantagem

visto que quando a água está saturada de oxigénio o pigmento responsável pelo transporte deste gás está saturado (Lucas *et al.*, 2019).

A dourada e o robalo são espécies bem-adaptadas a um amplo intervalo de concentrações de oxigénio dissolvido, sendo que o seu consumo aumenta em resultado de vários eventos tais como o aumento da temperatura e do nível de atividade, a ingestão de alimento, e situações de stresse (EFSA, 2008). Segundo a EFSA (2008), para níveis iguais ou inferiores a 40% de saturação de oxigénio, o consumo de alimento e o crescimento destas espécies é afetado.

Um estudo realizado por Araújo-Luna *et al.* (2018) teve como objetivo demonstrar que níveis de oxigénio adequados são compatíveis com um incremento na densidade populacional, sem prejudicar o bem-estar dos peixes. Desse modo, foram realizados dois ensaios objetivando-se avaliar a influência da densidade animal e de diferentes níveis de oxigénio dissolvido, no desempenho da dourada. Nesse sentido, no primeiro ensaio, douradas com aproximadamente 271 g de peso foram submetidas a densidades de 5, 10 e 20 kg/m³ a níveis de OD acima de 70%, por um período experimental de 9 semanas. No segundo ensaio, douradas de 316 g, aproximadamente, foram mantidas a níveis de OD de 40% – 60%, 60% – 80% e 80% – 100%, a uma densidade de 10 kg/m³ durante 6 semanas de tratamento. O estudo evidenciou que douradas expostas a níveis de oxigénio dissolvido de 40% a 60% por 1 mês, revelaram alterações fisiológicas (hematócrito elevado e lesão branquial) e que a densidade animal pode ser incrementada até aos 20 kg/m³, a níveis de oxigénio superiores a 70%, sem ocorrer comprometimento dos parâmetros fisiológicos e do crescimento da dourada (Araújo-Luna *et al.*, 2018).

Foi realizado um outro estudo que teve como foco a monitorização das variações de oxigénio durante o verão e o outono, em jaulas de produção de robalo (*Dicentrarchus labrax*). Os resultados revelaram que a concentrações de OD de 40% – 70% os robalos apresentaram uma ligeira hipoxia. Estes níveis de OD, sobretudo a temperaturas elevadas, podem favorecer a uma diminuição da utilização de ração, aumento do gasto energético para o restabelecimento do equilíbrio iónico (por comprometimento osmo-respiratório), aumento do stresse e diminuição da resistência a doenças. Já foi citado que a temperaturas de 22°C a 24°C, durante um longo período a níveis de OD de 40% – 70% pode condicionar os robalos a um decréscimo no seu crescimento e na utilização de ração. Para evita-lo, uma concentração acima de 70% deve ser preservada durante toda a produção. Também já foi sugerido acima de 90% OD para uma produção de dourada e robalo a níveis seguros (a 22-24°C). Os níveis mínimos de saturação de OD do ensaio ocorreram no momento da alimentação dos peixes (Makridis *et al.*, 2018).

6.3 Salinidade

A salinidade reflete a concentração iônica total aquática, sendo o cloreto de sódio o principal constituinte iônico da água do mar (Parker, 2012). Os seres vivos de água salgada são hipossalinos comparativamente ao meio aquático, contrariamente às espécies de água doce. Assim, os primeiros ingerem água para repor aquela que é naturalmente perdida para o meio e excretam iões para evitar a acumulação de sais em excesso. As espécies de águas estuarinas resistem a um amplo intervalo de salinidades. Já as espécies marinhas uma vez que estão bem adaptadas a ambientes com altas salinidades não toleram tão bem níveis mais baixos, inversamente às espécies de água doce (Lucas *et al.*, 2019).

As espécies produzidas na aquicultura possuem um intervalo de tolerância de salinidade sendo que cada espécie possui o seu intervalo ótimo. Quando a salinidade se encontra fora desse intervalo são desencadeados mecanismos osmorregulatórios com gasto de energia sendo que no limite, estes deixam de conseguir manter o equilíbrio interno osmótico e o animal morre. Nas espécies de aquicultura quando a salinidade está abaixo do intervalo ótimo induz stresse aos peixes e é agravado quando a temperatura também se encontra em níveis indesejáveis (Lucas *et al.*, 2019). Este fator abiótico é expresso em partes por milhão (ppm) e pode ser medido pela refração que os sais exercem na luz, por condutância elétrica e através da concentração e densidade dos sais na água. Um valor equivalente ou superior a 35 ppm corresponde à salinidade da água do mar (Parker, 2012).

O ambiente aquático estuarino está sujeito frequentemente a oscilações de salinidade sendo que nas últimas décadas o gradiente de salinidade deste ecossistema estuarino tem vindo a diminuir como resultado do degelo dos glaciares e da precipitação intensa. Os teleósteos eurialinos habitam frequentemente os estuários em determinadas fases do seu ciclo de vida sofrendo frequentemente o efeito do stresse osmótico resultante de variações na salinidade (Shrivastava *et al.*, 2019). Estes peixes mantêm a sua osmolalidade interna em níveis entre os 300-350 MOsmol.kg⁻¹ através de mecanismos osmoregulatórios que ocorrem nas guelras, pele, intestino e sistema urinário, dentro do intervalo de salinidade ambiental tolerável (Elaraby *et al.*, 2018). É nas brânquias onde decorre primariamente a regulação iônica e equilíbrio ácido-base, e outros processos como as trocas gasosas e a excreção de resíduos nitrogenados. O alto espectro de salinidades ambientais reflete a alta capacidade de transporte de iões pelas brânquias. Este transporte é mediado por canais de iões, cotransportadores (NKCC; NCC) e enzimas de transporte de iões dependentes de energia (NKA) (Shrivastava *et al.*, 2019), que estão presentes nos ionócitos, células especializadas no transporte de iões (Sucré *et al.*, 2011). A enzima NKA está presente no epitélio das brânquias e encontra-se envolvida em vários sistemas de transporte de iões nomeadamente

no transporte de K^+ para o interior das células e de Na^+ para o exterior. Já o cotransportador NKCC é responsável pelo transporte transepitelial de íons, pela manutenção da concentração eletrolítica e pelo fluxo de água em células polarizadas (Shrivastava *et al.*, 2019).

A dourada e o robalo são espécies eurialinas, contudo mudanças bruscas na salinidade afetam o bem-estar destas espécies (European Food Safety Authority [EFSA], 2008).

Um estudo realizado pretendeu avaliar o desempenho do crescimento do robalo juvenil a diferentes salinidades (36, 17, 8, 4, 2 e <1 ppm) e a respetiva capacidade de osmorregulação. Para esse fim foram usados robalos juvenis com aproximadamente 2 g de peso. Os resultados mostraram que para uma salinidade de 8 ppm os peixes revelaram um melhor desempenho de crescimento do que a uma salinidade de 36 ppm. A mesma tendência foi observada para a taxa de conversão alimentar, taxa de eficiência proteica, fator de condição do robalo e rendimento líquido (Elaraby *et al.*, 2018).

Um outro estudo foi colocado em prática com o objetivo de avaliar a resposta de douradas juvenis a vários fatores de stresse ambiental, nomeadamente à salinidade. Os peixes foram aclimatados a uma salinidade de 30 ppt por 25 dias e posteriormente submetidos a uma menor salinidade (20‰) através da adição de água destilada a uma taxa de 2 ppm/min (tendo esta sido definida com base nas condições adversas que se esperava num contexto real de uma unidade produtiva aquícola). Os resultados deste estudo demonstraram que o cortisol não teve um aumento significativo, o que reforça as características eurialinas desta espécie. Também não ocorreram alterações significativas na expressão de proteínas de choque térmico e de genes relacionados com o crescimento o que vai ao encontro do dado anterior (Zarantonello *et al.*, 2021).

A maioria dos ensaios tem em foco o impacto de um único agente stressante, no entanto o efeito combinado da redução da salinidade, da acidificação dos oceanos e da exposição a altas concentrações ambientais de amónia na fisiologia dos peixes não está bem esclarecido, sendo necessário mais estudos (Shrivastava *et al.*, 2019). Tendo por base o predito, um estudo realizado por Shrivastava *et al.* (2019), avaliou o impacto combinado do aumento da pressão parcial de CO_2 ambiental ($HiCO_2$, 400-1000 μ atm), salinidades reduzidas da água marinha (32 ppt-2,5 ppt) e exposição a altas concentrações de amónia ambiental (HEA) na capacidade de adaptação dos peixes. Este estudo verificou que o nível de compensação para a descida do pH sanguíneo, em resposta a uma exposição a alta pressão parcial de CO_2 , foi mais efetiva para uma salinidade da água do mar (32 ppt) do que para salinidades mais baixas (10 ppt e 2,5 ppt), não obstante os peixes conseguiram compensar a acidose em todas as salinidades. Também se observou que a subida do pH sanguíneo em resposta a altas concentrações de amónia ambientais foi revertida quando os peixes foram

expostos aos agentes stressantes combinados, sugerindo que HiCO_2 e HEA anulam o efeito um do outro. Os peixes expostos a HiCO_2 (1000 μatm) mantiveram uma taxa de excreção de amónia dentro dos níveis do controlo do grupo pCO_2 (400 μatm) em todas as faixas de salinidade, sugerindo que a exposição única ao HiCO_2 não interfere com a excreção de amónia. Em contrapartida, para os grupos expostos a HiCO_2 e a HEA concomitantemente, revelaram uma maior acumulação de amónia plasmática e muscular para quase todas as salinidades, bem como uma diminuição na taxa de excreção de amónia. Estas e outras conclusões do estudo sugerem que a acidificação dos oceanos e altas concentrações de amónia possuem um impacto negativo que é agravado quando os peixes são expostos a esses dois fatores em simultâneo, e indica que os peixes se tornam mais suscetíveis a essas condições ambientais em salinidades mais baixas (Shrivastava *et al.*, 2019).

6.4 Amónia

A amónia representa o principal produto final do metabolismo do nitrogénio em teleósteos (Zarantoniello *et al.*, 2021) e o maior resíduo resultante da produção aquícola de dourada e de robalo (Kalogianni *et al.*, 2011). Em ambientes aquáticos circunscritos, como em baías e estuários, as concentrações de amónia podem atingir níveis elevados como resultado dos resíduos industriais, dos efluentes agrícolas e de esgotos, e da decomposição de resíduos biológicos (Sinha *et al.*, 2015). Possui a forma não ionizada (NH_3) e a ionizada (NH_4^+) e a ocorrência destas no meio aquático depende do pH e da temperatura. O aumento destes fatores promove um incremento de NH_3 , a forma mais tóxica da amónia, sendo o pH o que exerce maior influência (figura 18). Quando as concentrações de amónia aquáticas aumentam, a excreção deste metabolito pelos seres vivos diminui, resultando consequentemente num incremento da concentração de amónia sanguínea e num aumento do pH do sangue (Lucas *et al.*, 2019).

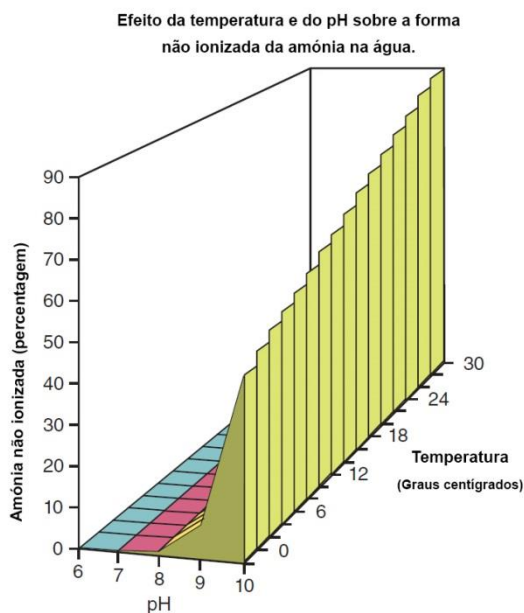


Figura 18 - Efeito da temperatura e do pH sobre a forma não ionizada da amônia na água. O aumento da temperatura e do pH incrementa o NH_3 . Fonte: adaptado de Parker (2012).

A amônia conduz a um aumento do consumo de oxigénio pelos tecidos corporais, reduz a capacidade de transporte do oxigénio na corrente sanguínea e provoca lesões nas guelras. A toxicidade da amônia está bastante associada à diminuição da taxa de crescimento dos animais aquáticos (Lucas *et al.*, 2019), tendo já sido evidenciado uma diminuição do crescimento de peixes, em exposições agudas, a elevadas concentrações de amônia (Zarantoniello *et al.*, 2021), não obstante, uma maior suscetibilidade a doenças também se verifica (Lucas *et al.*, 2019).

As oscilações diárias no pH dos tanques provocam uma consequente mudança nos níveis de NH_3 , assim as concentrações deste metabolito tóxico atingem níveis altos durante o dia favorecendo a um acúmulo de amônia no sangue; e sofrem um decréscimo durante a noite resultando numa excreção desta pelos peixes (Parker, 2012). Deste modo, considerando as constantes variações nos níveis de NH_3 nos tanques durante o decorrer do dia, não é fácil determinar a toxicidade da amônia neste tipo de sistema de produção (Lucas *et al.*, 2019). Níveis de amônia acima de 2 mg/l (ppm) induzem stresse e conduzem à morte de alguns peixes aumentando drasticamente a mortalidade acima dos 7 mg/l (ppm). A medição da amônia na água através de “kits” de testes específicos para o efeito determinam somente a amônia total. Por esse motivo, faz parte das técnicas de manejo a monitorização do pH, para determinar se grande quantidade dessa amônia se encontra na forma mais toxica (NH_3); de modo que, se o pH estiver acima de 8, com níveis de amônia superiores a 0,5 mg/l deve ser considerado motivo de alerta. Em tanques de produção com populações de fitoplâncton os níveis de amônia costumam permanecer baixos, uma vez que as algas utilizam a amônia

como fonte de nitrogénio (Parker, 2012). Quando as densidades populacionais são elevadas a amónia representa um fator de stresse (Kalogianni *et al.*, 2011).

A taxa de alimentação deve ser ajustada à capacidade do ecossistema onde se desenrola a produção, de eliminar ou desintoxicar a amónia que é produzida como subproduto da alimentação (Lucas *et al.*, 2019). No sistema de produção em tanques, este fator abiótico é de difícil gestão uma vez que a taxa de conversão da amónia está dependente de vários fatores que não são controláveis, tais como a velocidade do vento, a luz solar e a temperatura, entre outros. Para além do mais, a grande capacidade dos tanques com grandes volumes de água dificulta a eliminação da amónia. Desta forma, a base para a gestão da amónia assenta numa produção que atua dentro dos níveis de capacidade do ecossistema do tanque, evitando-se o acúmulo de níveis tóxicos de amónia. Assim, em tanques com uma densidade animal moderada e com taxas de alimentação adequadas com recurso a alimentos de alta qualidade, a retenção de nitrogénio pelos animais é potencializada, minimizando-se o risco de toxicidade por amónia. Foram sugeridos vários métodos para remoção da amónia baseados em catalisadores de processos naturais, no entanto a maior parte deles revelaram-se infrutíferos ou são muito dispendiosos. Foram também desenvolvidos sistemas de tecnologia biofloc que consistem em aglomerados de bactérias, algas, protozoários, matéria fecal e alimento não ingerido que se encontram suspensos, realizando o tratamento dos resíduos (Lucas *et al.*, 2019).

A amónia é eliminada para a atmosfera por difusão; pode ser oxidada em nitrato não tóxico, pelas bactérias nitrificantes e o nitrato convertido em nitrogénio que por sua vez é perdido também para a atmosfera (figura 19) (Lucas *et al.*, 2019).

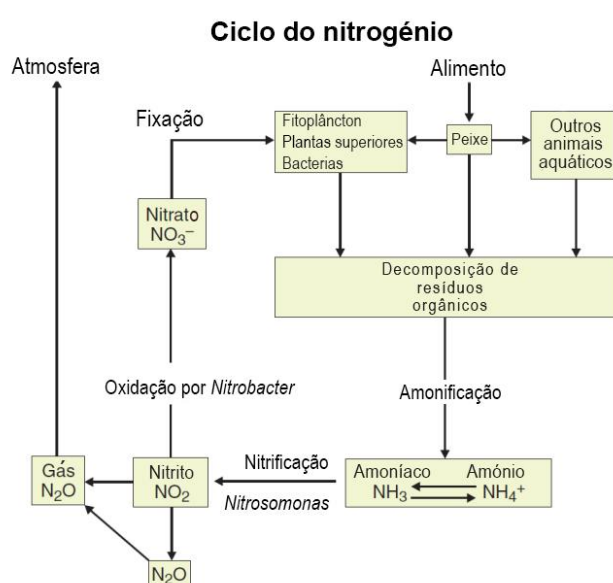


Figura 19 - Ciclo do nitrogénio.

Fonte: Adaptado de Parker (2012)

A adoção de técnicas de manejo para a prevenção de problemas resultantes da ação da amónia contemplam: evitar a sobredensidade animal e sobrealimentação, a adição de água doce, o controlo do crescimento das plantas presentes nos tanques, a monitorização do pH e a remoção da matéria fecal (Parker, 2012).

Kalogianni *et al.* (2011) realizaram um estudo que pretendeu avaliar as alterações cutâneas na dourada e no robalo expostos a níveis elevados de amónia. Verificou-se neste ensaio a manifestação de alterações cutâneas nestas duas espécies, que se mantiveram por um longo período, ainda que reversíveis. Foram evidenciadas consequências ao nível da secreção de muco dependentes da concentração de amónia bem como um aumento na dispersão de melanossomas. O estudo refere que estas alterações podem funcionar como indicadores de stresse na produção aquícola (Kalogianni *et al.*, 2011).

Outros estudos abordam o efeito citotóxico da amónia induzido pela síntese de espécies reativas de oxigénio (ROS), em peixes. A produção das ROS pode provocar dano oxidativo das células por acumulação de lípidos e proteínas oxidados. Quando os fatores oxidativos superam as defesas antioxidantes celulares é instalado o stresse oxidativo (Sinha *et al.*, 2015). Sinha *et al.* (2015) conduziram um estudo dentro deste tema, em que avaliaram o estado oxidativo e o perfil antioxidante de vários tecidos do organismo do robalo (*Dicentrarchus labrax*) exposto a uma concentração sub-letal de amónia. Os seus resultados revelaram que ocorreu stresse oxidativo em todos os órgãos em estudo, apesar de que a resposta antioxidante de proteção decorreu em diferentes graus e a diferentes tempos de exposição nos diversos tecidos, tendo sido mais desenvolvida no fígado. O músculo e o rim manifestaram um nível de stresse oxidativo ligeiro, já o fígado e o cérebro foram os órgãos mais afectados. As diferenças nas respostas oxidativas e antioxidantes dos tecidos sugerem que a avaliação dos efeitos dos fatores de stresse ambientais no organismo dos peixes deve ser avaliada ao nível dos sistemas de órgãos (Sinha *et al.*, 2015).

6.5 Turbidez

A água com uma elevada turbidez ocasionada por uma grande concentração de sólidos em suspensão interfere na vida dos organismos aquáticos bem como na sua produtividade (Pillay e Kutty, 2005). A turbidez obstrui a penetração da luz solar sendo que com 250 mg/l de sólidos em suspensão a produção de alimento natural é prejudicada (Parker, 2012). Estes constituintes também podem obstruir os órgãos digestivos do plâncton e traumatizar as brânquias dos peixes, tornando-se estas sequelas notórias quando estão presentes 4% de sólidos na água (Pillay e Kutty, 2005). Concentrações inferiores a 500 mg/l

de sólidos podem também afetar a reprodução dos peixes (Parker, 2012). Em centros de reprodução a água com turbidez pode igualmente prejudicar a incubação e o desenvolvimento das larvas (Pillay e Kutty, 2005).

Nos tanques de aquicultura existem habitualmente concentrações de sólidos em suspensão entre os 20 a 80 mg/l, correspondendo metade à matéria orgânica em suspensão (10 – 40 mg/l). O fitoplâncton representa uma grande parcela do total de matéria orgânica suspensa, podendo este último funcionar como um indicador da quantidade de fitoplâncton presente nos tanques (Lucas *et al.*, 2019).

A água com elevada turbidez tem frequentemente um baixo pH (Lucas *et al.*, 2019). A turbidez pode ser controlada através da adoção de métodos adequados nomeadamente a utilização de reservatórios de decantação, de filtros (Pillay e Kutty, 2005) e de tratamentos com calcário agrícola, sulfato de cálcio e sulfato de alumínio. A utilização de calcário agrícola favorece a fixação das partículas de argila e a utilização de sulfato de cálcio e de sulfato de alumínio estimula a sua precipitação, removendo a turbidez (Lucas *et al.*, 2019).

6.6 Dióxido de carbono

O dióxido de carbono (CO₂) é um gás presente na atmosfera e que possui uma elevada capacidade para se dissolver na água, atuando como um ácido neste líquido. Nos tanques de produção, a maior percentagem de CO₂ dissolvido provem da respiração e varia ao longo do dia na razão inversa ao oxigénio dissolvido, atingindo menores concentrações durante o período diurno e um aumento durante a noite e/ou quando a taxa de respiração ultrapasse a da fotossíntese (figura 20) (Parker, 2012). Os seres vivos aquáticos excretam dióxido de carbono na água como resultado da respiração celular. Quando os níveis de CO₂ aquáticos aumentam ocorre acidificação do sangue por aumento do dióxido de carbono sanguíneo visto que se sucede uma diminuição na excreção deste gás. Consequentemente, os organismos aquáticos diminuem a sua tolerância a ambientes pobres em oxigénio dado que o pigmento respiratório responsável diminui a sua afinidade pelo oxigénio. Concentrações de CO₂ dissolvido acima de 60-80 mg/l revelam uma ação narcótica nos organismos aquáticos (Lucas *et al.*, 2019). No entanto, se o oxigénio dissolvido estiver em níveis que induzam stresse o limiar de concentração de CO₂ desce para os 20mg/l (Parker, 2012).

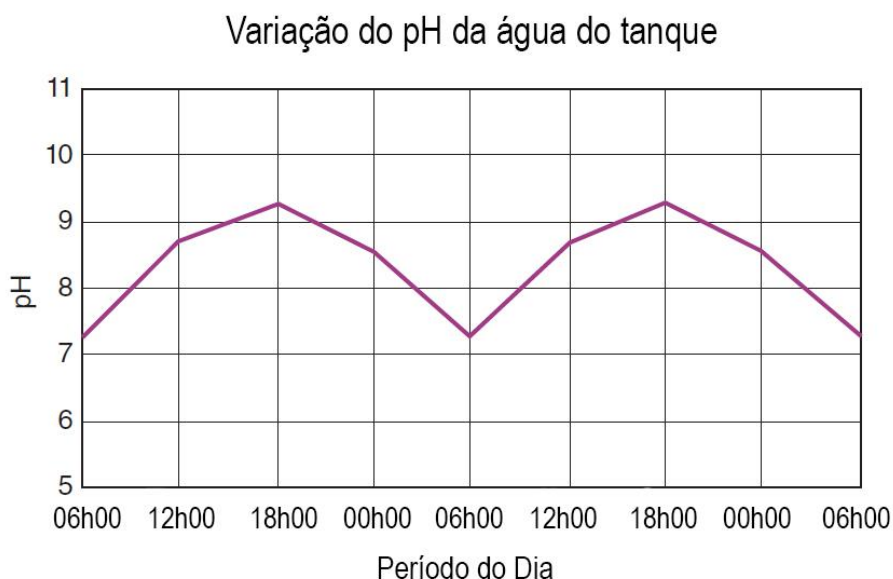


Figura 20 - Variação do pH da água do tanque, ao longo do dia. O CO_2 da água faz variar o pH. Fonte: Adaptado de Parker (2012)

O dióxido de carbono é perdido para a atmosfera por difusão ou convertido pela fotossíntese em carbono orgânico (Lucas *et al.*, 2019).

A utilização de aeradores e de cal viva melhoram a capacidade dos peixes em utilizar o oxigênio presente na água visto que os primeiros aumentam a dissolução de oxigênio e a segunda neutraliza o CO_2 aquático (Parker, 2012).

Os níveis de CO_2 atmosféricos têm vindo a aumentar desde a época da revolução industrial, o que se tem traduzido numa diminuição do pH dos oceanos. Vários estudos relataram perturbações sensoriais e comportamentais em peixes expostos a níveis de CO_2 elevados. Nesse sentido, um estudo recente foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito que concentrações de CO_2 elevadas, em exposições a curto e médio prazo, exercem na sensibilidade olfativa da dourada (*Sparus aurata*). Para esse efeito foram utilizadas douradas com aproximadamente 180 g distribuídas por seis tanques, três dos quais pertenceram ao grupo controlo e os restantes submetidos a altos níveis de CO_2 , durante um período de 4 a 8 semanas. O estudo revelou uma diminuição na sensibilidade olfatória da dourada a 5 dos 7 odoríferos testados e em três deles verificou-se um aumento do limiar de deteção, num período curto de exposição. Esta diminuição persistiu por várias semanas em douradas mantidas em águas com altos níveis de CO_2 , não tendo estas apresentado mecanismos compensatórios. Verificou-se também nas douradas submetidas a um elevado CO_2 dissolvido, presença de uma maior quantidade de células de muco no epitélio olfatório e uma subida do pH deste, mais próximo do neutro. O estudo põe em evidência a ação da acidificação dos oceanos na sensibilidade olfatória em peixes. Não obstante, o efeito da acidificação dos

oceanos não é totalmente conhecido e os estudos sobre o olfato são escassos (Velez *et al.*, 2019).

A maioria dos estudos que existem sobre os efeitos do CO₂ aplicam-se nos efeitos de longa exposição a concentrações específicas de CO₂. Esses estudos têm maior aplicabilidade para sistemas aquícolas cujas concentrações deste gás se mantêm estáveis ao longo do tempo, porém em tanques de aquicultura o CO₂ dissolvido varia ao longo do dia. Assim são necessários estudos que avaliem o efeito de curta exposição a oscilações de CO₂, de forma a compreender a relevância deste fator abiótico na aquicultura em tanques (Lucas *et al.*, 2019).

6.7 pH

O pH representa o logaritmo negativo da concentração de íões hidrogénio e expressa a concentração numa escala de 0 a 14. Este íão provoca acidez e o pH exprime o grau dessa acidez. Quando a água possui um pH abaixo de 7 é considerada ácida e quanto menor o pH maior o grau de acidez; acima de 7 a água é básica ou alcalina e quanto maior o pH maior a sua basicidade (Lucas *et al.*, 2019). A um pH 7 a água é neutra (Parker, 2012).

O pH da água revela alterações que ocorrem no ambiente aquático e a atividade dos seres vivos, pelo que é importante realizar a sua medição (Helal e Mustafa, 2019). Os peixes morrem quando o pH da água atinge 4 e 11 e em intervalos de 4-6 e de 9-10 a reprodução e o crescimento poderão ser prejudicados em determinadas espécies (Parker, 2012). Um intervalo de pH entre os 6,7 e os 9,5 é adequado para a produção de peixes, sendo o intervalo ótimo de pH entre os 7,5 e os 8,5 (Helal e Mustafa, 2019). As oscilações de CO₂ que ocorrem ao longo do dia influenciam o pH da água dos tanques, sendo que em breves períodos da tarde o pH atinge valores entre os 9-10 (Parker, 2012). Períodos prolongados de altas taxas fotossintéticas provocam níveis de pH elevados por consumo do CO₂ aquático. A renovação da água dos tanques pode ser realizada com o objetivo de remover o fitoplâncton e consequentemente baixar o pH. A aplicação de sulfato de cobre também pode ser praticada uma vez que este composto provoca a morte das algas. Em situações de emergência pode recorrer-se ao sulfato de alumínio, este último sofre hidrólise com libertação de hidrogénio que diminui o pH (Lucas *et al.*, 2019).

A dourada e o robalo são espécies bem-adaptadas a amplas variações de pH do meio aquático. Valores de pH abaixo de 6,5 e acima de 8,5 podem promover um baixo bem-estar nestas espécies e abaixo de 5 e acima de 9 comprometem o crescimento e bem-estar, níveis críticos de pH abaixo de 4,5 e acima de 9,4 podem provocar a morte se os peixes forem sujeitos repentinamente a esse estímulo, ainda que no cenário real prático não seja provável

acontecer. Nos tanques de terra, os níveis de pH estão maioritariamente relacionados com as concentrações de CO₂ resultantes da respiração dos peixes (European Food Safety Authority [EFSA], 2008).

7. Maneio e gestão da exploração

A empresa Nasharyba realiza a produção de dourada (*Sparus aurata*) em policultura com robalo (*Dicentrarchus labrax*) em regime semi-intensivo de engorda. Alevins de ambas as espécies são adquiridos de maternidades, com 10 g de peso vivo (PV), e povoados em tanques de terra revestidos com rochas (figura 21). Os sistemas de produção da dourada e do robalo são similares uma vez que existem muitas semelhanças em vários fatores que influenciam a sua produção e constituem nichos complementares no respeitante à sua alimentação e território que ocupam na coluna de água. A dourada é uma espécie carnívora que possui uma dieta herbívora complementar contribuindo dessa forma para o controlo das populações de algas e de outras espécies vegetais dentro dos tanques. Já o robalo predadora nomeadamente peixes de pequenas dimensões que entram pelas comportas impedindo que estes cresçam e que se instalem nos tanques competindo por recursos, e ocupa a coluna de água mais próxima ao fundo.



Figura 21 - Tanque de produção em terra revestido por rochas [Fotografia da autora]

Na exploração, o ciclo de produção destas duas espécies tem a duração de 2 anos e uma densidade animal de 2kg/m^3 no final do ciclo. Durante esse período em alguns casos realiza-se o desdobramento dos tanques, onde metade do efetivo produtivo abandona o tanque de origem e ocupa um novo. O objetivo consiste em disponibilizar mais espaço e recursos por cada animal visando respeitar os 2kg/m^3 de densidade final. No final do ciclo os peixes são pescados, com pesos compreendidos entre os 200 g e 1 Kg, e abatidos por choque térmico em gelo fundente em água (figura 22), sendo que cada tanque pode ser pescado mais do que uma vez. A arte da pesca é realizada com o auxílio de redes de arrasto que são puxadas manualmente de um lado ao outro dos tanques e posteriormente movidas para uma

das extremidades onde os peixes são então pescados. Com recurso a um camaroeiro os peixes são transferidos para tinas com água e gelo fundente onde ocorre o seu abate (figura 22). As tinas com o peixe são de seguida transportadas para a sala de embalagem onde decorre a triagem e embalagem do peixe pescado. Na triagem e embalagem, os peixes são seleccionados de acordo com a espécie e peso que apresentam e acondicionados em caixas de poliestireno com gelo laminar protegidos por uma película de plástico. As redes utilizadas na pesca são limpas através da imersão das mesmas em água doce por um período de 24 horas.



Figura 22 - Abate dos peixes em tina com água e gelo fundente [Fotografia da autora]

Quando todo o peixe de um tanque é pescado realiza-se um vazio sanitário. Procedese à seca do tanque escoando toda a água do mesmo e permitindo assim que os raios UV incidam sobre toda a superfície do fundo. Também se utiliza cal (óxido de cálcio) durante pelo menos 48 horas com o objetivo de diminuir a incidência de agentes que possam vir a afetar a saúde dos futuros alevins bem como eliminar peixes que ainda permaneçam no tanque e que possam futuramente preda os novos juvenis.

Não se efetuam amostragens para avaliar a biomassa dos tanques, tal procedimento iria implicar o abate de uma quantidade significativa de peixes uma vez que se tratam de populações de grandes dimensões, o que por sua vez iria resultar num prejuízo económico considerável para a exploração.

A alimentação das espécies produzidas é realizada através do fornecimento de um alimento comercial composto completo (figura 23), uma vez ao dia ao início da manhã (com exceção dos juvenis mais pequenos que são alimentados duas vezes por dia), e de alimento natural que é disponibilizado pela água de abastecimento da exploração, proveniente do estuário. O alimento artificial é facultado aos peixes com recurso a alimentadores mecânicos

com capacidade até 200 kg que debitam alimento durante 90 minutos e que possuem uma taxa de débito de ração manipulável pelo operador (figura 24). Cada tanque possui 2 ou 3 alimentadores. O doseamento do débito dos alimentadores deve ser ajustado à demanda dos peixes de forma a evitar que o alimento se acumule na periferia dos tanques levando dessa forma a um maior desperdício, sendo que nos peixes maiores debita-se maior quantidade de ração por unidade de tempo.



Figura 23 - Alimento comercial composto completo [Fotografia da autora]



Figura 24 - Alimentação dos peixes no tanque [Fotografia da autora]

Observou-se que os peixes se alimentam em maior grau nos alimentadores posicionados no meio dos tanques comparativamente aos presentes nas pontas, possivelmente porque os primeiros estão acessíveis a um maior número de territórios dos peixes. Dessa forma, a exploração em foco encontra-se no processo de aquisição de novos alimentadores com menor capacidade e em maior número e bem distribuídos ao longo dos tanques, de forma a melhorar o seu manejo alimentar. Contudo, a aquisição destes equipamentos e de outros é gradual uma vez que requer custos associados que são geridos de forma prudente considerando as margens de lucro e despesas associadas à manutenção da exploração, sempre privilegiando o bem-estar e a qualidade do peixe.

A quantidade de alimento providenciado é previamente calculada tendo por base a biomassa e o peso dos peixes presentes no tanque. Assim, para juvenis com pesos compreendidos entre os 10-12g e os 50g é oferecido 3 a 4% do seu peso vivo (PV), esta percentagem vai diminuindo até às 200 g de peso, a partir do qual se alimenta com 1% PV (considerando temperaturas superiores a 18-19°C).

Durante o período invernal, observou-se, sobretudo nas douradas, uma alteração de comportamento, encontrando-se menos ativas e ingerindo menos alimento e por isso o manejo alimentar neste período é mais criterioso. Assim optou-se em algumas circunstâncias por realizar a descontinuação da alimentação artificial, sendo que nos tanques de produção existe alimento natural que está sempre à disponibilidade dos peixes e que constitui uma dieta natural. Nesses dias de jejum os peixes alimentam-se dos recursos naturais, o robalo (pequenos peixes, caranguejos, camarões) e a dourada (algas, espécies vegetais, mexilhões), que entram aquando a renovação da água (figuras 25 a 28) e, de alimento composto que ficou retido no fundo, beneficiando do ecossistema do tanque e auxiliando na limpeza do mesmo (figuras 25 a 28).



Figura 25 - Um caranguejo no tanque [Fotografia da autora]



Figura 26 - Colónias de mexilhões aderidos a uma infraestrutura da exploração [Fotografia da autora]



Figura 27 - Presença de um grande aglomerado de algas num tanque [Fotografia da autora]



Figura 28 - Pequena colónia de mexilhões e algas [Fotografia da autora]

Desta forma, há também um controlo da população de algas presentes o que por seu lado propicia a um aumento da disponibilidade de oxigénio durante a noite. Ademais, devido à diminuição da ingestão de alimento a monitorização do período de alimentação é realizada com maior precaução e vigilância de forma a desligar os alimentadores quando os animais interrompem a ingestão, evitando-se assim desperdícios que por sua vez prejudicam a qualidade da água. A utilização de ração flutuante (figura 29) ajustada a um débito adequado da mesma, melhorou os resultados uma vez que facilita o controlo da alimentação, sobretudo nesta fase em que os peixes estão mais inconstantes permitindo detetar se está a ocorrer desperdício e se é necessário alterar o débito. Um dos indicadores do desperdício de ração é a presença de uma película de oleosidade à superfície da água, que se pôde observar nos cantos dos tanques e que nos permite predizer que está a haver deposição de ração no fundo que conseqüentemente fermenta. Em algumas circunstâncias, observando os momentos de alimentação, verificou-se que as douradas se mantinham aparentemente interessadas no alimento, mas não se encontravam a ingeri-lo, presumivelmente numa resposta comportamental ao estímulo da alimentação.



Figura 29 - Dourada e robalo no momento da alimentação.
Visível alimento flutuante [Fotografia da autora]

Cerca de 90 % ou mais do alimento disponibilizado é ingerido pelos peixes se realizado um manejo alimentar criterioso. Como produtos resultantes do metabolismo são excretados componentes como o dióxido de carbono, a amónia e o fosfato que influenciam em elevado grau a qualidade da água. Os microrganismos através do processo de mineralização decompõem a matéria orgânica do alimento não ingerido pelos peixes e das fezes destes, resultando num decréscimo do oxigénio dissolvido (OD) e incremento de dióxido de carbono na água. A amónia e o fosfato estimulam o crescimento de algas pelo que quando as taxas

de alimentação aumentam, a proliferação de algas tende a ser maior, proporcionando níveis altos de OD durante o dia, porém baixos durante a noite, sendo que quando a taxa de alimentação é superior a 30 a 40 kg/ha os valores de OD tendem a ser inferiores a 3 a 4 mg/l durante a noite (Lucas *et al.*, 2019). Uma das situações fundamentada pelo dado anterior é o fenómeno de eutrofização que ocorre nas valas de saída da exploração (aquelas que recebem a água dos tanques), resultado de uma elevada proliferação das algas aí presentes estimuladas pela quantidade crescente de amónia e fosfato resultante do metabolismo dos peixes produzidos (figura 30).



Figura 30 - Elevada proliferação de algas numa vala de saída do Torrão [Fotografia da autora]

Assim na exploração sempre que se praticam elevadas taxas de alimentação, que é o caso dos meses mais quentes, é mantida aeração mecânica de forma a compensar os níveis de OD mais baixos e sempre que necessário monitoriza-se o oxigénio dissolvido de forma a avaliar se a taxa de alimentação está ajustada à aeração conseguida. Também se realiza a renovação da água pela ação das marés para remover o excesso de plâncton e de nutrientes presentes na água.

A renovação da água da exploração é realizada por gravidade no período das marés, recorrendo a marés com uma altura igual ou superior a 3,1/3,2 m no torrão (T) e a 3,4 m no Vale da Vinha (VV) para uma renovação de 50% da água da exploração. O Vale da Vinha necessita de uma maré maior visto que se encontra instalado mais afastado da foz, comparativamente ao Torrão. Em marés com uma altura inferior a estes valores não se consegue realizar uma renovação eficiente, pelo que, nesses casos, se recorre à bombagem artificial da água com recurso a bombas para manter a circulação de água na exploração (figura 31). Para além do mais, as marés altas são mais vantajosas visto que não arrastam

tantos detritos do fundo da coluna de água. Não obstante, o principal propósito da bombagem é repor o nível da água nos tanques de produção, uma vez que parte dela é perdida pela evaporação, permeabilização no solo e pelas comportas (que não são completamente estanques). Na Europa, a perda de água diária é em média de 0,4 cm – 0,8 cm (Pillay e Kutty, 2005). Normalmente o período de renovação das águas da exploração tem a duração de 4 a 5 dias e ocorre a cada 5 a 7 dias.

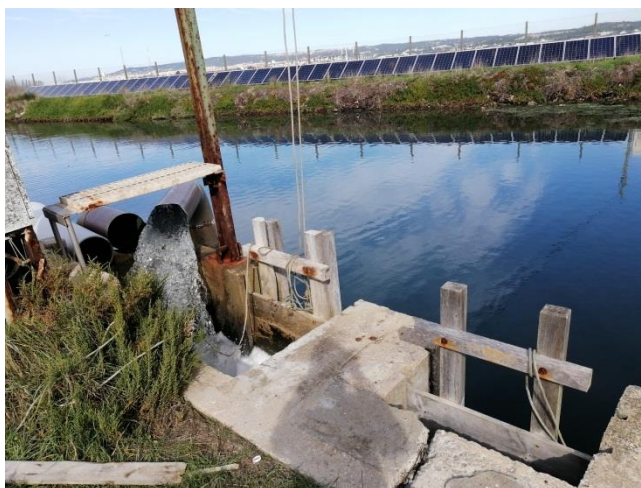


Figura 31 - Bombagem da água do reservatório do torrão para a vala de renovação da água [Fotografia da autora]

Quando a maré sobe, a água flui pelas comportas do estuário para o reservatório. Existem 5 comportas manuais, sendo que estão abertas somente 3 com o propósito de se manter um nível ótimo de água no reservatório. A estabelecer a comunicação entre o reservatório e a vala de renovação existem dois tipos de comportas, umas manuais e outras que abrem e fecham de acordo com a pressão que a água exerce (comportas de nível). Quando se prevê uma maré alta (3,1m/3,2m T) por consulta da previsão da altura da maré, são abertas previamente as comportas manuais que permanecem abertas durante o período de marés altas (figura 32). Desta forma, quando a maré sobe, o nível da água no reservatório aumenta exercendo pressão sobre as comportas de nível que por sua vez abrem deixando passar água para a vala de renovação dos tanques. Da vala de renovação, a água entra diretamente para os tanques fazendo mover as comportas de nível, e a mesma situação acontece com a saída da água para a vala de saída. No Vale da Vinha (3,4 m) o processo decorre de forma idêntica, não obstante todas as comportas são movimentadas manualmente, assim antes do pico da maré cheia as comportas de entrada da água são abertas e o mesmo se realiza para as comportas de saída, antes da maré vazia. No final de cada maré fecham-se as comportas retornando-se a abrir na maré seguinte.



Figura 32 - Abertura de uma comporta manual para permitir a passagem da água do reservatório para a vala de renovação [Fotografia da autora]

A exploração realiza a renovação da água com o objetivo de melhorar a qualidade da mesma e de aumentar a entrada de alimento natural e em alturas em que a água da exploração se encontra com uma temperatura muito baixa ou muito alta, a renovação é realizada com o objetivo de amenizar a temperatura, uma vez que a temperatura da água do estuário se mantém mais estável. Um dos objetivos da exploração passa pela aquisição de maior número de bombas e de painéis solares por forma a ter maior autonomia e capacidade para aumentar a renovação da água.

Sempre que se realiza a renovação, os aeradores permanecem desligados visto que a água que entra pela maré encontra-se bastante oxigenada não havendo assim a necessidade de a oxigenar artificialmente.

Existem redes, apelidadas de “viturões”, na entrada da vala de renovação e na entrada de cada comporta para os tanques, que possuem aproximadamente 6 metros (figuras 33 e 34). O objetivo destas estruturas é impedir que entrem objetos para o interior da exploração e, possuem uma malha que permite que a água flua livremente bem como a passagem de alimento natural, impedindo que os peixes saiam. Vários são os objetos que ficam retidos nos viturões fruto da poluição do estuário, sendo dos mais comuns embalagens de sal e plásticos que eventualmente entram e ficam retidos no reservatório. Assim pode afirmar-se que a exploração contribui para a filtração da água do estuário.



Figura 33 - Viturões na entrada da vala de renovação do torrão [Fotografia da autora]



Figura 34 - Viturão distendido pela força da água no momento da renovação da água, na entrada de um tanque [Fotografia da autora]

A exploração utiliza aeradores mecânicos que fazem movimentar a água através de umas pás (figura 35). Tal como referido pelo trabalho de Lucas e colaboradores (2019), os aeradores mecânicos aumentam a área de superfície entre a água e o ar aumentando a taxa de transferência de oxigénio entre estes dois meios. Geram também correntes de água que transportam o oxigénio ao longo de todo o tanque tornando-o acessível às espécies produzidas, contrariam o fenómeno de estratificação térmica bem como favorecem a difusão de gases tóxicos da água para a atmosfera, como é o caso da amónia (Lucas *et al.*, 2019).



Figura 35 - Tanque provido de um aerador em funcionamento [Fotografia da autora]

A unidade aquícola recorre à aeração mecânica para prevenir baixos níveis de oxigénio dissolvidos (OD) principalmente durante a noite, manter níveis de oxigénio

adequados durante os momentos de alimentação assim como auxiliar na expulsão dos gases resultantes do metabolismo dos peixes para a atmosfera. Nos tanques com sobredensidade animal também se recorre por vezes à aeração mecânica para manter a água a circular, assim como em dias de nevoeiro.

Ao final do dia são ligados os aeradores e durante o período noturno os aeradores são desligados se os níveis de oxigénio dissolvido se encontrarem acima de 4,5 ppm; entre os 3 e os 4,5 ppm mantem-se 1 aerador ligado e para concentrações de OD abaixo de 3, todos os aeradores disponíveis permanecem em funcionamento.

Em dias de intensa luminosidade os painéis solares têm um papel fundamental na diminuição dos custos de energia da exploração.

8. Maneio e gestão dos fatores abióticos na exploração

O fornecimento de água de boa qualidade é uma condição fundamental para o sucesso da produção aquícola e para um melhor crescimento e saúde das espécies produzidas, assim a gestão da qualidade da água durante o processo produtivo deve ser assegurada (Lucas *et al.*, 2019). Na exploração aquícola em estudo é realizada a gestão e a monitorização de vários parâmetros que influenciam a qualidade da água, sendo de realçar a temperatura, o oxigénio, o pH, o dióxido de carbono, a amónia, a salinidade, entre outros. O estágio decorreu grande parte do tempo num período caracterizado por baixas temperaturas da água e alta pluviosidade o que determina várias particularidades da produção nesta altura do ano. Durante o período invernal, os peixes diminuem o seu metabolismo o que por sua vez se traduz numa diminuição da ingestão de alimento e diminuição do consumo de oxigénio; por outro lado com o decréscimo da temperatura da água a capacidade de retenção do oxigénio na água aumenta. Dessa forma, nos meses mais frios existem genericamente maiores níveis de oxigénio aquáticos.

No verão, as altas temperaturas aumentam o metabolismo dos peixes o que se traduz num aumento da ingestão de alimento e do consumo de oxigénio. Com o aumento da intensidade da luz solar ocorre uma maior taxa fotossintética, o que auxilia na oxigenação dos tanques durante o período diurno, em contrapartida durante a noite os seres fotossintéticos consomem o oxigénio diminuindo a sua disponibilidade. As elevadas temperaturas aquáticas dificultam na dissolução e preservação do oxigénio na água o que também prejudica os níveis de oxigénio dissolvidos.

Com base nestes conhecimentos, a medição e monitorização da temperatura e do OD na água são realizadas três vezes por dia, duas vezes durante o período noturno e uma vez no início da manhã, antes da alimentação do efetivo produtivo (figuras 36 e 37). A exploração mantém um registo cuidado destes valores por forma a realizar um controlo mais rigoroso e para uma melhor gestão do maneio. Se a temperatura da água estiver abaixo de 10°C não se procede à alimentação dos animais. Entre os 10°C - 14°C os peixes são alimentados com bastante vigilância, sendo avaliado o comportamento dos robalos e das douradas no momento da alimentação. Assim, se verificar uma diminuição do apetite pondera-se diminuir as quantidades de alimento e a frequência de alimentação. No período de estágio em que se experienciou estas temperaturas, houve ajustes na quantidade de alimento sendo que alguns tanques não foram alimentados com uma frequência diária.



Figura 36 - Medição do oxigénio e da temperatura da água de um tanque, com recurso a um oxímetro [Fotografia da autora]



Figura 37 - Oxímetro com a leitura digital da concentração de oxigénio dissolvido (ppm), da percentagem de saturação de oxigénio e da temperatura (°C) da água de um tanque [Fotografia da autora]

No respeitante ao oxigénio dissolvido na água, se se registar um OD inferior a 3 ppm a alimentação não é realizada, entre os 3 ppm e os 3,5 ppm a alimentação decorre com os aeradores em funcionamento, valores entre os 3,5 ppm e os 4 ppm prescindem de aeradores no decorrer da alimentação. Outras práticas de manejo são realizadas na exploração no sentido de manter níveis de oxigénio adequados: é monitorizada a alimentação de forma a evitar a sobrealimentação dos peixes e desperdício de alimento; é praticada uma densidade populacional de 2kg/m³ que está ajustada aos níveis de oxigénio dissolvidos; é realizado um controlo do crescimento das algas presentes nos tanques através da renovação das águas e de um co-povoamento de douradas e de robalos, as primeiras devido aos seus hábitos alimentares provocam turbidez da água diminuindo assim a penetração dos raios solares e possuem uma dieta herbívora complementar; realiza-se aeração com recurso aos aeradores se bem que uma forma de aeragem natural é conseguida pelo efeito do vento e efetua-se a renovação da água por ação da subida e descida das marés.

A observação do comportamento dos peixes é também uma outra estratégia utilizada para monitorizar subjetivamente o oxigénio dissolvido. Os peixes alteram o seu comportamento quando o OD na água cai para níveis críticos. Quando os mecanismos compensatórios deixam de ser capazes, os peixes nadam à superfície da coluna de água de forma a beneficiar do oxigénio da camada mais superficial (Lucas *et al.*, 2019). Durante o estágio foi possível observar um comportamento semelhante, no entanto este deveu-se ao facto da temperatura da água estar muito baixa e como a incidência da radiação solar na água provoca um aquecimento mais rápido da camada mais superficial, alguns peixes decidiram ocupa-la de modo a usufruir de uma temperatura mais amena. Parker (2012) refere alguns

dos sinais que os peixes manifestam quando existem níveis baixos de oxigénio dissolvido, nomeadamente letargia e ausência de alimentação, respiração intensa na superfície da coluna de água, ocupação da região mais próxima ao canal de entrada da água, crescimento lento e surtos de doenças e parasitoses.

Relativamente à gestão dos níveis de amónia, a exploração em foco realiza a renovação da água da exploração através da troca de água pela ação da subida e descida da maré. Outros aspetos são também considerados, especialmente a manutenção de densidades populacionais e de taxas de alimentação moderadas e ajustadas às condições do biosistema onde se desenrola a cultura bem como a utilização de um alimento de elevada qualidade; controlo do crescimento das algas presentes e medição do pH. Este último não é monitorizado rotineiramente na exploração, apenas quando existe algum motivo de alerta, quando por exemplo os peixes não se encontram a ingerir alimento e todos os outros fatores abióticos aparentemente estão controlados.

A monitorização da salinidade é realizada através da medição deste fator ambiental com recurso a um refratómetro que avalia a refração que os sais exercem na luz e determina a salinidade da água em partes por milhão (ppm). Geralmente este fator abiótico é avaliado nas alturas do ano com registo de maior pluviosidade, como foi o caso dos meses entre outubro e fevereiro. Durante esse período é comum ocorrer descargas de água da barragem da Aguieira o que por sua vez diminui marcadamente a salinidade da água do estuário do Mondego. Também se verifica que esta se apresenta mais barrenta por elevada quantidade de sedimentos em suspensão. Por estes motivos, é realizado um registo da salinidade da água do estuário e da exploração de forma a avaliar se pode ser realizada a renovação da água. Assim, quando os níveis de salinidade do estuário estão baixos, o objetivo consiste em repor a água perdida, visto que uma regular renovação pela maré iria implicar grandes quantidades de água e consequentemente uma perda da salinidade da água da exploração. É realizada portanto a bombagem da água ou renovações a marés baixas controladas, uma vez que nestes casos a água vai entrando lentamente e em pequenas quantidades, fazendo diminuir a salinidade paulatinamente, permitindo aos peixes adaptarem-se gradualmente a essas descidas.

O conhecimento do espaço envolvente da piscicultura bem como os ofícios e atividades que aí operam são sempre tidos em conta na gestão desta exploração. Todos os aspetos físicos, ecológicos e culturais existentes na encosta ao longo da travessia do rio, no seu trajeto desde Mangualde da Serra, local onde nasce até à Figueira da Foz, local onde desagua, podem potencialmente influenciar a qualidade da água do estuário e consequentemente interferir na produção e bem-estar das espécies produzidas. A orizicultura, as descargas da barragem da Aguieira e a influência dos fogos florestais são alguns exemplos

de eventos que são vigiados e monitorizados de maneira a antecipar o possível impacto na atividade da exploração.

A adubação e a monda do arroz durante o mês de junho é uma prática típica desta atividade. Com o objetivo dos produtos químicos utilizados efetivarem a sua ação, os arrozais mantem um baixo nível da água que é controlado pelas comportas e bombas. Assim, as águas daí provenientes são recebidas pelo rio e seguem o seu trajeto habitual até ao estuário podendo interferir com a qualidade da água deste. Tendo em conta o predito, a Nasharyba e os restantes produtores da região da Figueira da Foz, têm em consideração esta atividade e suas práticas mantendo um acordo verbal com os agricultores de arrozais do Baixo Mondego de forma a prever qual a melhor altura para realizar a renovação das águas da exploração.

Na altura do ano com maiores índices pluviométricos é habitual ocorrer descargas de um grande volume de água pela barragem da Aguieira, o que se reflete numa perda de salinidade no estuário do Mondego, podendo inclusivamente ocorrer uma descida da salinidade para zero ppm em menos de 24 horas. Contudo, apesar da influência que esta atividade exerce no ecossistema estuarino, não existem sistemas de alerta nem plataformas para consulta das descargas. Assim, desconhecem-se os “timings” em que ocorre as descargas de água pela barragem, pelo que a exploração em questão realiza um controlo frequente da salinidade nas alturas de risco de forma a identificar o mais breve possível a descida da salinidade da água do estuário.

Os incêndios florestais também têm influência na qualidade da água e consequentemente no período de renovações da água da exploração. Pode ocorrer um aumento da turbidez das águas do rio e uma descida de pH, em consequência a um incremento na quantidade de sedimentos em suspensão, nomeadamente cinzas e constituintes do solo que são arrastados pela água das chuvas no período pós-incêndios. Desta forma, neste período a exploração monitoriza a água do estuário diligentemente por forma a avaliar se poderá ser realizada a renovação da água.

9. Atividades desenvolvidas

O estágio teve lugar nas duas explorações que constituem a unidade aquícola NashaRyba durante o período compreendido entre o dia 30 de outubro e 19 de fevereiro. No decorrer desse tempo desenvolveu-se a aprendizagem e a familiarização de várias práticas e métodos de manejo realizados na unidade piscícola relativos à produção de dourada e de robalo em regime semi-intensivo, bem como procedimentos de manutenção da exploração. As atividades realizadas contemplaram: o acompanhamento da alimentação dos peixes e da medição e monitorização de alguns fatores abióticos (como a temperatura da água, o oxigénio dissolvido e a salinidade), a remoção de peixes mortos dos tanques de produção, a aprendizagem do procedimento de pesca e abate dos animais e posterior embalamento e, do processo de renovação/reposição da água na exploração, a realização de necrópsias em douradas, a vigilância e observação do comportamento dos peixes e do seu habitat e a identificação de espécies vegetais e animais. A discussão e aprendizagem de conhecimentos foi também uma componente importante, tendo-se dialogado sobre o tema da aquicultura, várias noções relativas à produção em regime semi-intensivo de robalo e de dourada e referentes à sua biologia e ecologia, assim como da influência dos fatores ambientais e particularidades do habitat envolvente que influenciam o bem-estar e a produção.

A alimentação dos peixes realizou-se com recurso a várias gamas de alimentos industrializados das marcas comerciais Skretting® e Aquasoja®, cada uma eleita em função das necessidades e etapa produtiva das populações de peixes produzidos.

O alimento eleito para os juvenis no início da sua fase de engorda contém uma elevada percentagem de ingredientes de origem marinha. Consiste numa dieta rica em proteína e com alta digestibilidade favorecendo um bom índice de conversão e taxa de crescimento dos jovens peixes. O pélete do alimento composto é extrudido e possui uma velocidade de humedecimento lenta para uma maior estabilidade dos grânulos de ração e menor desperdício.

Antes de entrar na época invernal, quando a temperatura ambiente começa a sofrer um decréscimo progressivo para valores inferiores a 16-14°C, é realizada uma transição alimentar para um alimento rico em vitaminas antioxidantes visando estimular o sistema imunitário dos peixes a suportar as condições ambientais adversas esperadas nessa altura do ano, especialmente as douradas (síndrome de inverno). No restante tempo, quando as condições ambientais favorecem o crescimento das espécies produzidas é fornecido um alimento com um alto conteúdo em proteína digestível e energia ajustados às necessidades fisiológicas dos peixes, objetivando potencializar o crescimento e diminuir a taxa de conversão alimentar.

Em situações de parasitoses ou como complemento de uma estratégia preventiva, a Nasharyba tem à sua disposição gamas de alimentos especialmente formuladas para auxiliar nas defesas do intestino e das brânquias dos peixes.

A remoção dos peixes mortos foi realizada durante os meses mais frios. Os óbitos ocorreram no decorrer da síndrome de inverno. Trata-se de uma doença incidente em douradas e que se manifesta nos meses com temperaturas mais baixas.

Foi possível observar o cardume nos momentos de alimentação (figura 38) e aquando a renovação das águas junto ao local de entrada desta nos tanques de produção (figura 39). Estes peixes observados junto aos viturões representam o grupo de exemplares com maior número de defeitos morfológicos e os mais necessitados e que, portanto, procuram esses locais com melhores condições cuja água é fortemente oxigenada e rica em alimento natural proveniente do estuário. Por esse motivo a observação de peixes com alterações nesses locais, não são representativos do grupo, constituindo os momentos de alimentação as melhores ocasiões para observar o cardume.



Figura 38 - Observação do cardume no momento da alimentação [Fotografia da autora]



Figura 39 - Robalos a ocupar a região mais próxima ao canal de entrada da água no tanque, junto ao viturão [Fotografia da autora]

Observaram-se algumas particularidades destas espécies, lesões e alterações da sua normal morfologia, sendo de destacar: a observação de douradas com uma tonalidade avermelhada (uma variante fisiológica da cor), alteração da conformação da boca, defeitos no opérculo, exoftalmia, lesões cicatriciais na pele provavelmente resultante de uma tentativa de predação por aves, lordose, ausência de barbatana caudal, alterações de pigmentação e o aparecimento de listas escuras verticais no corpo de douradas. Esta última manifestação ocorre quando as douradas se encontram em estados de stresse (Papadakis *et al.*, 2016), e foi observado em douradas que se encontravam a ocupar a região mais próxima ao canal de entrada da água junto aos viturões, exibindo um comportamento de competição (figura 40).



Figura 40 - Douradas a ocupar a região mais próxima ao canal de entrada da água no tanque exibindo o padrão de listas escuras verticais no corpo, bem visível no peixe assinalado (seta) [Fotografia da autora]

Foram também percebidas particularidades relacionadas com aspectos da biologia, ecologia e etologia destas espécies: no decorrer da alimentação os peixes manifestaram um comportamento natatório circular realizando um movimento em “oito” característico; os robalos apresentaram uma atitude mais discreta e reagiram com maior apreensão à presença humana; as douradas exibiram um comportamento mais gregário (figura 41); ao nível dos seus hábitos alimentares evidenciaram algumas diferenças, o robalo apreende geralmente um ou vários grânulos de ração e rapidamente nada em direção ao fundo num movimento rápido, já a dourada capta menos grânulos de alimento, pode realizar a mastigação dos mesmos dependendo do tamanho dos grãos, e permanece mais exposta à superfície da água enquanto se alimenta.



Figura 41 - Douradas a nadar em cardume exibindo um comportamento gregário [Fotografia da autora]

A vasta biodiversidade de espécies vegetais presentes nas encostas dos tanques e nos caminhos entre eles constituem um elemento importante que contribui para a fixação da terra e sustentação natural dos tanques. Várias dessas plantas foram identificadas, nomeadamente a Salicórnia (*Salicornia ramosissima*), a Gramata-branca (*Halimione portucaloides*), a *Spergularia marina*, a *Sarcocornia fruticosa*, a Azeda-brava (*Rumex acetosa*), o chorão-das-praias (*Carpobrotus edulis*), o Azevém (*Leymus arenarius*), plantas do género Atriplex, a “Sea aster” (*Aster tripolium*), o Junco-das-esteiras (*Juncus maritimus*), a *Cotula coronopifolia*, a Tamargueira (*Tamarix*), entre outras (Paiva et al., 2001). Ao nível das valas de renovação da água foram observadas algas do género *Ulva* (Barsanti e Gualtieri, 2014).

A presença da sombra na água da silhueta em voo das aves induz uma resposta de fuga nos peixes o que influencia o desempenho produtivo dos mesmos. Diversas aves foram avistadas durante o decorrer do estágio, a sobrevoar os tanques, numa tentativa de predação, ou no habitat envolvente. O corvo-marinho-de-faces-brancas (*Phalacrocorax carbo*) revela-se a principal ameaça do efetivo produtivo da exploração. A garça-branca-pequena (*Egretta garzetta*) e a garça-real (*Ardea cinerea*) são problemáticas no período do ciclo produtivo em que os peixes apresentam pequenas dimensões (50g-100g). As andorinhas-do-mar (*Sterna hirundo*) competem com a ração dos peixes e as águias-pesqueiras (*Pandion haliaetus*) sobrevoam os tanques numa tentativa de predação, desempenhando as redes um enorme contributo para minimizar a predação. Várias outras espécies de aves foram observadas durante o decorrer do estágio, nomeadamente o flamingo, o borrelho-de-coleira-interrompida, o guincho-comum, a gaivota-d`asa-escura, a alvéola-branca, o rabirruivo-preto, o guarda-rios, a cegonha-preta, o pintassilgo, o estorninho-comum, o cartaxo-comum, o pardal-do-telhado, entre outras (Svensson, 2017). Algumas destas aves através das vocalizações que emitem, contribuem e caracterizam a paisagem sonora da exploração, ressaltando o canto do borrelho-de-coleira-interrompida.

10. Doenças e parasitoses observadas

A manifestação de doença no setor da aquicultura traduz-se num qualquer evento que resulte numa diminuição da produtividade, tal como um processo infeccioso ou um problema relacionado com o manejo (ambiental, genético, nutricional, etc.). A maior parte das doenças de carácter infeccioso manifestam-se em resultado a uma interação entre o hospedeiro, o agente patogénico e o ambiente (Modelo dos três anéis de Sneizko). No caso de se tratar de uma doença não infecciosa ocorre uma interação somente entre as espécies produzidas e o meio ambiente. Pode ainda desenvolver-se uma enfermidade em resultado a uma interação entre o agente patogénico e o hospedeiro, sem estar presente um fator ambiental. Posto isto, é perceptível que a densidade animal influencia marcadamente a propagação dos agentes patogénicos, sendo que quanto menor a densidade maior a distância entre cada indivíduo e, portanto, mais pequena é a probabilidade de os agentes patogénicos atingirem novos hospedeiros e transmitirem doença (Lucas *et al.*, 2019).

Tendo por base o citado anteriormente, e considerando que a exploração em foco pratica baixas taxas de densidade animal (2kg/m^3) condizentes com as densidades praticadas no regime semi-intensivo, os peixes produzidos nesta unidade aquícola possuem uma baixa incidência de doenças.

Na exploração já foram identificados dois parasitas, o *Caligus minimus* e o *Diplectanum aequans*. O *Diplectanum* sp. surgiu após uma alteração na estrutura dos tanques, quando estes foram revestidos com rochas, já o *Caligus* sp. diminuiu a sua prevalência após essa mudança.

A doença mais incidente foi a síndrome de inverno das douradas que resultou em elevadas taxas de mortalidade nos meses com temperaturas mais baixas. Como estratégia de controlo desta síndrome, a exploração em foco realiza um manejo alimentar especialmente destinado ao período invernal através da utilização de um alimento altamente digestível e com um elevado teor de vitaminas antioxidantes. Esta dieta visa minimizar os efeitos da temperatura no metabolismo das douradas e o seu fornecimento tem início antes do período térmico crítico. Associado a esta transição alimentar a piscicultura realiza também um manejo do exercício que consiste em estimular as douradas a movimentarem-se através da activação das bombas e dos alimentadores. As primeiras fazem movimentar a água do reservatório para dentro dos tanques o que por sua vez cria correntes que incitam os peixes a nadar “contra-corrente”. Já os alimentadores são ligados a baixo débito de ração com o objetivo de incentivar as douradas a aproximarem-se dos alimentadores e consequentemente a desempenharem o comportamento natatório típico desta ocasião.

Durante o período de estágio não ocorreu nenhum surto de doenças infecciosas, tendo existido anteriormente na exploração uma situação de vibriose causada pelo agente *Vibrio anguillarum*, de linfocitose e uma parasitose causada pelos agentes *Lernanthropus kroyeri*, *Cryptobia* sp., *Diplectanum aequans* e *Trichodina* sp.

11. Principais doenças e parasitoses do robalo e da dourada

O desenvolvimento de doença constitui um dos maiores problemas na aquicultura e estima-se que é responsável pela perda de 40% de toda a produção aquícola. A manifestação de doença engloba qualquer processo que diminua a produtividade (Lucas *et al.*, 2019) e pode ser causada por um agente vírico, bacteriano ou parasitário (Miccoli *et al.*, 2019) ou por situações de carácter não infeccioso (ambiental, nutricional, genético) (Lucas *et al.*, 2019).

A variedade de agentes patogénicos e morbilidade, aumentam com o nível de intensificação da produção e adquirem uma importância significativa pelo grande impacto económico associado (Miccoli *et al.*, 2019).

Várias são as doenças e agentes que afetam a produção de dourada e de robalo, designadamente a encefalopatia viral e a retinopatia/necrose nervosa viral (VER/VNN), a vibriose, a pasteurelose, infeções por Monogenean, a linfocitose e a síndrome de inverno, entre outros (European Food Safety Authority [EFSA], 2008).

Em 2020 foram reportados na Europa, situações de doença no robalo e na dourada, causadas por VNN/VER, tenacibaculose, infeções por *Vibrio harvey*, *Sparicotyle chrysophrii*, *Aeromonas veronii* e por *Lernathropus kroyeri* (European Union Reference Laboratory for Fish and Crustacean Diseases, 2021).

11.1 Encefalopatia viral e a retinopatia/necrose nervosa viral

O vírus da necrose nervosa (VNN) é um retrovírus do género Betanodavirus e representa o agente patogénico viral mais nocivo em teleósteos, causando encefalopatia viral e retinopatia/necrose nervosa viral. Os peixes infetados manifestam numa fase precoce da doença alterações de pigmentação da pele (clareamento/escurecimento) e mais tarde outros sinais clínicos que refletem o comprometimento do sistema nervoso, onde ocorre vacuolização e necrose das células nervosas (tais como, anorexia, ocupação do fundo da coluna de água em estado letárgico, comportamento natatório em espiral, insuflação excessiva da bexiga natatória e hemorragias cerebrais) (Miccoli *et al.*, 2019).

Foram identificados 4 genótipos virais que diferem na temperatura ótima de crescimento, sendo que a variante RGNNV (red-spotted grouper nervous necrosis virus), a SJNNV (striped jack nervous necrosis virus) e vírus recombinantes de ambos os genótipos, afetam a produção de robalo e de dourada sendo responsáveis por elevadas taxas de mortalidade e um grave prejuízo económico, cujas prevalências são condicionadas por temperaturas entre os 25-30°C e entre os 20-25°C respetivamente (Miccoli *et al.*, 2019). O robalo é o mais gravemente afetado pelo VNN (Zrncic, 2020) sendo o genótipo RGNNV

especialmente patogénico nesta espécie. Já a dourada não é afetada de forma significativa, no entanto os genótipos recombinantes (RGNNV/SJNNV e SJNNV/RGNNV) induzem mortalidade, funcionando esta espécie como um reservatório do vírus (Miccoli *et al.*, 2019).

A transmissão do vírus ocorre por via vertical e horizontal, sendo a segunda a de maior difícil controlo (Miccoli *et al.*, 2019), não obstante a transmissão do vírus ocorre principalmente pela via vertical (Yong *et al.*, 2017). Esta ocorre por infeção das gónadas e a transmissão horizontal quando peixes saudáveis contactam com indivíduos infetados pelo vírus, com portadores assintomáticos (p. ex. bivalves, crustáceos, rotíferos) ou com fómites (Miccoli *et al.*, 2019). Deste modo, o controlo da VNN passa pela aplicação de práticas de biossegurança adequadas e pela vacinação dos peixes. Os Betanodavirus são muito resistentes no meio aquático e, portanto, de difícil eliminação das unidades de produção aquícola. A implementação de protocolos de desinfecção faz parte das estratégias de controlo desta doença nas explorações aquícolas. O hipoclorito de sódio, o hipoclorito de cálcio, o cloreto de benzalcónio e o iodo demonstraram ser eficazes na inativação do vírus SJNNV. O ozono, o tratamento térmico e a luz ultravioleta também se revelam eficazes no controlo do SBNNV. Outras medidas são praticadas por forma a diminuir a mortalidade em larvas, nomeadamente: o rastreio de reprodutores por RT-PCR e ELISA e de larvas eclodidas por RT-PCR, a desinfecção dos ovos (ozono) e a vacinação de reprodutores (Costa e Thompson, 2016).

Este vírus tem como local de entrada no organismo a cavidade nasal de onde se dissemina pelo nervo e bulbo olfatório para o cérebro, medula espinal e retina (Miccoli *et al.*, 2019). A infeção revela-se menos grave em indivíduos com mais idade ao passo que em larvas podem ocorrer mortalidades até 100% (Zrncic, 2020). Assim, a maioria das infeções acomete peixes nos estadios mais prematuros de desenvolvimento (larvas, alevins e juvenis) (Costa e Thompson, 2016). Os peixes sobreviventes podem transmitir o vírus por um longo período uma vez que permanecem como indivíduos persistentemente infetados (Zrncic, 2020) e têm tendência a apresentar um fraco desempenho (Costa e Thompson, 2016). Agentes stressantes podem contribuir para aumentar a mortalidade e morbilidade desta doença (Zrncic, 2020).

O diagnóstico da doença engloba métodos tradicionais de identificação que envolvem o isolamento do vírus de culturas de células, com posteriores ensaios imunológicos e técnicas de biologia molecular (como a, hibridização *in situ*, RT-PCR, qPCR e LAMP) (Miccoli *et al.*, 2019).

Foi desenvolvida uma vacina inativada para imunização do robalo contra o genótipo RGNNV cuja duração da imunização foi comprovada até 12 meses após a vacinação (Miccoli *et al.*, 2019).

11.2 Linfocitose

A linfocitose é uma doença transmitida por um vírus de DNA pertencente à família Iridoviridae (Borrego *et al.*, 2017), o vírus da doença linfocística (LCDV), e é a infecção vírica mais relatada na dourada produzida no Mediterrâneo e no Atlântico Sul (Valverde *et al.*, 2017).

Este vírus provoca a hipertrofia das células fibroblásticas da derme e muito menos frequentemente a proliferação de tumores epiteliais. Assim, o que caracteriza fundamentalmente esta virose é a presença de nódulos de coloração clara na pele e nas barbatanas dos peixes, sendo que cada um desses nódulos corresponde a uma célula infetada pelo vírus e é denominado de linfocisto ou célula linfocística, podendo surgir isoladamente ou em aglomerados. Estas lesões também podem ser observadas menos frequentemente nos olhos (exoftalmia) e internamente ao nível dos órgãos, mesentério e peritoneu, (Borrego *et al.*, 2017), embora na dourada só tenham sido observadas alterações cutâneas e nas barbatanas (Valverde *et al.*, 2017)

A presença destes sintomas determina a reprovação comercial dos peixes, o que por sua vez acarreta um prejuízo económico substancial (Borrego *et al.*, 2017). Dessa forma, a utilização de meios de diagnóstico sensíveis e rápidos são ferramentas valiosas para o controlo da transmissão da doença. São utilizadas várias técnicas para o diagnóstico da linfocitose nomeadamente o isolamento do vírus em culturas de células, técnicas sorológicas (imunofluorescência indireta, citometria de fluxo, imunoblot), técnicas baseadas em PCR e LAMP (Borrego *et al.*, 2015).

Trata-se de uma doença de carácter auto-limitante cuja resolução ocorre geralmente em algumas semanas (Dezfuli *et al.*, 2012), após 20 a 45 dias dependendo da temperatura da água (Valverde *et al.*, 2017), podendo as lesões persistir por 1 ano em peixes de água fria (Borrego *et al.*, 2017).

Os indivíduos mais jovens são os mais sensíveis e com taxas de mortalidade superiores aos indivíduos com mais idade, estando a mortalidade normalmente associada aos peixes que têm dificuldade em se alimentar, respirar ou nadar devido às volumosas formações de tecido infetado. Pode ocorrer também mortalidades resultantes a infeções bacterianas secundárias que se instalam como consequência de atos de canibalismo e de mordeduras nos nódulos (Pavlidis e Mylonas, 2011), apesar disso, esta doença raramente se revela fatal (Borrego *et al.*, 2015). Os peixes que sobrevivem aparentam desenvolver imunidade a reinfeções (Pavlidis e Mylonas, 2011).

Na dourada, a doença costuma manifestar-se em temperaturas entre os 22°C a 27°C, sendo que abaixo dos 22°C a recuperação é mais demorada e menos provável (Pavlidis e Mylonas, 2011).

A transmissão do vírus ocorre pela água e a via de entrada por abrasões ou lesões, etc. (Pavlidis e Mylonas, 2011).

Não existe um tratamento eficaz para a linfocitose e as medidas de controlo desta doença compreendem a diminuição da densidade de biomassa animal produzida e a remoção dos peixes infetados (Borrego *et al.*, 2017). É também sugerido o tratamento com ozono ou radiação UV da água de abastecimento (Pavlidis e Mylonas, 2011), melhoria das condições de produção, da qualidade da água e da nutrição (Borrego *et al.*, 2015).

Os estudos sobre a patogénese do LCDV são limitados, porém, identificou-se em vários órgãos de douradas doentes e já recuperadas, a presença do vírus, sugerindo a existência de uma infeção sistémica e persistente nesta espécie. Ademais, o vírus foi também identificado em douradas aparentemente saudáveis o que revela que estas podem desenvolver uma infeção subclínica (Valverde *et al.*, 2017).

11.3 Vibriose

O principal agente envolvido na vibriose é a *Listonella anguillarum* (*Vibrio anguillarum*), uma bactéria Gram-negativa halófila. Outras espécies estão envolvidas com menos frequência nomeadamente o *Vibrio alginolyticus*, o *Vibrio harveyi*, o *Vibrio ordalii* e o *Vibrio vulnificus* (Miccoli *et al.*, 2019).

A vibriose é considerada a segunda doença mais importante na aquicultura do Mediterrâneo a seguir ao VNN/VER, sendo o robalo a espécie mais suscetível (Miccoli *et al.*, 2019) e é responsável por grandes perdas económicas em todo o mundo devido a alta mortalidade que ocasiona. Foram relatadas em Espanha até 30% de mortalidades associadas a infeções por *Listonella anguillarum* em produções de robalo e de dourada, inclusivamente (Mohamad *et al.*, 2019). Num inquérito realizado na região do Mediterrâneo no período de 2015 a 2017, a vibriose foi a doença bacteriana mais frequentemente relatada no robalo na fase de engorda, não obstante foram reportados casos em todas as fases do ciclo de produção (Muniesa *et al.*, 2020).

O *Vibrio* spp. encontra-se normalmente no meio-ambiente tornando-se patogénico quando o sistema imunitário dos peixes se encontra comprometido devido a algum agente stressante (Miccoli *et al.*, 2019), sendo a sobredensidade animal e oscilações nas propriedades da água, duas das situações que normalmente resultam em surtos (Mohamad *et al.*, 2019). O *Vibrio anguillarum* depende de altas concentrações salinas aquáticas (Uzun e Ogut, 2015). As explorações aquícolas funcionam como reservatórios da bactéria, em especial os sedimentos uma vez que contêm matéria orgânica que cria condições favoráveis

para a sua sobrevivência. As aves aquáticas também podem funcionar como um vetor de transmissão de *Vibrio*, bem como um reservatório (Mohamad *et al.*, 2019).

Pensa-se que infecções causadas por *Vibrio* spp. resultem em crescimentos lentos o que influencia a produtividade e o tempo necessário até se atingir o peso comercial. Ademais, lesões crônicas como úlceras na pele e hemorragias ocorrem frequentemente, o que por sua vez afeta negativamente a comercialização desses peixes (Mohamad *et al.*, 2019).

A vibriose manifesta-se em duas síndromes, a vibriose clássica e a gastroenterite. A primeira caracteriza-se por uma apresentação letárgica dos peixes, presença de ulcerações na pele e na boca, necrose das barbatanas, alterações de pigmentação e, tumefação, congestão e hemorragia dos órgãos internos (fígado, rim e baço). As lesões na boca podem tornar-se letais visto que privam os peixes de se alimentarem e as lesões nas barbatanas impossibilitam-nos de competir pelo alimento. A ascite revela-se o principal sinal clínico associado à manifestação gastroentérica. Alterações oculares podem estar envolvidas, porém ocorrem com pouca frequência. O tipo de sinais clínicos apresentados depende de vários fatores, como o hospedeiro e a idade do mesmo, o tempo de exposição e a virulência da estirpe; e manifestam-se de forma mais aguda nos indivíduos mais jovens (Mohamad *et al.*, 2019).

O diagnóstico definitivo desta bacteriose caracteriza-se pela identificação da bactéria infetante nos tecidos, com a presença de sinais clínicos em simultâneo. Técnicas de PCR são também usadas frequentemente no rastreio da vibriose nos peixes. Ainda podem ser utilizadas técnicas ao nível da tipagem molecular para avaliação das cepas bacterianas (Mohamad *et al.*, 2019).

A principal forma de transmissão do *Vibrio* ocorre pela coluna de água (Miccoli *et al.*, 2019), assim a bactéria transmite-se de forma natural entre peixes situados em locais próximos utilizando a água como veículo de transmissão (Mohamad *et al.*, 2019).

As medidas de prevenção e controlo da vibriose incluem a aplicação de práticas de biossegurança, nomeadamente a obtenção de alevins de maternidades confiáveis, quarentena dos alevins, práticas de manejo adequadas, diagnóstico precoce, monitorização constante, descarte de peixes moribundos, aplicação de protocolos de limpeza e desinfecção dos materiais utilizados, gestão do stresse, entre outros. O tratamento desta doença é realizado com recurso a antibióticos para os quais as espécies de *Vibrio* costumam ser sensíveis, tais como a flumequina, a oxitetraciclina, quinolonas, nitrofuranos, etc. (Mohamad *et al.*, 2019).

Existem várias vacinas inativadas disponíveis comercialmente que conferem proteção contra os serotipos 01, 02a e 02b e que podem ser administradas por imersão, intraperitonealmente e oralmente (Miccoli *et al.*, 2019).

11.4 Flexibacteriose/ tenacibaculose

A flexibacteriose é uma doença infecciosa emergente na região do Mediterrâneo cujo agente etiológico é uma Mixobactéria. Esta bacteriose é também denominada de flexibacteriose, entre outras designações. O principal microorganismo envolvido na infecção é o *Tenacibaculum maritimum* (também apelidado de *Flexibacter maritimus*), uma bactéria gram-negativa, aeróbica obrigatória e mesófila, cuja temperatura ótima de sobrevivência é de 30°C (Miccoli *et al.*, 2019), e ubíqua em ambientes marinhos (Hadfield e Clayton, 2021). Esta bactéria é responsável por altas taxas de mortalidade e por um considerável prejuízo económico na produção de dourada e de robalo, entre outras espécies marinhas. Infecções por *Tenacibaculum soleae* e por *Tenacibaculum dicentrarchi* também foram descritas em produções de robalo do Mediterrâneo (Zrncic, 2020). Num inquérito realizado na região do Mediterrâneo no período de 2015 a 2017, a flexibacteriose correspondeu à segunda doença bacteriana mais frequentemente relatada no robalo tendo sido mais incidente na fase de engorda (Muniesa *et al.*, 2020).

Os sinais clínicos que caracterizam esta doença infecciosa incluem lesões ulcerativas na pele e lesões necróticas, erosões bucais, necrose da cauda, barbatanas lesionadas de aparência desgastada, necrose das brânquias e dos olhos, hemorragias na região ventral do corpo e da mandíbula e, alteração do comportamento natatório com presença de anemia (Khalil *et al.*, 2018).

É uma doença que afeta juvenis e adultos, ainda que os peixes com menos de 100 g de peso vivo sejam mais suscetíveis (Miccoli *et al.*, 2019).

Esta infecção revela-se altamente contagiosa e a transmissão da bactéria ocorre horizontalmente através do contacto, ingestão ou inoculação da mesma (Hadfield e Clayton, 2021).

Fatores ambientais como altas temperaturas acima dos 15°C e elevadas concentrações salinas de 30 a 35% são fatores de risco para uma maior ocorrência e gravidade desta infecção (Miccoli *et al.*, 2019), ademais, a temperaturas entre os 24-32°C a mortalidade e morbilidade desta doença aumenta (Hadfield e Clayton, 2021). Também outros fatores como abundância de radiação UV, altas densidades populacionais, incorreto manejo nutricional, entre outros, podem catalisar o aparecimento de surtos (Miccoli *et al.*, 2019).

Pode recorrer-se ao uso de antibioterapia (ex.: trimetoprim, amoxicilina) para o tratamento de infecções por *Tenacibaculum maritimum* (Austin e Newaj-Fyzul, 2017).

O diagnóstico é realizado com recurso à microscopia direta de raspagens de pele ou biopsias das brânquias (Hadfield e Clayton, 2021) e pode ser baseado também em técnicas

bioquímicas (isolamento das bactérias), moleculares (PCR) e sorológicas (baseadas em anticorpos fluorescentes) (Miccoli *et al.*, 2019).

Está disponível escassa informação relativamente ao mecanismo patogénico da Flexibacteriose e dos fatores bióticos e abióticos que contribuem para o surgimento desta afeção (Miccoli *et al.*, 2019).

11.5 Pasteurelose / fotobacteriose

A pasteurelose/ fotobacteriose é uma doença bacteriana causada por uma Gram-negativa halófila denominada de *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* (Phdp) (Miccoli *et al.*, 2019) que causa elevada mortalidade (90%-100%) sobretudo nas fases de vida iniciais (larval e juvenil) e um prejuízo económico muito significativo (Aslam *et al.*, 2018), apresentando-se o robalo e a dourada como duas espécies suscetíveis a esta doença (Essam *et al.*, 2016).

A transmissão da Phdp ocorre por via vertical através das gónadas e por via horizontal pelo meio aquático (Vallecillos *et al.*, 2021). A água funciona como o reservatório primário desta doença (Miccoli *et al.*, 2019), que se caracteriza por uma rápida disseminação (Massault *et al.*, 2010) sendo que fatores ambientais e relativos ao manejo podem favorecer a transmissão da infeção, nomeadamente temperaturas aquáticas superiores a 23°C e salinidades entre os 20 a 30%, baixos níveis de oxigénio, fraca qualidade da água e densidades de produção elevadas (Miccoli *et al.*, 2019). A bactéria infeta os peixes através da pele, das brânquias e do sistema digestivo (Vallecillos *et al.*, 2021).

Esta bacteriose caracteriza-se pelo aparecimento de lesões granulomatosas nos órgãos internos, especialmente no fígado e no baço. Os peixes doentes apresentam-se com perda de peso, escurecimento da pele, lesões necróticas cutâneas e nas brânquias, dilatação do estômago e hemorragias externas, e internamente, com a presença de nódulos nos órgãos e, dilatação e congestão do trato digestivo. A infeção progride de forma célere para uma forma septicémica aguda (Vallecillos *et al.*, 2021).

A vacinação e o tratamento por antibioterapia constituem as formas de controlo habituais desta afeção (Vallecillos *et al.*, 2021). Existem vacinas comercializadas, formuladas para o robalo e para a dourada que conferem proteção contra a pasteurelose e que podem ser administradas por via intra peritoneal ou por imersão (Miccoli *et al.*, 2019). O uso de antibióticos deve ser gerido à sua mínima utilização por forma a evitar o surgimento de populações de bactérias resistentes a antibióticos bem como o impacto negativo dos resíduos na saúde dos consumidores e no meio ambiente (Vallecillos *et al.*, 2021). A bactéria é sensível a antibióticos, tais como a ampicilina, cloranfenicol e tetraciclina. Não obstante, carece de

informação relativamente à patogenicidade da bactéria e às alterações biológicas que ocorrem no organismo das espécies em resultado à infeção, pelo que um melhor entendimento destes fatores pode ser significativo para um controlo eficaz desta doença (Essam *et al.*, 2016).

O diagnóstico é obtido de forma rápida com recurso a métodos serológicos baseados em anticorpos específicos e, técnicas de amplificação. Já a utilização de procedimentos microbiológicos pode ser dificultada pelo lento crescimento destes microorganismos (Miccoli *et al.*, 2019).

11.6 *Aeromonas* sp.

O género *Aeromonas* engloba várias espécies de bactérias que fazem parte da flora intestinal normal dos peixes. As aeromonas estão normalmente associadas a uma baixa incidência de infeções no robalo e na dourada e, surgem tipicamente em co-infeções com outros agentes (*Vibrio*, *Pseudomonas*, *Photobacterium damsela* e *Tenacibaculum maritimum*) (Zrncic, 2020).

A *Aeromonas hydrophila*, a *Aeromonas veronii* bv. *sobria* e a *Aeromonas salmonicida* representam as espécies patogénicas no robalo. A *Aeromonas veronii* bv *sobria* é uma bactéria oportunista cuja patogenicidade está associada aos respetivos fatores de virulência. Esta doença ganhou uma importância significativa nos últimos anos, na produção de robalo na Grécia. Os surtos desta afeção ocorrem quando a temperatura da água é superior a 21°C e os peixes infetados manifestam letargia e ausência de apetite e num estadio mais grave da doença, icterícia (por hemólise) e lesões hepáticas abrangentes. Internamente, surgem abscessos ao nível dos órgãos (baço, fígado e rim). Esta bacteriose ocorreu pela primeira vez em 2008 numa unidade aquícola na Grécia e posteriormente estendeu-se a outras regiões do país. Inicialmente a doença acometia peixes maiores (PV superior a 200 g) e mais tarde começou a afetar indivíduos mais jovens (PV inferior a 50 g). Trata-se de uma infeção cujas mortalidades podem atingir os 80% se os peixes não forem tratados devidamente com antibioterapia (Zrncic, 2020).

Infeções por *Aeromonas veronii* bv *sobria* também ocorreram em populações de robalo no mar Negro, por vezes associados a *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* e *Vibrio*. Os peixes doentes dos quais foram isoladas as bactérias *Aeromonas veronii* bv *sobria* apresentaram: alterações na cor (escurecimento), exoftalmia, um comportamento natatório errático, dilatação abdominal e úlceras ao nível da boca e dos opérculos (Zrncic, 2020; Uzun and Ogut, 2015).

Foram também descritas infecções por *Aeromonas salmonicida* subsp. *masoucida/achromogenes* em robalos produzidos na região do mar Negro que revelaram a presença de petéquias ao nível externo, lesões de coloração branca nos órgãos e esplenomegália (Zrncic, 2020).

Em Espanha foram relatados surtos de *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*. No início da manifestação da infecção os robalos apresentaram-se assintomáticos, demonstrando no curso da doença úlceras nos músculos e na pele e, uma tumefação do baço. Esta mesma espécie foi responsável por uma manifestação hiperaguda da doença num grupo de douradas após serem transportadas para uma unidade de engorda. Os peixes apresentaram um quadro clínico caracterizado por um escurecimento da pele, petéquias na boca e brânquias pálidas com a presença de petéquias (Zrncic, 2020).

O diagnóstico da doença requer a recolha de amostras dos órgãos afetados (rim, baço, fígado, úlceras, nódulos esbranquiçados, etc.) e posterior *screening* de culturas puras e subsequente identificação da estirpe através de métodos de identificação bioquímicos e moleculares (API, reação de ornitina descarboxilase, PCR, etc.) (Zrncic, 2020).

Constataram-se resistências das *Aeromonas* a alguns antibióticos: ampicilina, penicilina, carbenicilina e ticarcilina, e sensibilidade ao trimetoprim-sulfametoxazole, cefalosporinas de segunda e terceira geração, aminoglicosídeos, tetraciclina, quinolonas e carbapenemas (Zrncic, 2020).

11.7 Parasitas que afetam o robalo e a dourada

As infecções por parasitas são frequentes na produção aquícola e são responsáveis por desencadear doença nos peixes e uma diminuição da produtividade, especialmente os de ciclo de vida direto, como é o caso dos Monogenea (Antonelli *et al.*, 2010), bem como um fraco desempenho de crescimento, prejudicam o bem-estar e induzem altas taxas de mortalidade (Yıldız e Korkmaz, 2021). Em determinadas situações podem não provocar diretamente a morte dos animais, porém aumentam os custos de produção e diminuem a qualidade do produto (Papapetrou *et al.*, 2021). Adquirem, portanto, uma importância significativa pelo considerável prejuízo económico que causam neste setor (Antonelli *et al.*, 2010). Para além do mais, a intensificação da aquicultura propicia o crescimento dos parasitas no meio aquático (Yildiz *et al.*, 2019).

Também é sabido o efeito que a carga parasitária possui no aumento da vulnerabilidade dos peixes a outras doenças, tendo-se inclusivamente demonstrado num estudo realizado em robalos que a probabilidade de isolar bactérias em indivíduos com mais

de seis parasitas por arco brânquial foi maior do que nos peixes com menos de seis parasitas (Uzun e Ogut, 2015).

Os parasitas Monogenea infetam frequentemente peixes e outros organismos aquáticos e estão presentes em ambientes de água doce, marinha e salobra. Parasitam as brânquias, barbatanas e a pele dos seus hospedeiros alimentando-se do muco e das células epiteliais, o que induz um conjunto de reações, como a hiperprodução de muco, hiperplasia epitelial, hemorragias, etc. (Özer *et al.*, 2019) e caracterizam-se por uma rápida disseminação quando as condições são propícias (Saraiva *et al.*, 2015).

11.7.1 *Sparicotyle chrysophrii*

O *Sparicotyle chrysophrii* é um parasita das brânquias, da classe Monogenea, que infeta principalmente douradas (Fioravanti *et al.*, 2020), e é considerado o ectoparasita mais importante na produção desta espécie (Sitjà-Bobadilla *et al.*, 2010). Esta parasitose tem sido reportada em douradas selvagens e produzidas na bacia do Mediterrâneo, por vezes associado a mortalidades, em coinfeções com outros parasitas ou secundariamente a infeções bacterianas (Sitjà-Bobadilla *et al.*, 2010) e constitui uma grave ameaça à produção intensiva de douradas dessa região. Uma diminuição do crescimento dos peixes e um aumento da taxa de conversão alimentar também se verificam (Fioravanti *et al.*, 2020).

O ciclo de vida do *Sparicotyle chrysophrii* é direto. Este parasita hermafrodita liberta os ovos que são transportados pelas correntes, dos quais eclodem os oncomirácídeos (forma infetante) que por sua vez vão parasitar ativamente o hospedeiro (Fioravanti *et al.*, 2020).

O *Sparicotyle chrysophrii* apresenta geralmente uma maior prevalência nos meses mais quentes na região do Mediterrâneo (Fioravanti *et al.*, 2020), uma vez que a eclosão e o desenvolvimento das larvas dependem da temperatura (Villar-Torres *et al.*, 2018), e afeta todas as fases de desenvolvimento dos peixes, assinalando-se uma maior suscetibilidade nos indivíduos juvenis. A presença do parasita na água de entrada das unidades de produção, correntes baixas, bem como uma ineficiente limpeza e substituição das redes e da remoção de peixes mortos, são alguns dos fatores de risco (Fioravanti *et al.*, 2020).

Uma vez que se trata de um parasita hematófago, os peixes parasitados apresentam-se em estado anémico (Borrego *et al.*, 2017), com as brânquias pálidas e demonstram um comportamento letárgico, hiporéxia/anorexia e um atraso no crescimento, podendo ser visíveis os parasitas de coloração acastanhada entre as brânquias (Fioravanti *et al.*, 2020).

Quando são visíveis 1 a 2 parasitas por cada arco brânquial externo deve iniciar-se o tratamento (Fioravanti *et al.*, 2020). O tratamento para este e outros parasitas da classe Monogenea pode contemplar o uso de formalina (150-200 mg/l) ou peróxido de hidrogénio

(200mg/l) por 1 hora e por 30 minutos respetivamente, em utilizações repetidas para eliminar todas as formas parasitárias (Borrego *et al.*, 2017). Outras estratégias de controlo podem incluir a administração de dietas específicas nas alturas de maior risco visando diminuir a carga parasitária dos peixes e, em unidades aquícolas intensivas instaladas em terra, a água fornecida pode ser filtrada mecanicamente e os tanques secos e desinfectados. A separação dos peixes recém-chegados dos restantes nas unidades produtivas, bem como a diminuição das densidades de biomassa animal produzida e o aumento da renovação das águas, pode diminuir a transmissão do parasita dentro da exploração (Fioravanti *et al.*, 2020).

11.7.2 *Lernanthropus kroyeri*

O *Lernanthropus kroyeri* é um copépode crustáceo mesoparasita das brânquias (Henry *et al.*, 2009) pertencente à família Lernanthropidae (Antonelli *et al.*, 2012) que possui uma grande especificidade pelo robalo europeu (Yıldız e Korkmaz, 2021) e que está frequentemente presente na produção em jaulas na região do Mediterrâneo (Antonelli *et al.*, 2012). Já foram reportadas grandes mortalidades associadas a graves infeções por *Lernanthropus kroyeri* nesta espécie (Papapetrou *et al.*, 2021). As mortalidades estão associadas principalmente a peixes mais pequenos com peso inferior a 10 g na produção semi-intensiva e intensiva (Athanasopoulou *et al.*, 2001) em consequência a anemia e asfixia (Henry *et al.*, 2009).

O parasita provoca lesões graves ao nível das brânquias e pode funcionar como um reservatório e vetor de infeções secundárias, nomeadamente de vibriose (*Vibrio anguillarum*). Esta parasitose pode também ter efeitos negativos sobre a conversão alimentar e condição corporal dos peixes (Yıldız e Korkmaz, 2021). O parasita adulto é visível nas brânquias dos peixes infetados o que pode ser motivo de reprovação comercial (Čolak *et al.*, 2021).

O parasita *Lernanthropus kroyeri* alimenta-se do muco e das células epiteliais, podendo provocar alterações patológicas graves, nomeadamente necrose, hemorragia, inflamação, hipersecreção de muco (Antonelli *et al.*, 2012) e obstrução da circulação das brânquias (Čolak *et al.*, 2021). Desta forma, os peixes parasitados necessitam de receber um tratamento eficiente (Tokşen *et al.*, 2010).

Várias substâncias são utilizadas em banhos de tratamento para o controlo deste e de outros parasitas copépodes, a designar os diclorvos, azametifos, peróxido de hidrogénio, cipermetrina e deltametrina, entre outras. Também se demonstrou que o benzoato de emamectina e o teflubenzuron são eficazes (Tokşen *et al.*, 2010). A utilização de sumo de cebola e alho também demonstrou ter um efeito antiparasitário contra este parasita pelo que

poderá ser uma alternativa de tratamento para o controle desta parasitose, porém mais estudos são necessários (Yildiz *et al.*, 2019).

11.7.3 *Trichodina* sp.

São ectoparasitas ciliados da família Trichodinidae que com frequência parasitam os peixes ósseos. Quando presentes em cargas parasitárias altas uma melhoria das condições ambientais dos peixes costuma ser solucionador e quando presentes em baixas quantidades normalmente trata-se de uma situação acidental (Hadfield e Clayton, 2021).

A prevenção passa pela minimização ou resolução dos agentes stressantes (especialmente respeitante à qualidade da água) pela aplicação de boas práticas de manejo tais como, filtração mecânica e desinfecção da água (UV; ozono), altas taxas de renovação/circulação da água, remoção eficiente dos peixes moribundos, protocolos de limpeza e desinfecção, etc. A *Trichodina* spp. é inativada com uma radiação UV compreendida entre os 35 – 159 mJ/cm² (Hadfield e Clayton, 2021).

O ciclo de vida destes parasitas é direto e a transmissão entre indivíduos ocorre pela via horizontal (Hadfield e Clayton, 2021).

O diagnóstico é normalmente realizado por microscopia direta de raspagens de pele (Hadfield e Clayton, 2021).

Se os peixes manifestarem sinais clínicos graves ou se os fatores abióticos que induzem stresse não poderem ser solucionados, pode ser necessário recorrer-se a um tratamento medicamentoso. Extratos de plantas também se revelaram funcionais (Hadfield e Clayton, 2021).

11.7.4 *Diplectanum aequans*

O *Diplectanum aequans* é um parasita Monogenea (Saraiva *et al.*, 2015) do género Diplectanum (Papapetrou *et al.*, 2021) comum na produção de robalo europeu e que é capaz de induzir doença (Saraiva *et al.*, 2015). A diplectanose (a doença causada por este parasita) é considerada uma das doenças parasitárias mais importantes na produção de robalo (Papapetrou *et al.*, 2021). Não obstante, este parasita também está reportado no robalo selvagem e na dourada selvagem e de produção (Özer *et al.*, 2019). Quando a carga parasitária é severa, a taxa de mortalidade em robalos juvenis pode atingir os 5% a 10% (Saraiva *et al.*, 2015). Podem também ocorrer infeções secundárias bacterianas, virais e fúngicas favorecidas pelos danos que o parasita provoca nas brânquias, em resultado do processo de fixação e alimentação. O *Diplectanum aequans* provoca hiperplasia, hemorragia, infiltração de leucócitos ao nível das brânquias (Yardimci e Pekmezci, 2012) e pode também

causar fusão das lamelas branquiais (Saraiva *et al.*, 2015) com diminuição da superfície respiratória e um consequente efeito prejudicial nas trocas gasosas (Woo, 2006). Os peixes fortemente infetados demonstram asfixia, letargia e anorexia (Toksen *et al.*, 2010).

O ciclo de vida é caracterizado por uma fase de produção de ovos que decorre nas brânquias do robalo e posteriormente uma fase de estadio larval (Oncomiracidium), duas fases de estadio pós-larval, estadio intermediário e por último o indivíduo adulto; sendo que a troca de hospedeiro pode ocorrer em todas essas fases. A temperatura exerce um estímulo positivo na desova do *Diplectanum aequans* e o robalo mostra-se mais vulnerável a infeções parasitárias quando as temperaturas são mais baixas, ocorrendo uma maior prevalência nessas alturas (Özer *et al.*, 2019).

Como estratégia de controlo pode recorrer-se ao uso de anti-helmínticos que demonstram eficácia contra este parasita (Woo, 2006). O tratamento com banhos de rafoxanida (6 ppm) durante 48 horas pode ser realizado, bem como banhos de triclorfon (0,15 ppm) durante dois dias (Toksen *et al.*, 2010).

11.7.5 *Caligus minimus*

Os parasitas *Caligus* pertencem à família Caligidae e são responsáveis por parasitar um largo espectro de espécies hospedeiras, representando um grave problema nas gaiolas de produção aquícola (Toksen *et al.*, 2010).

O *Caligus minimus* é observado ao nível da cavidade bucal e das brânquias do robalo e inflige lesões como consequência do processo de fixação e alimentação, podendo estas ser visíveis na pele da cabeça, cavidade bucal, palato, língua e na base dos arcos branquiais. Ulceração da epiderme, hiperplasia reativa da epiderme, inflamação da derme e presença de células com necrose são algumas das alterações patológicas evidenciadas (Toksen *et al.*, 2010).

Possui um ciclo de vida direto com uma fase de vida livre onde se alimenta de plâncton, duas fases de náuplio, estadio de copépode, estadio de chalimus (I à VI), pré-adulto e adulto e, sobrevivem 17 dias à temperatura de 22 a 24°C (Toksen *et al.*, 2010). O seu ciclo de vida é completado quando a temperatura se encontra entre os 15-21°C e a salinidade nos 10% - 36% (Er e Kayış, 2015). A carga parasitária aumenta por norma após as chuvas e no fim da primavera e sofre um decréscimo no verão e no período invernal (Toksen *et al.*, 2010).

Tratamentos com banhos de triclorfon na dose de 300 ppm durante 20 minutos, diclorvos (1ppm) por um período de 1 hora, peróxido de hidrogénio (1500 ppm) 20 minutos e banhos de água doce, demonstraram ser eficazes (Toksen *et al.*, 2010).

Outros parasitas estão envolvidos em doenças parasitárias no robalo e na dourada nomeadamente o, *Amyloodinium ocellatum*, um dinoflagelado que infeta o robalo e a dourada; *Enterospora nucleophila* responsável pela microsporidiose emaciante na dourada; *Enteromyxum leei* um parasita entérico Myxozoa que causa a enteromixose na dourada; *Ceratothoa oestroides* um isópode crustáceo que afeta o robalo e menos intensamente a dourada; entre outros (figuras 42 e 43) (Fioravanti et al., 2020).

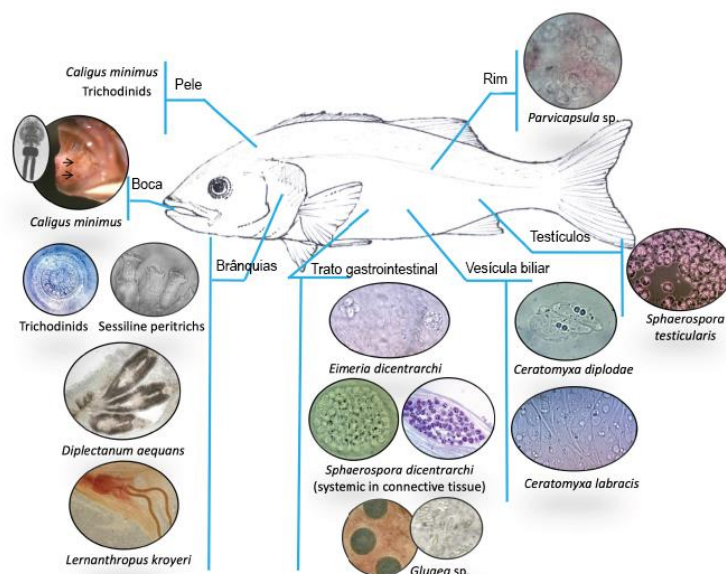


Figura 42 - Outros parasitas que afetam o robalo. Fonte: Adaptado de Fioravanti et al. (2020)

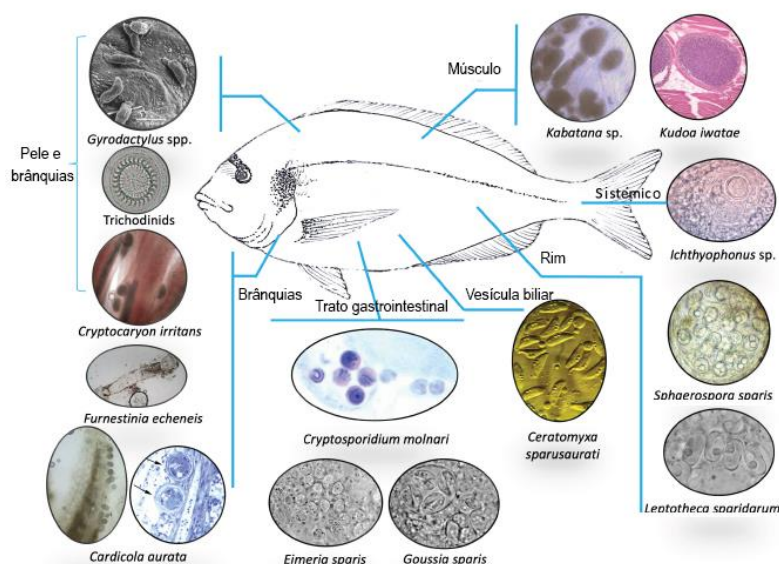


Figura 43 - Outros parasitas que afetam a dourada. Fonte: Adaptado de Fioravanti et al. (2020)

11.8 Síndrome de inverno

Os peixes como seres ectotérmicos que são dispõem de um conjunto de vias metabólicas responsáveis pela produção de energia reservada à aclimatização dos peixes, em temperaturas aquáticas que induzem stresse (Melis *et al.*, 2017).

A dourada (*Sparus aurata*) é especialmente vulnerável às baixas temperaturas da água do mar no período invernal (Melis *et al.*, 2017), cuja temperatura letal inferior é aproximadamente 5°C (Ibarz *et al.*, 2010). Esta espécie habita o mar Mediterrâneo em temperaturas que oscilam os 26°C no verão e os 13°C a 11°C no inverno (Ghisaura *et al.*, 2019), sem apresentarem qualquer manifestação relacionada com mudanças de temperatura (Ibarz *et al.*, 2010). Os peixes controlam essas diminuições de temperatura sazonais deslocando-se para ambientes aquáticos de maior profundidade e com águas mais quentes (Ghisaura *et al.*, 2019).

Quando a temperatura cai para valores abaixo dos 13°C desenrolam-se um conjunto de alterações comportamentais e fisiológicas que em última instância podem resultar na morte dos peixes. Natação errática, jejum, diminuição da sensibilidade a estímulos, atraso no crescimento, fígado gordo, necrose dos tecidos e infeções, são alguns dos eventos stressantes que podem ocorrerem em resultado a esses decréscimos de temperatura (Ghisaura *et al.*, 2019).

As douradas produzidas em tanques exteriores vêm-se impossibilitadas de se protegerem do stresse térmico pelo que quando são expostas a temperaturas inferiores a 13°C durante um longo período são afetadas, ocorrendo uma diminuição da sua atividade, atrasos no crescimento, depressão metabólica, hiporexia, anorexia quando a temperatura é inferior a 10°C e alterações hepáticas (esteatose e fígado esbranquiçado devido a deposição de lípidos). Outro fenómeno que ocorre é o aumento da vulnerabilidade a infeções, resultado de uma imunodepressão (Ghisaura *et al.*, 2019). De facto, o cortisol plasmático aumenta em douradas quando a temperatura diminui para 8 a 10°C (Gallardo *et al.*, 2003). Verifica-se também um desequilíbrio iónico em resultado a um distúrbio no funcionamento das brânquias e do sistema digestivo (Schrama *et al.*, 2017).

A síndrome de inverno ou doença de inverno apresenta-se como uma síndrome metabólica (Silva *et al.*, 2014) que ocorre no período do ano com temperaturas mais baixas (Ibarz *et al.*, 2010), de etiologia multifactorial (Bırlıncıoğlu *et al.*, 2013) e que num momento inicial não está relacionada com um agente patogénico em particular (Ibarz *et al.*, 2010). Existem vários aspetos relativos à sua etiologia que ainda não estão bem esclarecidos (Borrego *et al.*, 2017). Diversos elementos podem ser importantes para o desencadear da

síndrome de inverno designadamente, fatores de stresse ambientais (diminuição da salinidade e baixas temperaturas da água <13°C, etc.); densidade animal (Birincioglu *et al.*, 2013); confinamento; atividades de manipulação dos peixes (Ibarz *et al.*, 2010); imunodepressão; fatores relativos à nutrição dos peixes (Birincioglu *et al.*, 2013), como a ingestão irregular de alimento consequente às baixas temperaturas (Contessi *et al.*, 2006), deficiências nutricionais resultantes dos longos períodos de jejum infligidos pelas baixas temperaturas (Ibarz *et al.*, 2005), competição dos peixes por alimento; desequilíbrios nutricionais (Ibarz *et al.*, 2010); e agentes infecciosos (Ibarz *et al.*, 2005); podendo as baixas temperaturas da água constituir o motivo principal (Birincioglu *et al.*, 2013). Estas induzem taxas metabólicas lentas e perturbam o comportamento alimentar dos peixes (Silva *et al.*, 2014).

As alterações patológicas induzidas pelas baixas temperaturas podem ser o ponto inicial para o desenvolvimento da síndrome de inverno e resumem-se em: imunodepressão com aumento da vulnerabilidade a agentes patogénicos; colapso metabólico provocado fundamentalmente por uma insuficiência hepática; alteração da função digestiva; degenerescência muscular (Ibarz *et al.*, 2010).

Esta síndrome foi relatada pela primeira vez em Itália em 1994 e nos anos posteriores foram descritos vários casos noutros países, nomeadamente em Portugal, Espanha, Grécia, Croácia (Ibarz *et al.*, 2010) e Malta, tendo ocasionado mortalidades expressivas, algumas atingindo os 30 a 50% (Birincioglu *et al.*, 2013). Não obstante, diminuiu a ocorrência desta condição possivelmente pela utilização de estratégias de alimentação destinadas ao período invernal. Esta síndrome é aparentemente exclusiva da dourada uma vez que outras espécies que habitualmente são produzidas nos mesmos lugares (p. ex. Robalo, *Dicentrarchus labrax*) não parecem ser afetadas (Ibarz *et al.*, 2010).

A doença de inverno acomete normalmente as douradas com pesos compreendidos entre os 100 e os 400 g, no seu primeiro inverno do ciclo produtivo (Ibarz *et al.*, 2010).

Foram descritas duas apresentações clássicas da doença, a primeira (“primeiro inverno”) caracterizada por uma mortalidade crónica (até aos 5%) que ocorre de dezembro a fevereiro/março a temperaturas inferiores a 12°C. A segunda (“segundo inverno”) decorre normalmente em março/abril quando a temperatura sobe para os 15-17°C e caracteriza-se por surtos de mortalidades agudas normalmente associadas a infeções pelo agente *Pseudomonas anguilliseptica*, uma bactéria oportunista. Este microrganismo parece desempenhar um papel principal na ocorrência destes surtos agudos e o efeito da temperatura no metabolismo dos peixes e da bactéria é crucial para a compreensão dessas manifestações agudas (Ibarz *et al.*, 2010).

As douradas afetadas caracterizam-se por uma apresentação letárgica e um comportamento errático, distensão abdominal e normalmente encontram-se isoladas dos demais nadando de um lado (figura 44). Os peixes jovens podem também evidenciar o padrão de pigmentação de stresse com a pele escura e as listas verticais. As principais alterações detetadas à necropsia são a presença de um fígado pálido e friável (Ibarz *et al.*, 2010), associado à esteatose hepática (Birincioglu *et al.*, 2013), e um trato gastrointestinal repleto de um conteúdo claro e de muco esbranquiçado (Ibarz *et al.*, 2010), denotando uma possível diminuição da absorção de nutrientes (Gallardo *et al.*, 2003). É sugerido que a acumulação rápida de lípidos no fígado ocorre em resultado a uma resposta adaptativa das douradas às descidas de temperatura (Birincioglu *et al.*, 2013). Em situações de stresse e de jejum ocorre um alto consumo das reservas corporais sendo que os triacilgliceróis são catabolizados, o glicerol é utilizado na gluconeogenese e o ácido gordo como fonte de energia (Ibarz *et al.*, 2005).



Figura 44 - Dourada com síndrome de inverno nadando sobre um dos lados, à superfície da água, isolada dos restantes peixes [Fotografia da autora]

As alterações patológicas fazem desencadear um aumento da respiração e consumo de oxigénio bem como um esgotamento das reservas lipídicas do organismo dos peixes (Birincioglu *et al.*, 2013).

Várias outras manifestações da doença estão sistematizadas na tabela 1.

Esses acontecimentos têm um impacto negativo na produção piscícola resultando em perdas económicas significativas (Ghisaura *et al.*, 2019). As taxas de mortalidade andam normalmente na casa dos 7 a 10% da população de peixes produzida podendo em situações agudas resultar em até 80% (Ibarz *et al.*, 2010).

A utilização de um alimento especialmente formulado para os meses mais frios representa umas das estratégias utilizadas para o manejo do stresse térmico (Ghisaura *et al.*, 2019). O fornecimento dessa dieta antes, durante e após o período de temperaturas baixas pode apaziguar os efeitos da temperatura e auxiliar na prevenção da síndrome de inverno (Silva *et al.*, 2014).

Um estudo levado a cabo por Schrama *et al.* (2017) utilizou uma “dieta de inverno” de alta qualidade e comparou os resultados com um alimento comercial standart (“dieta controlo”), através da avaliação do proteoma e metaboloma dos peixes no final do inverno, e com o objetivo de compreender de que forma uma melhoria na nutrição pode reverter-se num apaziguamento dos efeitos provocados pelo stresse térmico, induzido pelas baixas temperaturas. A dieta de inverno possuía na sua composição uma elevada quantidade de ingredientes de origem marinha, fosfolípidos marinhos, taurina, lecitina de soja, vitaminas antioxidantes e um suplemento de fagoestimulantes. Já a dieta controlo apresentava níveis reduzidos de farinha de peixe e parte do óleo de peixe havia sido substituído por óleo de colza. Este estudo indicou que uma dieta de inverno fortalecida com vitaminas e, lípidos e proteínas de alta qualidade beneficia os peixes durante a época invernal e auxilia na prevenção de distúrbios metabólicos associados às baixas temperaturas (Schrama *et al.*, 2017). Estes resultados são condizentes com os de Silva *et al.* (2014) que também revelaram um impacto positivo da dieta de inverno.

Tabela 1 – Sistematização dos sinais evidenciados pelos peixes com síndrome de inverno

Sinais clínicos externos e comportamentais		• Hipossensibilidade • Letargia • Movimentos erráticos/ natação errática • Natação de um lado • Alterações na pigmentação: pele escura e listas verticais	• Distensão abdominal • Brânquias anêmicas • Opacidade da córnea • Lesões cutâneas (abrasão) • Sintomas agravados pela perturbação ou manipulação das douradas
Sinais orgânicos	Fígado	▪ Aspeto esbranquiçado/ pálido/ friável ▪ Hemorragias ▪ Esteatose hepática ▪ Degenerescência da gordura nos hepatócitos	
	Intestino	▪ Distendido com a presença de líquido de cor clara com conteúdo mucoso esbranquiçado ▪ Mucosa intestinal com hiperplasia das células mucosas ▪ Edema da lâmina própria ▪ Mucosa com áreas de inflamação e necrose	
	Pâncreas	▪ Atrofia do pâncreas exócrino ▪ Degenerescência do tecido pancreático exócrino ▪ Infiltração de granulócitos	
	Músculos	▪ Degenerescência granular ▪ Necrose	
	Vesícula Biliar	▪ Dilatada	
	Sangue	▪ De aparência clara ou diluída	
	Tecido hematopoiético	▪ Hipoplásico	
	Pele	▪ Congestão vascular (Hemorragias no abdómen e nas barbatanas)	
	Cérebro (Infeções por <i>P. aguiliseptica</i>)	▪ Meningite ▪ Gliose	

(continua)

Tabela 1 – Sistematização dos sinais evidenciados pelos peixes com síndrome de inverno (continuação)

Patogenicidade	Agente Primário	➤ <i>Pseudomonas anguilliseptica</i>
	Outros agentes	➤ <i>Pseudomonas</i> sps, <i>Aeromonas</i> sps, Enterobacterias <i>indeterminadas</i>
		➤ Vírus (reovirus e outros) ➤ Parasitas (<i>Sanguinicolid trematodes</i>)
Outras alterações	Plasma	• Hematócrito baixo/ baixa contagem eritrocitária • Níveis plasmáticos de cálcio e magnésio baixos • Hipoglicemia • Aumento das proteínas plasmáticas (b2 e c globulinas) • Aumento dos níveis de potássio plasmáticos, dos aminoácidos plasmáticos e da atividade da aspartato-aminotransferase (lesões nos tecidos)
	Fígado	• Aumento da percentagem de lípidos • Deposição de gordura
	Imunidade	• Imunossupressão durante a estação fria, diminui as atividades do complemento e da lisozima • Diminuição da contagem dos linfócitos, entre outros

* Ibarz *et al.* (2010); Birincioglu *et al.* (2013); Contessi *et al.* (2006)

11.8.1. *Pseudomonas anguilliseptica*

A *Pseudomonas anguilliseptica* é um agente patogénico oportunista (Fadel *et al.*, 2018) associado a uma septicemia hemorrágica e que desempenha uma importante participação na síndrome de inverno (Borrego *et al.*, 2017), conforme referido anteriormente.

Os sinais clínicos compreendem: letargia, distensão abdominal, queratite, anemia, padrão típico de stresse com escurecimento dos peixes e presença de listas, e ocasionalmente petéquias cutâneas (Borrego *et al.*, 2017) e hepáticas (Pavlidis e Mylonas, 2011). Internamente é perceptível uma acentuada distensão dos intestinos e o fígado de uma tonalidade pálida, podendo os peixes desenvolver também uma meningoencefalite (Borrego *et al.*, 2017).

Um tratamento com ciprofloxacina, eritromicina, gentamicina, oxitetraciclina, tetraciclina, streptomina ou trimetoprim-sulfametoxazole pode ser efetivo (Borrego *et al.*, 2017).

11.8.2 Estudo das alterações patológicas da síndrome de inverno em douradas (*Sparus aurata*) de produção

Em março de 2021 no decorrer de um surto de síndrome de inverno que ocorreu na exploração Nasharyba, foram recolhidas quatro douradas (*Sparus aurata*) moribundas dos tanques de produção. Estes peixes sujeitos a estudo corresponderam a uma amostra representativa de um total de 60000 douradas afetadas com esta síndrome. As douradas analisadas revelaram sintomatologia compatível com síndrome de inverno à semelhança de muitas outras do efetivo produtivo acometido. Não se observou a presença dessa síndrome nos robalos (*Dicentrarchus labrax*). Foram realizadas as necrópsias das douradas. As amostras de tecidos do fígado, brânquias, aparelho digestivo, músculo-esquelético e gonadas dos peixes foram fixadas em solução de formalina 10%. Posteriormente foram coradas com hematoxilina e eosina (HE) para exame ao microscópio ótico. Esta análise histopatológica foi realizada pelo LHAP da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

11.8.2.1 Constatações macroscópicas

1. **Dourada I (140 g)** – macroscopicamente observou-se distensão abdominal (figura 45), protrusão do ânus (figura 46) e um defeito na barbatana caudal. À necrópsia, o fígado apresentou-se de grandes dimensões, pálido (figura 47), mole e friável e o intestino preenchido por um conteúdo líquido incolor (figura 48) e gás.



Figura 45 - Distensão abdominal [Fotografia da autora]



Figura 46 - Protrusão do ânus [Fotografia da autora]

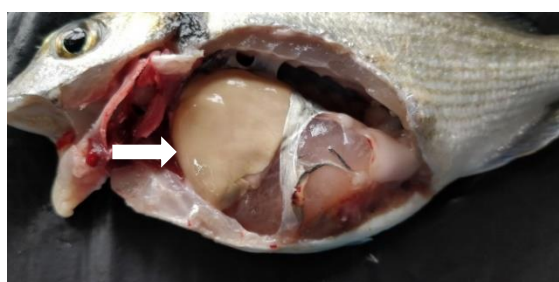


Figura 47 - Aparência macroscópica do fígado, de grandes dimensões e de cor branca amarelada (seta) [Fotografia da autora]



Figura 48 - Líquido incolor proveniente do lúmen intestinal (seta) [Fotografia da autora]

2. **Dourada II (286 g)** - macroscopicamente observou-se distensão abdominal. À necrópsia, o fígado apresentou-se de tonalidade amarelada, mole e com áreas de telangiectasia, a vesícula biliar de grandes dimensões repleta de bÍlis (figura 49), presença de um volvo intestinal (figuras 50 e 51), intestino preenchido por um conteúdo líquido e algum conteúdo sólido esbranquiçado, serosa intestinal congestionada (figura 50), e reduzida quantidade de tecido adiposo na cavidade celômica.

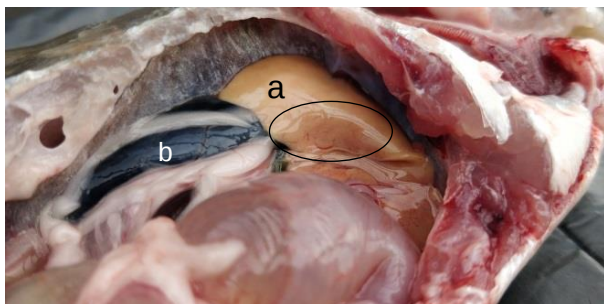


Figura 49 - Aparência macroscópica do fígado de tonalidade ocre (a) e presença de regiões com telangiectasia (círculo elíptico), vesícula biliar intumescida (b) [Fotografia da autora]



Figura 50 - Presença de um volvo intestinal (seta branca); serosa intestinal com congestão dos vasos (setas azuis); intestino preenchido por líquido e algum conteúdo sólido esbranquiçado [Fotografia da autora]



Figura 51 - Volvo intestinal (pinça) [Fotografia da autora]

3. **Dourada III (486 g)** - macroscopicamente observou-se distensão abdominal, presença de áreas eritematosas na pele da porção ventral do corpo (figura 52) e brânquias pálidas (figura 53). À necrópsia, o fígado apresentou-se mole, friável, de tonalidade amarelada e com uma área de congestão (figura 54), a vesícula biliar de grandes dimensões e repleta de bÍlis, o intestino preenchido no lúmen por um líquido abundante, turvo e esbranquiçado (figura 55) e, com algum conteúdo verde-claro (figura 56).



Figura 52 - Presença de lesões cutâneas eritematosas na porção ventral do corpo [Fotografia da autora]



Figura 53 - Brânquias pálidas [Fotografia da autora]



Figura 54 - Aspeto macroscópico do fígado, de tonalidade amarelada e com a presença de uma congestão localizada [Fotografia da autora]



Figura 55 - Líquido abundante, esbranquiçado e turvo derramado do lúmen intestinal [Fotografia da autora]



Figura 56 - Conteúdo intestinal de tonalidade verde-claro (seta) [Fotografia da autora]

4. **Dourada IV (90 g)** - macroscopicamente observou-se uma ligeira depressão na silhueta abdominal, a presença de uma substância gelatinosa aderida à face interna do opérculo (figura 57), uma lesão perfurante e hemorrágica no olho esquerdo (figura 58), brânquias muito pálidas de uma tonalidade rosa claro (figura 59) e presença de uma alteração num raio duro da barbatana dorsal. À necropsia, o fígado apresentou-se com uma tonalidade alaranjada, o intestino com um conteúdo esbranquiçado (figura 60) e uma reduzida quantidade de tecido adiposo na cavidade celômica.



Figura 57 - Presença de uma substância gelatinosa aderida à face interna do opérculo [Fotografia da autora]



Figura 58 - Lesão perfurante e hemorrágica no olho esquerdo [Fotografia da autora]



Figura 59 - Brânquias muito pálidas de tonalidade rosa claro [Fotografia da autora]

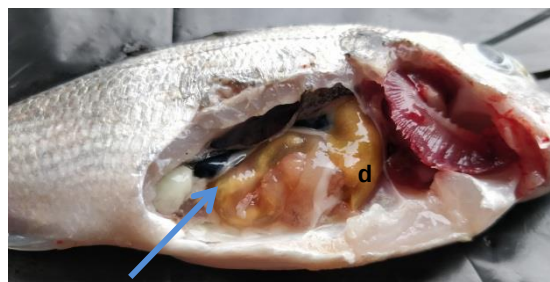


Figura 60 - Fígado de tonalidade alaranjada (d) e intestino repleto de um conteúdo esbranquiçado (seta) [Fotografia da autora]

11.8.2.2 Constatações microscópicas:

O fígado da dourada (*Sparus aurata*) em condições fisiológicas é caracterizado pela presença de hepatócitos poligonais com 1 a 2 núcleos redondos e de nucléolos bem visíveis (figura 61). No que diz respeito ao intestino, este é constituído por pregas intestinais revestidas por microvilosidades e, células absortivas e células caliciformes. Abaixo do epitélio intestinal situa-se a lâmina própria com alguns linfócitos aí presentes ao nível dos vasos linfáticos (figura 62) (Madeira *et al.*, 2014).

1. **Dourada I** – Observou-se uma acentuada infiltração lipídica e difusa no citoplasma dos hepatócitos, vacuolização hepatocitária (lipidose/esteatose hepática) (figura 63). Os hepatócitos apresentaram-se dilatados com gotículas lipídicas de vários tamanhos no citoplasma (figura 64). Presença de uma dilatação das vilosidades intestinais com edema da lâmina própria (figura 65) e aparente hiperplasia das células caliciformes (figura 66). Inflamação severa do pâncreas com necrose das células pancreáticas (figura 67) e presença de um infiltrado inflamatório misto (figura 68).



Figura 61 – Fígado de dourada (*Sparus aurata*) em condições fisiológicas. São visíveis os hepatócitos (hp) e os eritrócitos (er) presentes ao nível dos sinusóides (HE., 25 μ m). Fotomicrografia extraída de Madeira *et al.* (2014).

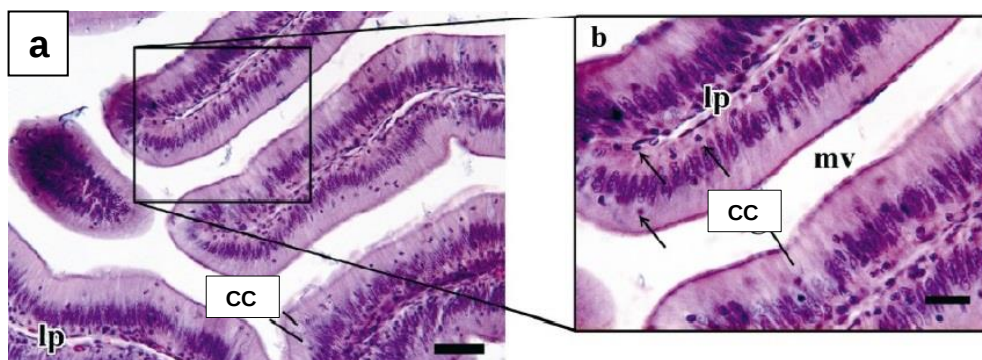


Figura 62 – Vilosidades intestinais em condições fisiológicas. São visíveis as células caliciformes (cc), a lâmina própria (lp) e as microvilosidades intestinais (mv) HE., (a) 25 μ m (b) 15 μ m. Fotomicrografia extraída e adaptada de Madeira *et al.* (2014).

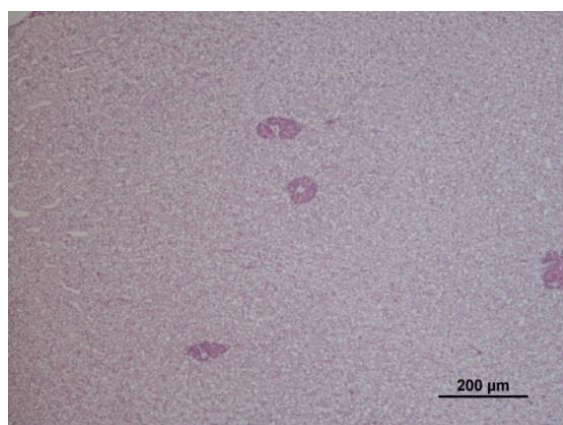


Figura 63 - Acentuada e difusa infiltração lipídica no fígado (vacuolização hepatocitária) (HE., 200 μ m). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

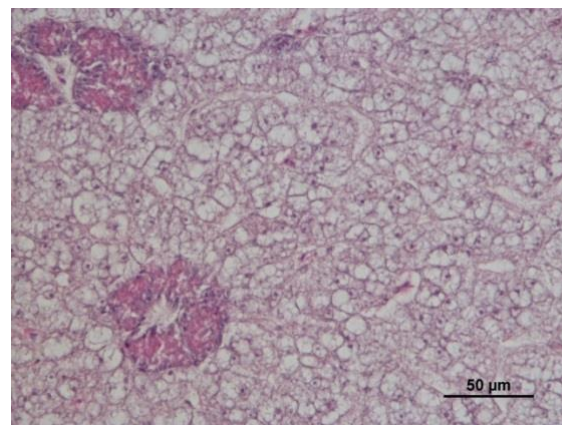


Figura 64 - Dilatação dos hepatócitos com vacuolização hepatocitária no interior dos seus citoplasmas e alguns núcleos deslocados à periferia das células (HE., 50 μ m). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

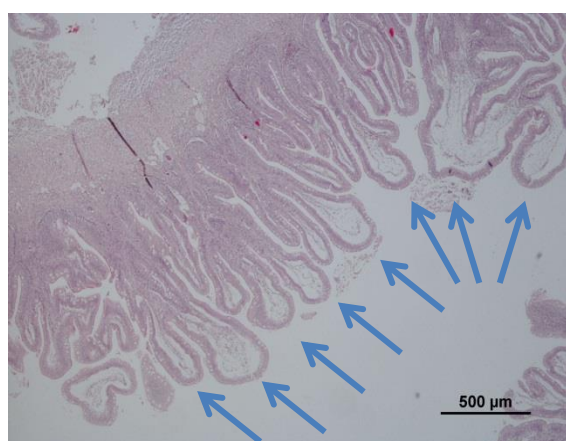


Figura 65 - Dilatação das vilosidades intestinais (setas) com edema da lâmina própria (HE., 500 μ m). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

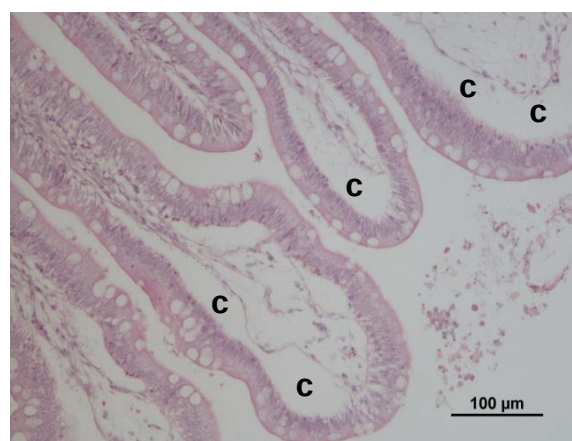


Figura 66 - Vilosidades intestinais com edema da lâmina própria (c) e aparente hiperplasia das células caliciformes do epitélio (HE., 100 μ m). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

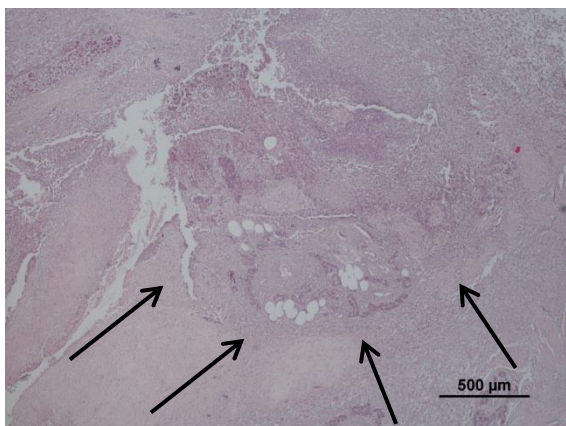


Figura 67 - Área necrótica no pâncreas (setas) (HE., 500 µm). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

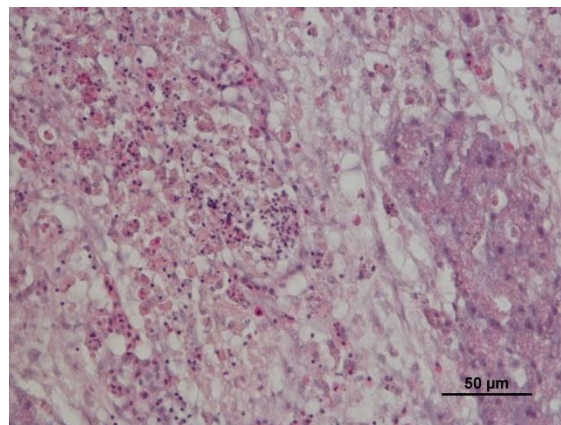


Figura 68 - Infiltrado inflamatório misto no pâncreas (HE., 50 µm). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

2. **Dourada II** – Identificou-se o mesmo processo de infiltração lipídica dos hepatócitos (figura 69) observado na dourada I porém num nível de intensidade menos severo e, uma aparente hiperplasia das células caliciformes ao nível do epitélio das vilosidades intestinais (figura 70). Adicionalmente, através da análise histológica da gónada foi possível identificar o género da dourada II, sendo visíveis os oócitos ao nível da gónada feminina (figura 71).

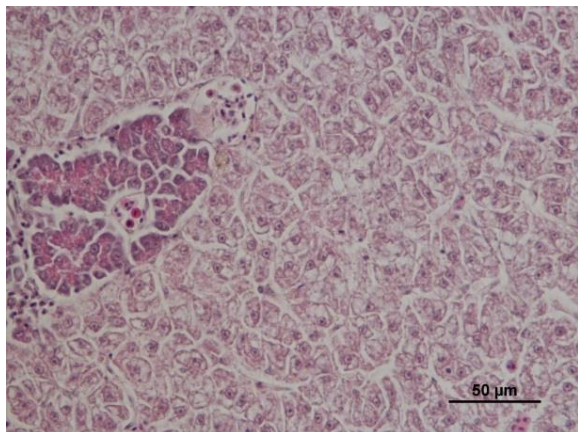


Figura 69 - Moderada infiltração lipídica no fígado (HE., 50 µm). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves

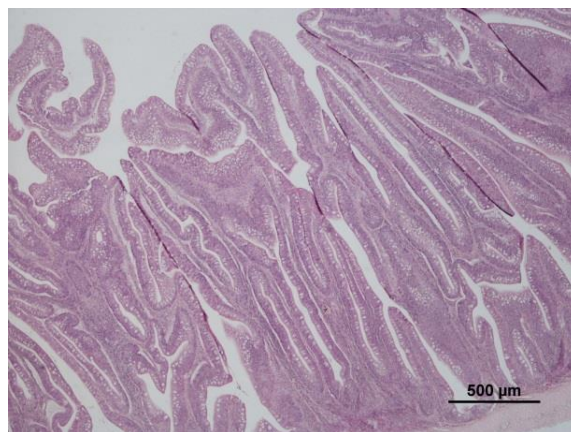


Figura 70 - Abundante distribuição de células caliciformes ao nível do epitélio das vilosidades intestinais (HE., 500 µm), Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

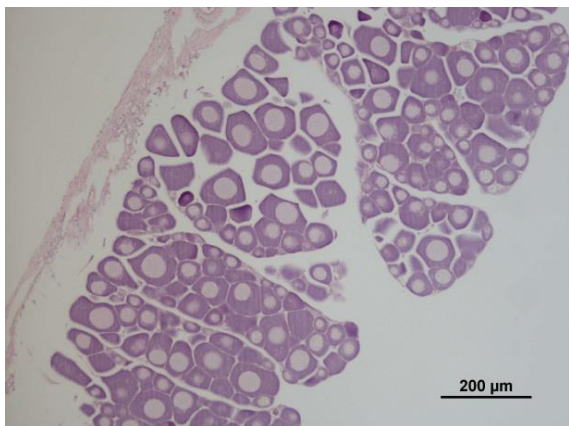


Figura 71 - Gónada feminina com a presença de oócitos (HE., 200 μm). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

3. **Dourada III** - Lesões intestinais (figura 72) e pancreáticas identicas às observadas na dourada I. Presença de um infiltrado inflamatório misto no pâncreas (figura 73).

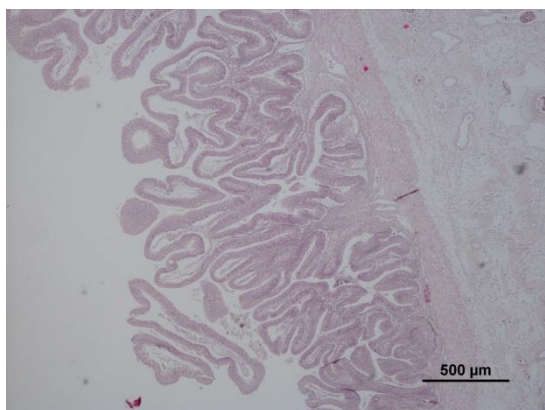


Figura 72 - Dilatação das vilosidades intestinais com edema da lâmina própria (HE., 500 μm). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves

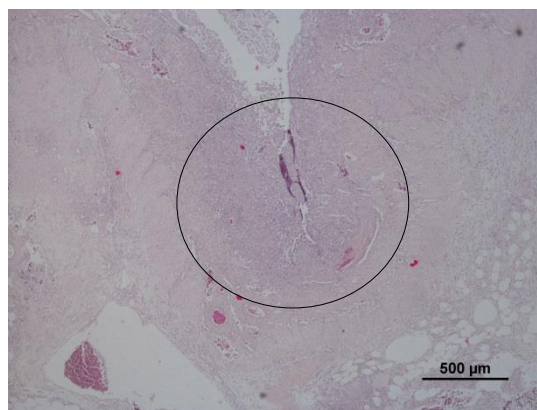


Figura 73 - Área necrótica no pâncreas e infiltrado inflamatório misto (círculo) (HE., 500 μm). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

4. **Dourada IV** – registou-se uma aparente hiperplasia das células caliciformes do epitélio das vilosidades intestinais (figura 74) e no tecido adiposo mesentérico um processo inflamatório inicial purulento caracterizado pela presença de um infiltrado de heterófilos (figuras 75 e 76).

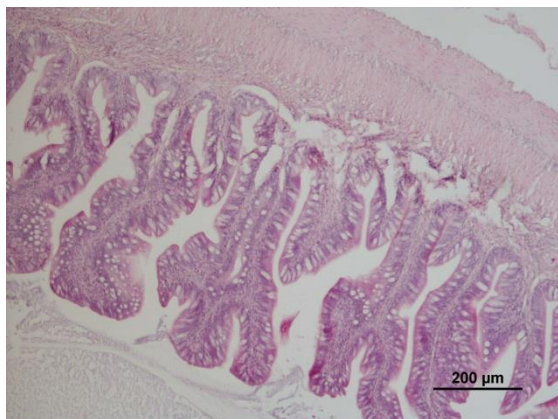


Figura 74- Presença de um grande número de células caliciformes no epitélio das vilosidades intestinais (HE., 200 µm). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

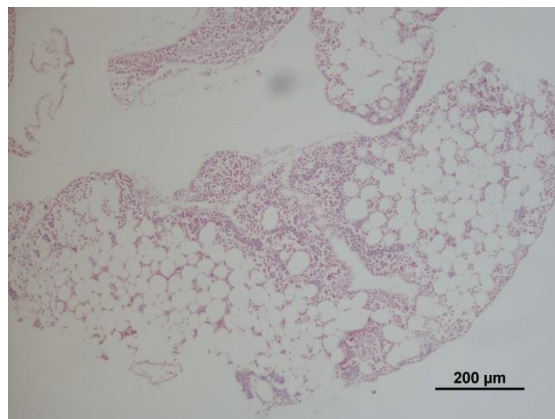


Figura 75 - Inflamação aguda do tecido adiposo mesentérico (HE., 200 µm). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

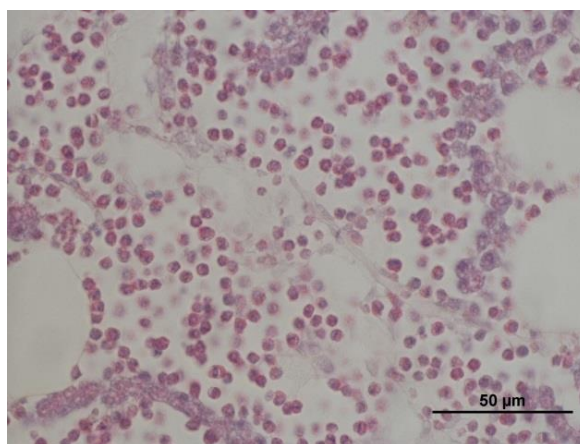


Figura 76 - Infiltrado de heterófilos (HE., 50 µm). Fotomicrografia gentilmente cedida por Prof^a Dra. Anabela Alves.

11.8.2.3 Discussão da atividade

O surto de síndrome de inverno das populações em estudo resultou em aproximadamente 60 000 mortes, o que constituiu um considerável impacto negativo na exploração afetada. Durante o decorrer do surto, alguns fatores de stresse ambientais estiveram presentes na unidade aquícola, nomeadamente diminuições na salinidade e na temperatura, o que pode ter influenciado no desenvolvimento da síndrome. Segundo Birincioglu *et al.* (2013) fatores de stresse ambientais como diminuição da salinidade e da temperatura da água (<13°C) podem ser importantes para o desencadear desta doença, podendo as baixas temperaturas constituir o principal motivo. Não foi observada ao exame externo a presença de parasitas.

Tomando como referência as duas apresentações clássicas referidas por Ibarz *et al.* (2010), considerando que a manifestação da síndrome de inverno dos peixes em estudo decorreu em março e face ao carácter agudo da mesma, é sugestível que este evento esteja enquadrado na apresentação de “segundo inverno”. Uma vez que este último não foi precedido por um “primeiro inverno” e perspectivando acontecimentos desta doença em anos anteriores na exploração, é provável que as duas apresentações ocorram de forma independente. Contudo, não foi encontrada informação bibliográfica a respeito do referido assunto.

Clinicamente têm sido relatados como sinais característicos da síndrome de inverno, hipossensibilidade, natação errática, natação sobre um dos lados do corpo, distensão abdominal, brânquias anémicas, lesões cutâneas (abrasão), etc., tal como apresentado na tabela 1. As principais alterações histopatológicas estão presentes no fígado, pâncreas, musculo e intestino e, menos frequentemente no rim (Ibarz *et al.*, 2010). A atrofia e degenerescência do pâncreas exócrino e, infiltração de granulócitos; fígado pálido e friável relacionado com a esteatose hepática; degenerescência granular e necrose dos músculos; intestino distendido com a presença de líquido de cor clara e de um conteúdo mucoso esbranquiçado; mucosa intestinal com hiperplasia das células mucosas e edema da lâmina própria, são algumas das alterações patológicas características da doença de inverno, que estão descritas na tabela 1. Na presente atividade, não foram observadas alterações nos músculos nem atrofia do pâncreas exócrino, porém o pâncreas do tecido perivisceral intestinal evidenciou áreas de necrose e de inflamação com a presença de um infiltrado inflamatório misto.

As alterações que se registaram nesta atividade estão sistematizadas na tabela 2.

Tabela 2 – Alterações macroscópicas e microscópicas das douradas (*Sparus aurata*) em estudo

Achados macroscópicos	• Distensão abdominal • Depressão da silhueta abdominal • Protrusão do ânus	
	• Lesões externas:	• Defeito na barbatana caudal • Defeito num raio duro da barbatana dorsal • Lesões cutâneas eritematosas na porção ventral do corpo • Formação gelatinosa aderida à face interna do opérculo • Lesão ocular perfurante e hemorrágica
	• Brânquias	• pálidas/ rosa claro
	• Fígado:	• De grandes dimensões • Pálido, mole e friável • Tonalidade amarelada/ocre/alaranjada • Áreas de telangiectasia e de congestão dos vasos
	• Intestino	• Conteúdo líquido abundante incolor/turvo/esbranquiçado • Conteúdo gasoso • Conteúdo sólido esbranquiçado/ verde-claro • Volvo intestinal • Congestão da serosa intestinal
	• Vesícula Biliar	• Intumescida de grandes dimensões
	• Cavidade celômica	• Reduzida quantidade de tecido adiposo
Achados microscópicos	• Infiltração lipídica e difusa no citoplasma dos hepatócitos, vacuolização hepatocitária (lipidose/esteatose hepática); • Dilatação das vilosidades intestinais com edema da lâmina própria; • Aparente hiperplasia das células caliciformes do epitélio das vilosidades intestinais; • Inflamação severa do pâncreas com presença de um infiltrado inflamatório misto e necrose das células pancreáticas; • Processo inflamatório agudo purulento com infiltrado de heterófilos do tecido adiposo mesentérico.	

Segundo a bibliografia consultada, a presença de um fígado pálido, friável, de cor esbranquiçada/amarelada associada a uma esteatose hepática constitui um achado frequente em douradas com síndrome de inverno (Ibarz *et al.*, 2010; Birincioglu *et al.*, 2013). A infiltração de lípidos no fígado está relacionada com uma rápida acumulação de lípidos que ocorre em resposta às baixas temperaturas da água, constituindo um mecanismo adaptativo (Birincioglu *et al.*, 2013). O stresse térmico induz um aumento do cortisol o que por sua vez mobiliza as reservas energéticas resultando numa mobilização lipídica aguda (Ibarz *et al.*, 2010). Nesta atividade, a esteatose hepática presente pode ter surgido como um mecanismo adaptativo às descidas da temperatura da água, conforme sugerido anteriormente pela bibliografia.

Do mesmo modo, é frequentemente relatado a atrofia e degenerescência do tecido pancreático exócrino presente no fígado ou no tecido perivisceral. Também se tem registado infiltração de granulócitos ao nível do tecido pancreático (Ibarz *et al.*, 2010). No presente trabalho, observou-se uma exuberante pancreatite com a presença de um processo inflamatório necrosante e de um infiltrado inflamatório misto. Ghisaura *et al.* (2019) descreve a ocorrência de necrose dos tecidos e infeções em resultado a decréscimos de temperatura abaixo de 13°C; o que revela que estas alterações pancreáticas assim como o processo inflamatório purulento presente no tecido adiposo mesentérico da dourada IV, também podem estar relacionados com o stresse térmico.

A distensão intestinal com a presença de um conteúdo fluido claro e de muco esbranquiçado constituem, a par com as alterações hepáticas, das principais lesões evidenciadas à necropsia (Ibarz *et al.*, 2010); o que é coincidente com os achados encontrados nas necropsias realizadas neste trabalho. Foi observado distensão do intestino com um conteúdo líquido abundante incolor/turvo/esbranquiçado, presença de gás e de uma substância intraluminal sólida e esbranquiçada/verde-claro. Também se evidenciou um volvo intestinal e congestão da serosa do intestino. Histopatologicamente, a dilatação das vilosidades intestinais com edema da lâmina própria e, uma hiperplasia das células caliciformes do epitélio das vilosidades intestinais foram as alterações que se fizeram notar; sendo ambas frequentes alterações da síndrome de inverno (Ibarz *et al.*, 2010). De acordo com Ibarz *et al.* (2010) a descida da temperatura induz uma alteração na funcionalidade das brânquias, rim e intestino resultando numa falha do equilíbrio iónico plasmático e numa diminuição considerável da digestão proteica e da capacidade de absorção intestinal, podendo evidenciar degenerescência da membrana digestiva. Assim, é sugestível que as alterações patológicas encontradas no trato intestinal estejam relacionadas com as alterações fisiológicas induzidas pela queda térmica, conforme referido anteriormente por Ibarz *et al.* (2010).

Ibarz *et al.* (2010) refere também que os peixes afetados podem manifestar congestão vascular e hemorragias ao nível do abdómen e das barbatanas, provavelmente em resultado a lesões mecânicas por abrasão no fundo dos tanques durante o estado agónico, o que pode ser justificativo das lesões cutâneas encontradas na dourada III. A dourada IV manifestou uma lesão perfurante e hemorrágica ao nível do olho esquerdo, o que também é sugestível de uma lesão traumática, como mencionado por Ibarz *et al.* (2010). Não obstante, a possibilidade desta lesão ter ocorrido em consequência a uma queratite por uma infecção causada por *Pseudomonas anguilliseptica* não deve ser excluída. De facto, está documentado o envolvimento desta bactéria nos surtos agudos da síndrome de inverno que ocorrem na primavera quando a temperatura da água sobe para os 15-17°C (Ibarz *et al.*, 2010). Visto que a presente atividade decorreu no mês de março, altura em que ocorrem estes surtos, deve ser considerado uma possível relação da bactéria com o surgimento desta lesão ocular. Ao exame post-mortem a dourada IV também evidenciou uma ligeira depressão da silhueta abdominal, o que pode presumivelmente constituir uma consequência da aparente magreza, visto que na inspeção da cavidade celômica a dourada apresentou uma reduzida quantidade de tecido adiposo.

A dourada I manifestou protrusão do ânus, o que pode ter surgido como resultado da exuberante dilatação do intestino, conforme foi percepcionado ao exame externo por uma acentuada distensão abdominal. O abundante conteúdo líquido e gasoso intestinal podem ter propiciado ao desenvolvimento da protrusão anal por um aumento da pressão intra-luminal intestinal.

As douradas I e IV exibiram brânquias com uma tonalidade pálida sendo essa alteração mais pronunciada na dourada IV, cujas brânquias revelaram uma cor rosa claro. Brânquias anémicas constituem um sinal clínico descrito pela bibliografia (tabela 1) como uma alteração evidenciada pelas douradas com síndrome de inverno, bem como outras alterações hematológicas (sangue de aparência clara ou diluída, hematócrito baixo/baixa contagem eritrocitária, hipoplasia do tecido hematopoiético), podendo este último possivelmente estar envolvido no surgimento deste sinal clínico. Assim, a palidez das brânquias das douradas em estudo pode estar relacionada com estes distúrbios hematológicos. Ademais, situações de anemia em infecções por *Pseudomonas anguilliseptica* também se registaram (Borrego *et al.*, 2017), o que vem reforçar a possibilidade do envolvimento desta bactéria nos surtos das douradas em estudo.

Foi registado um volvo intestinal na dourada II. O intestino deste peixe apresentou-se de grandes dimensões, intumescido por um profuso conteúdo líquido e sólido. Deste modo, é provável que o abundante conteúdo intestinal tenha promovido um aumento da mobilidade do intestino, o que por sua vez pode ter disposto à ocorrência do volvo. Já a congestão da serosa

intestinal pode ter surgido conseqüentemente ao volvo intestinal devido a um comprometimento da normal circulação sanguínea por uma constrição dos vasos.

Também se observou uma dilatação da vesícula biliar das douradas II e III, à semelhança do que se verificou com as douradas afetadas na investigação desenvolvida por Contessi *et al.* (2006). Esta alteração sugere fortemente que os peixes se encontravam num estado de jejum. Conforme referido por Ghisaura *et al.* (2019) as douradas de produção quando expostas a temperaturas inferiores a 13°C durante um longo período diminuem a ingestão de alimento e abaixo de 10°C param de se alimentar.

Conforme já foi referido, a presença de um conteúdo fluido claro e de muco esbranquiçado intestinal constituem das principais lesões evidenciadas à necropsia (Ibarz *et al.*, 2010), assim e considerando igualmente as alterações microscópicas descritas neste órgão, presume-se que esse conteúdo possa surgir fruto do aumento da produção de muco, por uma hiperplasia das células caliciformes do epitélio das vilosidades intestinais. Quanto ao conteúdo intestinal verde-claro, pode suspeitar-se de fezes ou de alimentos não digeridos; já que a digestão proteica e a capacidade de absorção intestinal diminuem por uma alteração da função do intestino induzido pela descida da temperatura (Ibarz *et al.*, 2010).

A reduzida quantidade de tecido adiposo na cavidade abdominal das douradas pode dever-se aos períodos de jejum infligidos pelas baixas temperaturas, bem como pela mobilização lipídica aguda que ocorre em resultado ao stresse térmico.

As sugestões apresentadas para os achados encontrados carecem de validação científica pelo que seriam necessários mais estudos em condições específicas de trabalho. Deste modo, sendo esta síndrome multifactorial com muitos fatores predisponentes envolvidos na sua ocorrência, caracterizada por um quadro sintomatológico abrangente e com bastantes aspetos relativos à sua etiopatogenia ainda por esclarecer, mais estudos podem ser desenvolvidos futuramente para um maior conhecimento desta doença.

11.9 Alterações morfológicas

As malformações morfológicas representam uma problemática na produção aquícola e induzem uma diminuição no desempenho dos peixes, nomeadamente ao nível da capacidade natatória, do rácio de conversão alimentar, do crescimento dos peixes, acarretam mortalidades e aumentam a vulnerabilidade ao stresse e a agentes patogénicos, resultando num considerável prejuízo económico. Uma alteração da forma e da coloração do peixe também prejudica a sua comercialização uma vez que pode condicionar a escolha do consumidor (Pavlidis e Mylonas, 2011).

Na dourada estas anomalias podem traduzir-se em alterações na pigmentação, na forma dos peixes, nas escamas, no esqueleto e na bexiga-natatória, entre outros (Borrego *et al.*, 2017).

As malformações do esqueleto compreendem deformidades ao nível da cabeça e da coluna vertebral e representam as deformações mais importantes (Borrego *et al.*, 2017). Cerca de 15 a 50% dos juvenis de dourada são eliminados do ciclo produtivo no final da fase de incubação devido à presença de anomalias do esqueleto. Não obstante, as deformidades do esqueleto e por conseguinte da forma dos peixes podem surgir ao longo de toda a vida produtiva (Pavlidis e Mylonas, 2011).

A ausência de opérculo, a lordose, a escoliose, a cifose e a fusão das vertebrae constituem as anomalias do esqueleto mais comuns na produção de dourada, também estando presentes nos exemplares selvagens. Pensa-se que circunstâncias ambientais, desequilíbrios nutricionais e fatores genéticos ou uma interação entre todos eles possam estar na origem da ocorrência destas alterações morfológicas (Borrego *et al.*, 2017). Segundo Fragkoulis *et al.* (2020), existem evidências crescentes de uma forte componente genética a influenciar a ocorrência de anomalias no esqueleto, nomeadamente as deformações vertebrais no robalo e as deformações cranianas e vertebrais na dourada. Nada obstante, a etiologia destes defeitos vertebrais é multifatorial e ainda não totalmente esclarecida (Borrego *et al.*, 2017). Existem vários fatores que se não estiverem enquadrados nos respetivos níveis ótimos para a espécie produzida e sua etapa de vida podem causar malformações do esqueleto, são eles: o oxigénio, a temperatura, o pH, a densidade do efetivo produzido, o fornecimento de água, o CO₂, a alimentação, metais pesados, bactérias, parasitas e tóxicos (Pavlidis e Mylonas, 2011).

Também têm sido descritas malformações da barbatana caudal nos peixes produzidos, tais como a estenose, a ausência de raios, a flexão lateral e a duplicação. A maioria dos artigos que se debruçam sobre estas anomalias dão destaque às causas relativas às condições de produção dos peixes, incluindo a nutrição (Fragkoulis *et al.*, 2020). Conquanto, Fragkoulis *et al.* (2020) mostraram que uma componente genética também tem uma considerável influência na variância fenotípica dos vários defeitos na barbatana.

12. Necessidades nutricionais e manejo alimentar da dourada e do robalo

A produção de alimento no setor aquícola representa a maior parcela dos custos envolvidos nesta atividade podendo representar cerca de 60 a 80% das despesas totais (Pelusio *et al.*, 2021).

O aprimoramento das práticas de manejo alimentar conduz a um aumento da produtividade, principalmente no que respeita ao desempenho de crescimento e ao rácio de conversão alimentar. Estas práticas podem contemplar uma melhoria das formulações alimentares, da qualidade da dieta, um fornecimento de alimento ajustado às variações de apetite demonstradas pelos peixes ao longo do dia e entre dias, bem como a otimização da frequência e do tamanho das refeições (Kousoulaki *et al.*, 2015).

Os fatores ambientais também têm influência na produtividade das unidades aquícolas. As baixas temperaturas aquáticas durante a estação invernal conduzem a uma redução do consumo de alimento pelo robalo (*Dicentrarchus labrax*) e afetam a digestibilidade dos alimentos. No robalo, pode ocorrer também uma maturação sexual precoce durante o período invernal o que por sua vez inibe o crescimento dos peixes, visto que a energia obtida pelo processo alimentar é mobilizada para o desenvolvimento gonadal (kousoulaki *et al.*, 2015). A dourada (*Sparus aurata*) é particularmente sensível à temperatura da água pelo que este fator abiótico exerce uma ação significativa no metabolismo desta espécie bem como na utilização dos nutrientes pelo organismo e na deposição de gordura (Pelusio *et al.*, 2021).

Ademais, uma alimentação inadequada torna os peixes mais suscetíveis a doenças por enfraquecimento do sistema imunitário (kousoulaki *et al.*, 2015).

A farinha de peixe era habitualmente usada como constituinte principal nas dietas de peixes carnívoros devido ao seu alto teor de proteínas de elevada qualidade bem como pela sua digestibilidade e palatabilidade. A diminuição da disponibilidade e aumento dos custos deste produto impulsionou a utilização de outras fontes proteicas alternativas, como as oleaginosas, os cereais e seus subprodutos, nomeadamente glúten de trigo e de milho, tremço, ervilha, colza, soja, etc. O uso de fontes alimentares vegetais possui benefícios no que respeita a uma composição nutricional estável e a uma alta disponibilidade no mercado, porém a baixa digestibilidade e palatabilidade, desequilíbrios em aminoácidos essenciais e uma interferência nas enzimas digestivas (o que, por conseguinte, afeta a digestão e absorção de nutrientes), entre outros, constituem alguns inconvenientes (Estruch *et al.*, 2018).

O alimento utilizado na aquicultura intensiva é produzido na sua maioria por extrusão, o que por sua vez oferece inúmeros benefícios nomeadamente: aumento da digestibilidade dos hidratos de carbono, neutralização de bactérias e fungos, manipulação das características

físicas do alimento (tais como, produzir um alimento flutuante ou que afunda lentamente, incrementar a quantidade de lípidos nos péletes, aumentar a estabilidade do alimento e a sua compactação), entre outros (Alcaraz *et al.*, 2021).

A composição nutricional dos peixes pode ser considerada em função dos respectivos macronutrientes que os constituem, tais como os lípidos, proteínas e hidratos de carbono, sendo estes os nutrientes mais valorizados do ponto de vista do consumidor (Rocha *et al.*, 2019).

Os peixes possuem elevadas exigências proteicas na dieta, cerca de 2 a 4 vezes mais do que em animais terrestres, pelo que a proteína assume uma importância particular na nutrição dos peixes. A proteína é um elemento dispendioso e responsável pela maioria dos custos relativos à alimentação. Ademais, o nitrogénio resultante do catabolismo das proteínas representa um dos principais nutrientes poluentes nas unidades aquícolas. Por essas razões, os alimentos devem ser formulados com proteínas de elevada biodisponibilidade e atendendo às necessidades proteicas dos peixes (Pavlidis e Mylonas, 2011). Os níveis de proteína total presentes no alimento devem ser equilibrados visto que o excesso de proteína tem um impacto económico negativo, uma vez que parte das proteínas oferecidas na dieta podem ser utilizadas pelos peixes como fonte de energia ou desperdiçadas. Já o excesso de energia alimentar de origem não proteica pode restringir o consumo de alimento, o crescimento, e aumentar o tecido adiposo dos peixes o que por sua vez compromete a qualidade do pescado (Kousoulaki *et al.*, 2015). As proteínas são utilizadas pelos peixes como fonte de energia e os aminoácidos que as constituem mobilizados para o crescimento e manutenção tecidual bem como para a síntese de várias enzimas e hormonas envolvidas em funções fisiológicas. Visto que a maioria dos peixes são carnívoros, a sua dieta natural é composta fundamentalmente por proteínas e lípidos e pobres em hidratos de carbono, assim os peixes utilizam como fonte de energia mais eficazmente as proteínas do que os hidratos de carbono (Pavlidis e Mylonas, 2011). De acordo com Pavlidis e Mylonas (2011), as necessidades proteicas das douradas foram estimadas em 55% para alevins com peso vivo compreendido entre os 0,8-3,3 g e para peixes maiores (5,5-64 g PV) 45 a 46% em proteína na dieta, o que demonstra que, ao longo do crescimento as necessidades em proteína diminuem. Segundo Vásquez e Muñoz-Cueto (2014), o nível ótimo de proteína para o robalo é de 40%.

Os lípidos e os ácidos gordos que os constituem são utilizados pelos peixes como a primeira fonte de energia metabólica e esta é mobilizada para o crescimento, mobilidade e reprodução dos mesmos. Os peixes possuem na sua constituição uma grande quantidade de ácidos gordos polinsaturados (PUFA) e de ácidos gordos insaturados (HUFA), sobretudo ácidos gordos omega-3, ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA);

proteínas de elevada qualidade e nutrientes essenciais, dos quais vitaminas e minerais (Rocha *et al.*, 2019).

Não obstante, a composição nutricional e qualidades organoléticas dependem das características intrínsecas dos peixes e dos fatores ambientais a que estão expostos, e, portanto, do sistema de produção utilizado. No sistema semi-intensivo, os produtores fornecem alimento aos peixes, logo, controlam a maioria do aporte de nutrientes que os mesmos ingerem. Além do mais, visto que a água utilizada para a produção aquícola provem do sistema aquático onde estão inseridos os tanques, sempre que se realiza a renovação da água das explorações ocorre a entrada de matéria orgânica e de organismos que servirão de alimento para os peixes, o que potencialmente influenciará a composição dos mesmos (Rocha *et al.*, 2019). Um estudo levado a cabo por Rocha *et al.* (2019) verificou que existiam diferenças no conteúdo nutricional no que respeita ao acumulo de ácidos gordos e hidratos de carbono em robalos e douradas entre diferentes estágios de desenvolvimento e entre indivíduos adultos produzidos em diferentes unidades aquícolas. Tais constatações evidenciaram que as condições de produção dos peixes têm uma influência significativa na composição final do pescado (Rocha *et al.*, 2019).

O alimento é um recurso muito valorizado pelos peixes e a sua obtenção um motivo de competição entre estes animais (Papapetrou *et al.*, 2021). Um estudo realizado por Oikonomidou *et al.* (2019) teve o propósito de analisar as consequências que a quantidade (adequada e restrita) e forma de distribuição (local e dispersa) do alimento exercem no comportamento agressivo exibido pela dourada e pelo robalo. O estudo revelou que estas duas espécies demonstraram maior agressividade durante o momento da alimentação e as ações de agressividade contemplaram a perseguição e mordedura. A atitude agressiva das douradas foi agravada quando estas foram alimentadas com uma pequena quantidade de alimento e foi perçecionado um elevado grau de stresse (exibição de bandas verticais escuras no corpo) durante os momentos de alimentação e, fora deles, quando essa pequena porção de alimento foi distribuída localmente. Relativamente ao robalo, verificou-se um aumento da agressividade antes, durante e após a alimentação, sobretudo quando distribuído localmente pequenas porções de alimento. Estes resultados podem auxiliar na melhoria do manejo alimentar do robalo e da dourada, através do fornecimento de uma quantidade de alimento adequada e de forma dispersa bem como com recurso a uma melhor utilização dos alimentadores automáticos. Desta forma vêm-se minimizadas as interações sociais agressivas entre os peixes, disponibilizando-se energia para o crescimento e providenciando bem-estar e produtividade (Oikonomidou *et al.*, 2019).

A conjugação da taxa de distribuição do alimento e o tamanho do pélete irá determinar que o alimento estará prontamente disponível para ser ingerido pelos peixes. Assim, uma taxa

de fornecimento de alimento desajustada pode favorecer o desperdício alimentar se for muito alta e, se for muito baixa, estimular a dominância e a dispersão do alimento. No caso da dourada, esta espécie exibe um comportamento alimentar típico caracterizado por brincar/degustar e mastigar os grânulos de alimento previamente à sua deglutição pelo que neste peixe existe um desperdício alimentar sob a forma de fragmentos que resultam desse comportamento. Por este motivo, nesta espécie o fornecimento de um pélete com um tamanho apropriado e a monitorização do processo alimentar assumem-se cruciais para evitar o desperdício alimentar (Aguado-Giménez, 2020). Ballester-Moltó *et al.* (2016) conduziram um estudo dentro desta temática cujos resultados colocaram em evidência que, o desperdício alimentar aumenta proporcionalmente ao tamanho dos peixes à medida que os grânulos de ração são maiores.

13. Discussão

A aquicultura revela na atualidade um forte desenvolvimento e representa o setor da produção de alimentos com o crescimento mais célere, o que vem acompanhar o elevado crescimento demográfico mundial. Assim, espera-se que a aquicultura seja promissora no fornecimento de alimentos nutritivos e diversificados de acesso igualitário a uma vasta população em crescimento, melhorando os padrões nutricionais e a segurança alimentar. É fundamental adotar medidas e práticas de manejo que promovam o desenvolvimento da aquicultura de forma sustentável, considerando padrões de sustentabilidade ambientais, económicos e sociais.

Portugal possui uma forte tradição no consumo de pescado e representa o país da União Europeia com um maior consumo *per capita* tendo que, para dar resposta a este elevado consumo importar grandes quantidades de pescado. Ademais, beneficia de condições geográficas extraordinárias com uma extensa costa marítima que apresenta uma grande diversidade faunística e de habitats. Não obstante, a costa portuguesa encontra-se algo desprotegida sem barreiras naturais que possam abrigar as instalações aquícolas pelo que a sua implementação exige um maior conhecimento técnico e científico e, recurso a tecnologia inovadora. Verifica-se também numerosos cursos de água nomeadamente estuários e rias passíveis de constituir locais com condições propícias à instalação de unidades aquícolas. Os estuários são cursos de água próximos à sua foz no mar e por isso constituem ambientes aquáticos de transição, suscetíveis de sofrerem alterações ambientais bruscas, por exemplo no que respeita à sua salinidade e temperatura. Desta forma, apenas alguns peixes e outros organismos aquáticos conseguem adaptar-se a estas condições. Para além do mais estas zonas são fortemente ocupadas pelo Homem e pelas suas atividades, tais como a atividade portuária, industrial, a orizicultura e barragens, que por sua vez possuem um impacto ao nível da qualidade físico-química e microbiológica da água. Assim e à semelhança do que acontece na exploração em foco, o desenvolvimento de sistemas de alerta e de plataformas destinadas à monitorização dessas atividades poderia constituir uma mais-valia para melhorar as práticas de gestão da utilização da água nas explorações aquícolas. Apesar destas limitações e dos avanços já percorridos nesta área, Portugal manifesta uma enorme potencialidade ainda por desenvolver ao nível da produção aquícola, sendo necessários maiores incentivos e investigações nesta área.

Durante o decorrer do estágio e da pesquisa científica realizada para a elaboração do relatório de estágio foi possível adquirir a perceção de que vários temas inseridos neste âmbito carecem de orientações/conhecimento científico e/ou que mais estudos poderiam significar uma melhoria das práticas de manejo já existentes. A destacar, a necessidade do

desenvolvimento de mais estudos científicos relativos aos fatores abióticos que influenciam o bem-estar e a produção do robalo e da dourada no sistema semi-intensivo, nomeadamente tendo em foco o efeito combinado de vários agentes ambientais em simultâneo, à semelhança do que acontece num cenário real e, não somente de um único fator ambiental isoladamente (p. ex. o efeito da redução da salinidade, da acidificação dos oceanos e da exposição a altas concentrações ambientais de amónia na fisiologia dos peixes). São necessários também estudos que avaliem o efeito de curta exposição a oscilações de CO₂, de forma a compreender a relevância deste fator abiótico na produção aquícola em tanques, visto que o CO₂ dissolvido varia ao longo do dia neste sistema de produção e a maioria dos estudos que existem abordam os efeitos de longa exposição a concentrações específicas de CO₂. Conjuntamente, mais pesquisa é necessária no sentido de determinar os efeitos da toxicidade da amónia nos peixes em tanques face às constantes oscilações nos níveis de NH₃ que ocorrem ao longo do dia neste sistema de produção.

Necessitam-se igualmente de mais evidências científicas relativas ao controlo de predadores visto que neste regime produtivo os peixes estão intimamente em contacto com a fauna do habitat envolvente. As tentativas de predação por aves aquáticas resultam em constrangimentos frequentes, além de que estes animais podem funcionar como reservatórios e vetores de transmissão de várias doenças que afetam a dourada e o robalo.

Do mesmo modo, devem ser desenvolvidos mais estudos sobre o mecanismo patogénico das doenças incidentes no robalo e na dourada (tais como, a linfocitose, a flexibacteriose, a pasteurelose, a síndrome de inverno, etc.) bem como dos fatores abióticos e bióticos que contribuem para o surgimento das mesmas, podendo constituir úteis ferramentas para uma melhor prevenção e controlo destas doenças. A síndrome de inverno é uma doença de carácter multifatorial que foi identificada pela primeira vez há relativamente poucos anos pelo que possui ainda muitos aspetos que não se encontram bem esclarecidos, nomeadamente no que diz respeito à sua etiopatogenia e ao envolvimento do agente *Pseudomonas anguilliseptica* no surgimento dos surtos agudos. Assim esta doença pode ser uma forte candidata para estudos futuros na área da aquicultura.

Um maior conhecimento científico do comportamento e dos indicadores de bem-estar nestas espécies podem resultar numa melhoria das práticas de manejo, melhorando o bem-estar e a produtividade. A título exemplificativo, a densidade/biomassa animal num sistema semi-intensivo de policultura de robalo e dourada poderá não constituir um indicador rigoroso para avaliar o bem-estar destas duas espécies, neste sistema de produção. A dourada e o robalo ocupam nichos complementares no respeitante ao território que ocupam, a primeira distribui-se pelo tanque de produção de forma mais homogénea enquanto que o robalo habita a coluna de água mais próxima ao fundo. Posto isto, visto que ocupam diferentes territórios

e, portanto, não se distribuem uniformemente pelo espaço, o indicador biomassa animal presente no tanque não reflete verdadeiramente a densidade animal presente naquele espaço. Outro ponto que pode ser considerado é o tamanho dos tanques. Uma vez que o robalo ocupa a região mais próxima ao fundo, a utilização de tanques em que se privilegie o comprimento certamente se traduzirá numa melhoria do bem-estar nesta espécie.

Um maior envolvimento e cooperação entre os produtores aquícolas e os órgãos de investigação pode ser benéfico para um maior entendimento das fragilidades no setor e das adversidades sentidas pelos produtores aquícolas, por forma a direcionar o foco da pesquisa científica para temáticas que ajudam a melhorar a produção e o bem-estar das espécies produzidas.

O médico veterinário também assume uma importância maior neste setor uma vez que os seus conhecimentos sobre medicina e produção animal permitem oferecer um aconselhamento especializado ao produtor visando uma melhoria do manejo produtivo da exploração. Assim, a aquisição de conhecimentos no âmbito da produção aquícola revela-se uma mais-valia para este profissional. Ademais, a aquicultura constitui um setor de atividade recente comparativamente a outras formas de produção de alimentos de origem animal, podendo o médico veterinário desempenhar um papel relevante na compreensão do conceito de produção animal aplicando conhecimentos de outras áreas produtivas na produção aquícola.

Durante o período de estágio na NashaRyba e da realização deste trabalho final foi possível compreender e estudar as várias práticas de manejo inerentes ao regime semi-intensivo e as suas particularidades. Este sistema de produção depende até certo ponto da produtividade natural do meio onde está inserido. Parte da dieta dos peixes produzidos é constituída por organismos aquáticos provenientes do habitat natural, que entram nos tanques de produção juntamente com a água de abastecimento da exploração proveniente do estuário, aquando a renovação da água. Assim, esta dieta natural de origem marinha tem influência na composição do pescado e nas suas características organoléticas. Não obstante, os peixes são alimentados com uma dieta comercial de elevada qualidade selecionada em função da etapa do ciclo produtivo dos peixes e, taxas de alimentação ajustadas às condições do ecossistema onde se desenrola a produção. Assim, é realizado um correto manejo alimentar que potencializa o crescimento dos peixes minimizando o impacto na qualidade da água, visto que o controlo desta nem sempre é conseguido uma vez que depende de outros fatores de difícil controlo, como o clima local e a qualidade da água do estuário. É praticada também uma densidade populacional baixa de 2kg/m³ condizente com as densidades praticadas neste regime e um considerável ciclo de produção de 2 anos o que reúne condições para a exibição do normal comportamento natatório dos peixes, favorecendo o desenvolvimento dos

músculos. Tendo em conta o referido, os peixes produzidos neste sistema distinguem-se como um produto de elevada qualidade de valor acrescentado, que é conseguido através de uma produção sustentável em locais com alto valor ecológico o que lhes conferem tais atributos distintos. Como tal, a utilização de “selos de qualidade” a identificar devidamente o pescado nos respetivos locais de venda poderia tornar mais elucidativo para o consumidor a origem e as características diferenciais do pescado valorizando dessa forma os produtos e estimulando uma compra consciente. Assim, espera-se que ocorra uma maior elucidação pública relativa aos diferentes sistemas e métodos de produção aquícola assim como das características do peixe produzido.

14. Conclusão

A aquicultura assume-se na atualidade como uma atividade económica em forte desenvolvimento e que promete vir a dar cada vez mais frutos na nutrição global, providenciando alimentos nutritivos e diversificados a uma vasta população em crescimento. A produção aquícola tem registado um crescimento mais rápido do que qualquer outra forma de produção de alimentos e, mais eficiente e com menor emissão de gases de efeito de estufa comparativamente a outras formas de produção de alimentos cárneos. O consumo global de alimentos aquáticos registou inclusivamente nas últimas décadas um crescimento a uma taxa superior ao crescimento populacional mundial. Tais considerações colocam em evidência o potencial que esta área produtiva pode vir a desempenhar futuramente garantindo alimentos à população humana, de forma sustentável caso contrário poderá comprometer o bem-estar da sociedade e a saúde ambiental.

Em Portugal apesar da aquicultura constituir uma atividade antiga apenas nas últimas décadas evoluiu para uma atividade económica de destaque, inobstante Portugal reúne condições geográficas favoráveis para aumentar a produção aquícola através da implementação de mais instalações. Para tal concretização o investimento em maior conhecimento técnico e científico e utilização de tecnologia são necessários para uma maior expansão deste setor no país.

A dourada e o robalo são as principais espécies produzidas na região do Mediterrâneo de maior importância económica. Ocupam uma vasta área geográfica e ambientes aquáticos diversos, habitando parte do seu ciclo de vida em regiões costeiras e estuarinas, o que denota uma grande adaptabilidade de ambas as espécies a ambientes diversificados. Tais características conferem a estes peixes um grande potencial para serem produzidos nestes locais estuarinos sujeitos a frequentes oscilações nas variáveis de qualidade da água. O ciclo de produção destas espécies varia consoante o regime produtivo, assim, num sistema intensivo em que há um elevado controlo dos fatores que influenciam a produção e aliado a um alimento de alta qualidade, vêm-se reunidas as condições para o rápido crescimento dos peixes que atingem o peso comercial mais celeremente e, portanto, encerram o ciclo produtivo mais precocemente comparativamente a um sistema menos intensivo.

No sistema semi-intensivo de robalo e dourada os peixes estão estabulados num regime ao ar livre e, portanto, mais expostos aos fatores abióticos que influenciam marcadamente a produtividade, sendo a temperatura, a salinidade e o teor em amónia as variáveis ambientais que influenciam em maior grau o bem-estar dos peixes. Estas espécies são euritérmicas e eurialinas e, portanto, bem-adaptadas a um amplo intervalo térmico e de salinidade, se bem que variações bruscas prejudicam o bem-estar destas espécies. A amónia

é um grande fator limitativo da produção uma vez que é tóxica para os peixes, assim densidades populacionais moderadas, altas taxas de renovação da água, controlo das plantas presentes nos tanques, recurso a aeração e a utilização de um alimento de elevada qualidade aliado a taxas de alimentação ajustadas ao bioecossistema onde os peixes estão inseridos, revelam-se práticas de manejo cruciais para a manutenção da amónia em níveis seguros. Neste regime produtivo as baixas densidades populacionais praticadas garantem melhores condições em termos de espaço e de recursos por cada animal o que se reflete na composição e qualidade do pescado. Ademais, contribui para uma baixa incidência de doenças e de parasitoses.

As instalações da unidade aquícola em estudo à semelhança de outras do mesmo regime semi-intensivo resultaram da reestruturação de antigas salinas numa altura em que existia um menor conhecimento técnico nesta área. Consequentemente, a infraestrutura dessas instalações possui algumas limitações e fragilidades que condicionam o manejo produtivo que se pode adotar nesse local. Dessa forma, o objetivo passa por garantir o melhor manejo produtivo que se pode realizar nas instalações produtivas e face às condições ambientais do local onde estão inseridas, sempre com a finalidade de aumentar as condições de bem-estar e a produção. A produção semi-intensiva depende, portanto, até certa medida da produtividade natural do ecossistema e alguns dos fatores de produção são controlados com o objetivo de aumentar a produtividade. A alimentação representa o fator mais controlado e visa garantir que os peixes ingiram um alimento completo e equilibrado de elevada qualidade e digestibilidade adaptado à respetiva etapa produtiva. A quantidade, tamanho e, velocidade e área de distribuição do pélete são também critérios de elevada importância a ter em consideração no manejo alimentar destas espécies. Um correto manejo alimentar tem como objetivo potencializar o crescimento das espécies e diminuir a incidência de doenças (nomeadamente a síndrome de inverno das douradas), minimizando o impacto na qualidade da água. A suplementação por aeração e a renovação da água também são práticas de manejo relevantes. A primeira aumenta os níveis de oxigénio dissolvido na água e auxilia na expulsão dos gases resultantes do metabolismo dos peixes e a renovação da água melhora a qualidade da água dos tanques, aumenta a entrada de alimento natural, incrementa os níveis de oxigénio, remove o excesso de fitoplâncton e de nutrientes e pode fazer parte de uma estratégia de aclimação da água dos tanques.

A predação é uma situação frequente neste regime sobretudo por aves aquáticas que comprometem o bem-estar destas espécies e simultaneamente podem servir de reservatórios e de vetores de transmissão de várias doenças que afetam a dourada e o robalo. Por este motivo e não sendo as redes suficientes para evitar este contacto, mais estratégias devem

ser concebidas e fornecidas à indústria aquícola no sentido de tentar colmatar esta problemática.

As doenças e parasitoses provocam grandes perdas económicas pelas altas taxas de mortalidade e morbilidade que ocasionam e a incidência destas aumenta com a intensificação da produção. O uso de antibióticos deve ser gerido de forma responsável uma vez que pode causar resistências antimicrobianas e, um impacto ambiental e na saúde do consumidor. A prevenção é a melhor estratégia de controlo destas doenças e esta engloba baixas densidades populacionais, minimização do stresse, boas práticas de manejo produtivo, oferecer condições de bem-estar aos peixes, etc. Já os parasitas são um fator inerente à produção pelo que mantendo os peixes com o máximo de condições de bem-estar e com a imunidade fortalecida é mantida uma carga parasitária que está em equilíbrio com o hospedeiro sem despoletar parasitoses. A síndrome de inverno é uma das doenças mais significativas no regime semi-intensivo pelo que deve ser encorajada a utilização de uma dieta especialmente designada para os meses com temperaturas mais baixas, antes, durante e após esse período crítico por forma a diminuir a incidência desta doença.

15. Referências bibliográficas

- Aguado-Giménez, F. (2020). Effect of feed delivery rate and pellet size on rearing performance, feed wastage and economic profitability in Gilthead Seabream (*Sparus Aurata*) Ongrowing. *Water (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/W12040954>
- Ahmed, N., e Thompson, S. (2019). Science of the Total Environment The blue dimensions of aquaculture: A global synthesis. *Science of the Total Environment*, 652, 851–861. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.163>
- Alcaraz, R., Hernández-Contreras, A., Iglesias, P., e Hernández, M. D. (2021). Effect of the inclusion of microalgae on the physical properties of extruded feed for gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Algal Research*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.102167>
- Antonelli, L., Quilichini, Y., e Marchand, B. (2010). Sparicotyle chrysophrii (Van Beneden and Hesse 1863) (Monogenea: Polyopisthocotylea) parasite of cultured Gilthead sea bream *Sparus aurata* (Linnaeus 1758) (Pisces: Teleostei) from Corsica: Ecological and morphological study. *Parasitology Research*, 107(2), 389–398. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1876-0>
- Antonelli, L., Quilichini, Y., e Marchand, B. (2012). Lernanthropus kroyeri (Van Beneden and Hesse 1851) parasitic Copepoda (Siphonostomatoidae, Lernanthropidae) of European cultured sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus 1758) from Corsica: Ecological and morphological study. *Parasitology Research*, 110(5), 1959–1968. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2724-6>
- Arabaci, M., Yilmaz, Y., Ceyhun, S. B., Erdogan, O., Dorlay, H. G., Diler, I., Akhan, S., Kocabas, M., Ozdemir, K., Koyun, H., e Koncagul, S. (2010). A review on population characteristics of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(6). <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.976.981>
- Araújo-Luna, R., Ribeiro, L., Bergheim, A., & Pousão-Ferreira, P. (2018). The impact of different rearing condition on gilthead seabream welfare: Dissolved oxygen levels and stocking densities. *Aquaculture Research*, 49(12), 3845–3855. <https://doi.org/10.1111/are.13851>
- Aslam, M. L., Carraro, R., Bestin, A., Cariou, S., Sonesson, A. K., Bruant, J. S., Haffray, P., Bargelloni, L., e Meuwissen, T. H. E. (2018). Genetics of resistance to photobacteriosis

- in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) using 2b-RAD sequencing. *BMC Genetics*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12863-018-0631-x>
- Asociación Empresarial de Acuicultura de España. (2020). Informe La Acuicultura en España. *Informe Realizado Por La Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR)*.
- Athanassopoulou, F., Ragias, V., Tavla, J., Christofilogiannis, P., e Liberis, N. (2001). Preliminary trials on the efficacy and toxicity of ivermectin against *Lernathropus kroyeri* Van Beneden, 1851 in cultured sea bass *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture Research*, 32(1), 77–79. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00522.x>
- B. Austin, A., e Newaj-Fyzul. (2017). Diagnosis and Control of Diseases of Fish and Shellfish. In *Diagnosis and Control of Diseases of Fish and Shellfish*. <https://doi.org/10.1002/9781119152125>
- Ballester-Moltó, M., Sanchez-Jerez, P., García-García, B., García-García, J., Cerezo-Valverde, J., e Aguado-Giménez, F. (2016). Controlling feed losses by chewing in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on-growing may improve the fish farming environmental sustainability. *Aquaculture*, 464, 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.018>
- Barsanti, Laura; Gualtieri, P. (2014). *Algae Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology* (2nd ed.). CRC Press.
- Berkovitz, B., e Shellis, P. (2018). The teeth of mammalian vertebrates. In *The Teeth of Mammalian Vertebrates*. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-02212-5>
- Bernardino, V. (2000). Review of aquaculture development in Portugal. In J[Appl.
- Bİrlincioğlu, S. S., e Aydoğan, A. (2013). *Pathological Investigations of Winter-like Disease in Cultured Sea Breams (Sparus aurata) Makale Kodu (Article Code): KVFD-2012-7847 Kültür Çipuralarında (Sparus aurata) Winter-benzeri Hastalık Üzerinde Patolojik İncelemeler*. 19(2), 343–346.
- Borrego, J. J., Valverde, E. J., Labella, A. M., e Castro, D. (2017). Lymphocystis disease virus: its importance in aquaculture. In *Reviews in Aquaculture* (Vol. 9, Issue 2). <https://doi.org/10.1111/raq.12131>

- Boyd, C. E., D'Abramo, L. R., Glencross, B. D., Huyben, D. C., Juarez, L. M., Lockwood, G. S., McNevin, A. A., Tacon, A. G. J., Teletchea, F., Tomasso, J. R., Tucker, C. S., e Valenti, W. C. (2020). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(3), 578–633. <https://doi.org/10.1111/jwas.12714>
- Čolak, S., Lorencin, V., Končar, D., Šarić, T., Petani, B., e Mustač, B. (2021). Seasonal dynamics of parasite *Lernanthropus kroyeri* (van Beneden, 1851) on cultured sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) from the Adriatic Sea. *Aquaculture*, 531(April 2020). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735851>
- Cominassi, L., Moyano, M., Claireaux, G., Howald, S., Mark, F. C., Zambonino-Infante, J. L., Le Bayon, N., e Peck, M. A. (2019). Combined effects of ocean acidification and temperature on larval and juvenile growth, development and swimming performance of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *PLoS ONE*, 14(9), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221283>
- Contessi, B., Volpatti, D., Gusmani, L., e Galeotti, M. (2006). Evaluation of immunological parameters in farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., before and during outbreaks of “winter syndrome.” *Journal of Fish Diseases*, 29(11), 683–690. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2006.00765.x>
- Costa, J. Z., & Thompson, K. D. (2016). Understanding the interaction between Betanodavirus and its host for the development of prophylactic measures for viral encephalopathy and retinopathy. In *Fish and Shellfish Immunology* (Vol. 53, pp. 35–49). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.03.033>
- de la Rosa, I., Castro, P. L., e Ginés, R. (2021). Twenty years of research in seabass and seabream welfare during slaughter. *Animals*, 11(8), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ani11082164>
- Dezfuli, B. S., Lui, A., Giari, L., Castaldelli, G., Mulero, V., e Noga, E. J. (2012). Infiltration and activation of acidophilic granulocytes in skin lesions of gilthead seabream, *Sparus aurata*, naturally infected with lymphocystis disease virus. *Developmental and Comparative Immunology*, 36(1), 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2011.06.017>
- Elaraby, M., Osman, M., Abdel-Baky, M., e Aboelmakarem, T. (2018). Growth Performance of Sea Bass Fry (*Dicentrarchus Labrax*) Under Different Salinities. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 26(3), 1065–1075. <https://doi.org/10.21608/ajs.2018.28329>

- Er, A., e Kayış, Ş. (2015). Intensity and prevalence of some crustacean fish parasites in Turkey and their molecular identification. *Turkish Journal of Zoology*, 39(6), 1142–1150. <https://doi.org/10.3906/zoo-1409-35>
- Essam, H. M., Abdellrazeq, G. S., Tayel, S. I., Torky, H. A., e Fadel, A. H. (2016). Pathogenesis of *Photobacterium damsela* subspecies infections in sea bass and sea bream. *Microbial Pathogenesis*, 99, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.08.003>
- Estruch, G., Tomás-Vidal, A., El Nokrashy, A. M., Monge-Ortiz, R., Godoy-Olmos, S., Jover Cerdá, M., e Martínez-Llorens, S. (2018). Inclusion of alternative marine by-products in aquafeeds with different levels of plant-based sources for on-growing gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.): effects on digestibility, amino acid retention, ammonia excretion and enzyme activity. *Archives of Animal Nutrition*, 72(4), 321–339. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2018.1472408>
- EUMOFA. (2019). Case study - Seabass in the EU. Price Structure in the Supply Chain for Seabass. In *Case Study* (Issue January). <https://doi.org/10.2771/74704>
- European Food Safety Authority. (2008). Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed European seabass and gilthead seabream - Scientific Opinion of the Panel. *EFSA Journal*, 6(11). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.844>
- European Union Reference Laboratory for Fish and Crustacean Diseases. (2009). *25th Annual Workshop of the National Reference Laboratories for Fish Diseases*. 1–36.
- Fadel, A., Mabrok, M., e Aly, S. (2018). Epizootics of *Pseudomonas anguilliseptica* among cultured seabream (*Sparus aurata*) populations: Control and treatment strategies. *Microbial Pathogenesis*, 121, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.04.021>
- FAO (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. *Sustainability in action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Feidantsis, K., Pörtner, H.O., Lazou, A. et al. Metabolic and molecular stress responses of the gilthead seabream *Sparus aurata* during long-term exposure to increasing temperatures. *Mar Biol* 156, 797–809 (2009). <https://doi.org/10.1007/s00227-009-1135-z>
- Fernández Sánchez, J. L., Llorente, I., Basurco, B., & Aguilera, C. (2020). Assessing the economic impact of key operational factors on grow-out farms producing European sea bass under different scenarios of production. *Aquaculture Economics and Management*,

26(2), 232–250. <https://doi.org/10.1080/13657305.2021.1996481>

- Fioravanti, M. L., Mladineo, I., Palenzuela, O., Beraldo, P., Massimo, M., Gustinelli, A., e Sitjà-Bobadilla, A. (2020). *Fish farmer's guide to combating parasitic infections in European sea bass and gilthead sea bream aquaculture. A series of ParaFishControl guides to combating fish parasite infections in aquaculture. Guide 4*. 634429(634429), 29. e-nipo: 833-20-104-5,
- Fragkoulis, S., Economou, I., Moukas, G., Koumoundouros, G., e Batargias, C. (2020). Caudal fin abnormalities in Gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) have a strong genetic variance component. *Journal of Fish Diseases*, 43(7), 825–828. <https://doi.org/10.1111/jfd.13180>
- Gallardo, M. Á., Sala-Rabanal, M., Ibarz, A., Padrós, F., Blasco, J., Fernández-Borràs, J., e Sánchez, J. (2003). Functional alterations associated with “winter syndrome” in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 223(1–4), 15–27. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00164-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00164-9)
- Gephart, J. A., Golden, C. D., Asche, F., Belton, B., Brugere, C., Froehlich, H. E., Fry, J. P., Halpern, B. S., Hicks, C. C., Jones, R. C., Klinger, D. H., Little, D. C., McCauley, D. J., Thilsted, S. H., Troell, M., e Allison, E. H. (2020). Scenarios for Global Aquaculture and Its Role in Human Nutrition. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, 29(1), 122–138. <https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1782342>
- Ghamkhar, R., Boxman, S. E., Main, K. L., Zhang, Q., Trotz, M. A., e Hicks, A. (2021). Life cycle assessment of aquaculture systems: Does burden shifting occur with an increase in production intensity? In *Aquacultural Engineering* (Vol. 92). <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102130>
- Ghisaura, S., Pagnozzi, D., Melis, R., Bioss, G., Slawski, H., Uzzau, S., Anedda, R., e Addis, M. F. (2019). Liver proteomics of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) exposed to cold stress. *Journal of Thermal Biology*, 82(February), 234–241. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.04.005>
- Hadfield, C. A., e Clayton, L. A. (2021). Clinical Guide to Fish Medicine. In *Clinical Guide to Fish Medicine*. <https://doi.org/10.1002/9781119259886>
- Hai, F., Chettiyappan, V., Ramaraj, B., & Editors, B. (2018). Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future Sustainable Aquaculture. <http://www.springer.com/series/13085>

- Helal, A. M., e Mustafa, M. M. (2019). Performance assessment of re-use mariculture system for mini farm in rearing *sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 23(2). <https://doi.org/10.21608/ejabf.2019.30981>
- Henry, M. A., Alexis, M. N., Fountoulaki, E., Nengas, I., e Rigos, G. (2009). Effects of a natural parasitical infection (*Lernanthropus kroyeri*) on the immune system of European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Parasite Immunology*, 31(12), 729–740. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3024.2009.01150.x>
- Ibarz, A., Blasco, J., Beltrán, M., Gallardo, M. A., Sánchez, J., Sala, R., e Fernández-Borràs, J. (2005). Cold-induced alterations on proximate composition and fatty acid profiles of several tissues in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 249(1–4), 477–486. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.02.056>
- Ibarz, Antoni, Padrós, F., Gallardo, M. Á., Fernández-Borràs, J., Blasco, J., e Tort, L. (2010). Low-temperature challenges to gilthead sea bream culture: Review of cold-induced alterations and “Winter Syndrome.” *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20(4), 539–556. <https://doi.org/10.1007/s11160-010-9159-5>
- Instituto Nacional de Estatística .(2020). Estatísticas da Pesca – 2019. Instituto Nacional de Estatística, I. P.
- Javier Sánchez Vázquez, F., & Muñoz-Cueto, J. A. (2014). Biology of European Sea Bass.
- Kalogianni, E., Alexis, M., Tsangaris, C., Abraham, M., Wendelaar Bonga, S. E., Iger, Y., Van Ham, E. H., e Stoumboudi, M. T. (2011). Cellular responses in the skin of the gilthead sea bream *Sparus aurata* L. and the sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.) exposed to high ammonia. *Journal of Fish Biology*, 78(4), 1152–1169. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.02922.x>
- Khalil, R. H., Diab, A. M., Shakweer, M. S., Ghetas, H. A., Khallaf, M. M., e Omar, A. A. E. D. (2018). New perspective to control of tenacibaculosis in sea bass *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture Research*, 49(7), 2357–2365. <https://doi.org/10.1111/are.13689>
- Kır, M. (2020). Thermal tolerance and standard metabolic rate of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*) acclimated to four temperatures. *Journal of Thermal Biology*, 93(June). <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102739>
- Kır, M., & Demirci, Ö. (2018). Thermal tolerance and standard metabolic rate of juvenile

- European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) acclimated to four temperatures. *Journal of Thermal Biology*, 78, 209–213. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.10.008>
- Kousoulaki, K., Sether, B. S., Albrektsen, S., e Noble, C. (2015). Review on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) nutrition and feed management: A practical guide for optimizing feed formulation and farming protocols. *Aquaculture Nutrition*, 21(2), 129–151. <https://doi.org/10.1111/anu.12233>
- Longo, S. B., Clark, B., York, R., e Jorgenson, A. K. (2019). *Aquaculture and the displacement of fisheries captures*. 33(4), 832–841. <https://doi.org/10.1111/cobi.13295>
- Lucas, J. S., Southgate, P. C., e Tucker, C. S. (2019). *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants: Second Edition*. In *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants: Third Edition*. <https://doi.org/10.1002/9781118687932>
- Madeira D, Vinagre C, Costa PM, Diniz MS (2014) Histopathological alterations, physiological limits, and molecular changes of juvenile *Sparus aurata* in response to thermal stress. *Mar Ecol Prog Ser* 505:253-266. <https://doi.org/10.3354/meps10794>
- Makridis, P., Mente, E., Grundvig, H., Gausen, M., Koutsikopoulos, C., e Bergheim, A. (2018). Monitoring of oxygen fluctuations in seabass cages (*Dicentrarchus labrax* L.) in a commercial fish farm in Greece. *Aquaculture Research*, 49(2), 684–691. <https://doi.org/10.1111/are.13498>
- Martins, R., e Carneiro, M. (2018). *Manual De Identificação De Peixes Ósseos Da Costa Continental Portuguesa*.
- Massault, C., Franch, R., Haley, C., de Koning, D. J., Bovenhuis, H., Pellizzari, C., Patarnello, T., & Bargelloni, L. (2010). Quantitative trait loci for resistance to fish pasteurellosis in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Animal Genetics*, 42(2), 191–203. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02110>
- Melis, R., Sanna, R., Braca, A., Bonaglini, E., Cappuccinelli, R., Slawski, H., Roggio, T., Uzzau, S., e Anedda, R. (2017). Molecular details on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) sensitivity to low water temperatures from ¹H NMR metabolomics. *Comparative Biochemistry and Physiology -Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 204, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2016.11.010>

- Miccoli, A., Saraceni, P. R., e Scapigliati, G. (2019). Vaccines and immune protection of principal Mediterranean marine fish species. *Fish and Shellfish Immunology*, 94, 800–809. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.09.065>
- Mohamad, N., Amal, M. N. A., Yasin, I. S. M., Zamri Saad, M., Nasruddin, N. S., Al-saari, N., Mino, S., & Sawabe, T. (2019). Vibriosis in cultured marine fishes: a review. In *Aquaculture* (Vol. 512). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734289>
- Moretti, A., Pedini, M., Cittolin, G., e Guidastri, R. (1999). Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream. *Food and Agriculture Organization of the United Nations 1*.
- Muniesa, A., Basurco, B., Aguilera, C., Furones, D., Reverté, C., Sanjuan-Vilaplana, A., Jansen, M. D., Brun, E., e Tavoranpanich, S. (2020). Mapping the knowledge of the main diseases affecting sea bass and sea bream in Mediterranean. *Transboundary and Emerging Diseases*, 67(3), 1089–1100. <https://doi.org/10.1111/tbed.13482>
- Nash, C. (2011). C. E. Nash: The history of aquaculture. *Aquaculture International*, 19(6). <https://doi.org/10.1007/s10499-011-9465-5>
- Norman, R. A., Crumlish, M., e Stetkiewicz, S. (2019). The importance of fisheries and aquaculture production for nutrition and food security. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 38(2), 395–407. <https://doi.org/10.20506/rst.38.2.2994>
- Oikonomidou, E., Batzina, A., & Karakatsouli, N. (2019). Effects of food quantity and distribution on aggressive behaviour of gilthead seabream and European seabass. *Applied Animal Behaviour Science*, 213, 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.02.010>
- Ortega, A. (2008). Cultivo de Dorada (*Sparus aurata*). *Cuadernos de Acuicultura*, 45p.
- Ortega, G. A. (2013). Cultivo de lubina: (*Dicentrarchus labrax*). *Cuadernos de Acuicultura*, 45p.
- Özer, A., Okay, S., Öztürk, T., Baki, B., Acar, G., Güven, A., & Öztürk, D. K. (2019). Comparative Diplectanum aequans (Monogenea) infestations in cultured European seabass (*Dicentrarchus labrax*) in the Black Sea and the Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(2), 163–169. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2019.36.2.08>

- Ozolina, K., Shiels, H. A., Ollivier, H., & Claireaux, G. (2016). Intraspecific individual variation of temperature tolerance associated with oxygen demand in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Conservation Physiology*, 4(1). <https://doi.org/10.1093/conphys/cov060>
- P.T.K. Woo. (2006). *Fish Diseases and Disorders Volume 1 Protozoan and Metazoan Infections by P. T. K. Woo* (Vol. 148).
- Paiva, J., Sales, F., Hedge, I. C., Aedo, C., Aldasoro, J. J., Castroviejo, S., Herrero, A., e Velayos, M. (2001). *Flora iberica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares - Vol. XIV* (Issue 1555, p. 304).
- Papadakis, V. M., Glaropoulos, A., Alvanopoulou, M., e Kentouri, M. (2016). A behavioural approach of dominance establishment in tank-held sea bream (*Sparus aurata* L.) under different feeding conditions. *Aquaculture Research*, 47(12), 4015–4023. <https://doi.org/10.1111/are.12854>
- Papapetrou, M., Kazlari, Z., Papanna, K., Papaharisis, L., Oikonomou, S., Manousaki, T., Loukovitis, D., Kottaras, L., Dimitroglou, A., Gourzioti, E., Pagonis, C., Kostandis, A., Tsigenopoulos, C. S., e Chatziplis, D. (2021). On the trail of detecting genetic (co)variation between resistance to parasite infections (*Diplectanum aequans* and *Lernanthropus kroyeri*) and growth in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture Reports*, 20, 100767. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100767>
- Parker, R. (2012). *Aquaculture Science, Third Edition* (3rd ed.). Cengage learning.
- Parma, L., Pelusio, N. F., Busti, S., Zerlotin, M., Mariani, L., Morsiani, L., Dondi, F., Soverini, M., Candela, M., Gilannejad, N., Moyano, F. J., Gatta, P. P., Bonaldo, A., e Oficial, A. (n.d.). *Interaction between dietary composition and seasonal temperature changes in gilthead sea bream Sparus aurata: Effects on growth, fat, deposition, plasma biochemistry, digestive enzyme activity and gut bacterial community*. 1114-1115.
- Pavlidis, M. A., e Mylonas, C. C. (2011). Sparidae: Biology and Aquaculture of Gilthead Sea Bream and other Species. In *Sparidae: Biology and Aquaculture of Gilthead Sea Bream and other Species*. <https://doi.org/10.1002/9781444392210>
- Pelusio, N. F., Scicchitano, D., Parma, L., Dondi, F., Brini, E., D'Amico, F., Candela, M., Yúfera, M., Gilannejad, N., Moyano, F. J., Gatta, P. P., & Bonaldo, A. (2021). Interaction Between Dietary Lipid Level and Seasonal Temperature Changes in Gilthead Sea Bream *Sparus*

- aurata: Effects on Growth, Fat Deposition, Plasma Biochemistry, Digestive Enzyme Activity, and Gut Bacterial Community. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.664701>
- Pillay, T. V. R., & Kutty, M. N. (2005). *Aquaculture: Principles and practices*. Oxford, UK: Blackwell Pub.
- Ramalho, A., e Teresa Dinis, M. (2011). *Portuguese aquaculture: Current status and future perspectives* (42(1), 26). *World Aquaculture*.
- Rocha, C. P., Cabral, H. N., Nunes, C., Coimbra, M. A., Gonçalves, F. J. M., Marques, J. C., e Gonçalves, A. M. M. (2019). Biochemical impacts in adult and juvenile farmed european seabass and gilthead seabream from semi-intensive aquaculture of southern european estuarine systems. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 13422–13440. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04825-8>
- Samaras, A., Papandroulakis, N., Lika, K., e Pavlidis, M. (2018). Water temperature modifies the acute stress response of European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. (1758). *Journal of Thermal Biology*, 78(1758), 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.09.006>
- Saraiva, A., Costa, J., Serrão, J., Eiras, J. C., e Cruz, C. (2015). Study of the gill health status of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) using different tools. *Aquaculture*, 441, 16–20. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.004>
- Sarasquete, C., Borrego, J. J., Labella, A. M., Castro, D., e Ortiz-Delgado, J. B. (2017). Updated of the Pathologies Affecting Cultured Gilthead Seabream, *Sparus aurata*. *Annals of Aquaculture and Research*, 4(2).
- Sardinha, M.;Conceição, L.;Engrola, S.;Dias, J.;Aragão, C.;Dinis, M.T.;Grey, P. (2014). Strategies to enhance the competitiveness of semi-intensive aquaculture systems in coastal earth ponds: the organic aquaculture approach. *IMMR | International Meeting on Marine Research 2014*, 1. <https://doi.org/10.3389/conf.FMARS.2014.02.00116>
- Schrama, D., Richard, N., Silva, T. S., Figueiredo, F. A., Conceição, L. E. C., Burchmore, R., Eckersall, D., e Rodrigues, P. M. L. (2017). Enhanced dietary formulation to mitigate winter thermal stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): a 2D-DIGE plasma proteome study. *Fish Physiology and Biochemistry*, 43(2), 603–617. <https://doi.org/10.1007/s10695-016-0315-2>

- Shrivastava, J., Ndugwa, M., Caneos, W., & de Boeck, G. (2019). Physiological trade-offs, acid-base balance and ion-osmoregulatory plasticity in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles under complex scenarios of salinity variation, ocean acidification and high ammonia challenge. *Aquatic Toxicology*, 212, 54–69. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.04.024>
- Silva, T. S., da Costa, A. M. R., Conceição, L. E. C., Dias, J. P., Rodrigues, P. M. L., e Richard, N. (2014). Metabolic fingerprinting of gilthead seabream (*Sparus aurata*) liver to track interactions between dietary factors and seasonal temperature variations. *PeerJ*, 2014(1). <https://doi.org/10.7717/peerj.527>
- Sinha, A. K., Zinta, G., Abdelgawad, H., Asard, H., Blust, R., e De Boeck, G. (2015). High environmental ammonia elicits differential oxidative stress and antioxidant responses in five different organs of a model estuarine teleost (*Dicentrarchus labrax*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part - C: Toxicology and Pharmacology*, 174–175(2015), 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2015.06.002>
- Sitjà-Bobadilla, A., Redondo, M. J., e Alvarez-Pellitero, P. (2010). Occurrence of *Sparicotyle chrysophrii* (Monogenea: Polyopisthocotylea) in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) from different mariculture systems in Spain. *Aquaculture Research*, 41(6), 939–944. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02369.x>
- Stickney, R. R., e Treece, G. D. (2012). History of Aquaculture. In *Aquaculture Production Systems*. <https://doi.org/10.1002/9781118250105.ch2>
- Sucré, E., Charmantier-Daures, M., Grousset, E., e Cucchi-Mouillot, P. (2011). Embryonic ionocytes in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Structure and functionality. *Development Growth and Differentiation*, 53(1), 26–36. <https://doi.org/10.1111/j.1440-169X.2010.01219.x>
- Svensson, L. (2017). *Guia de Aves - O Guia de Campo Mais Completo das Aves de Portugal e da Europa* (Assírio e Alvim (ed.); 1st ed., Vol. 1). Assírio e Alvim.
- Thomas, M., Pasquet, A., Aubin, J., Nahon, S., e Lecocq, T. (2021). When more is more: taking advantage of species diversity to move towards sustainable aquaculture. *Biological Reviews*, 96(2), 767–784. <https://doi.org/10.1111/brv.12677>
- Tidwell, J. (2012). *Aquaculture Production Systems* (1st ed.). Wiley. Retrieved from <https://www.perlego.com/book/1002451/aquaculture-production-systems-pdf> (Original

work published 2012)

- Tokşen, E., Değirmenci, U., e Cankurt, M. (2010). The effect of trichlorfon on the control of *Lernanthropus kroyeri* (van Beneden, 1851) (Lernanthropidae) infestations in Cultured sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 30(6), 205–210.
- Uzun, E., e Ogut, H. (2015). The isolation frequency of bacterial pathogens from sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in the Southeastern Black Sea. *Aquaculture*, 437, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.11.017>
- Vallecillos, A., Chaves-pozo, E., Arizcun, M., e Afonso, J. M. (2021). *immunological markers and body weight in gilthead seabream (Sparus aurata)*. 543.
- Valverde, E. J., Borrego, J. J., Sarasquete, M. C., Ortiz-Delgado, J. B., e Castro, D. (2017). Target organs for lymphocystis disease virus replication in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Veterinary Research*, 48(1). <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0428-3>
- Vandeputte, M., Gagnaire, P. A., e Allal, F. (2019). The European sea bass: a key marine fish model in the wild and in aquaculture. *Animal Genetics*, 50(3), 195–206. <https://doi.org/10.1111/age.12779>
- Vargas-Chacoff, L., Arjona, F. J., Ruiz-Jarabo, I., García-Lopez, A., Flik, G., e Mancera, J. M. (2020). Water temperature affects osmoregulatory responses in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Journal of Thermal Biology*, 88(August 2019), 102526. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102526>
- Velez, Z., Roggatz, C., Benoit, D., Hardege, J., & Hubbard, P. C. (2019). Short- And medium-term exposure to ocean acidification reduces olfactory sensitivity in gilthead seabream. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 10, Issue MAY). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00731>
- Villar-Torres, M., Montero, F. E., Raga, J. A., e Repullés-Albelda, A. (2018). Come rain or come shine: Environmental effects on the infective stages of *Sparicotyle chrysophrii*, a key pathogen in Mediterranean aquaculture. *Parasites and Vectors*, 11(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3139-3>
- Yardimci, B. & Pekmezci, Gokmen Zafer. (2012). Gill histopathology in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax* (L.) co-infected by *Diplectanum aequans* (Wagener, 1857) and

- Lernanthropus kroyeri (van Beneden, 1851). Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi. 59. 61-64.
- Yavuzcan Yildiz, H., Phan Van, Q., Parisi, G., e Dam Sao, M. (2019). Anti-parasitic activity of garlic (*Allium sativum*) and onion (*Allium cepa*) juice against crustacean parasite, *Lernanthropus kroyeri*, found on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 833–837. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1593058>
- Yavuzcan Yıldız, H., e Korkmaz, A. Ş. (2021). Parasitic copepod (*Lernanthropus kroyeri*) on caged sea bass (*Dicentrarchus labrax*): An estimation of abundance and internal infestation pressure . *Journal of Fish Diseases*, April, 1–9. <https://doi.org/10.1111/jfd.13504>
- Yong, C. Y., Yeap, S. K., Omar, A. R., e Tan, W. S. (2017). Advances in the study of nodavirus. *PeerJ*, 2017(9). <https://doi.org/10.7717/peerj.3841>
- Zarantoniello, M., Bortoletti, M., Olivotto, I., Ratti, S., Poltronieri, C., Negrato, E., Caberlotto, S., Radaelli, G., & Bertotto, D. (2021). Article salinity, temperature and ammonia acute stress response in seabream (*Sparus aurata*) juveniles: A multidisciplinary study. *Animals*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ani11010097>
- Zhou, C., Zhang, Z. qiang, Zhang, L., Liu, Y., & Liu, P. fei. (2021). Effects of temperature on growth performance and metabolism of juvenile sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 537. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736458>
- Zrncic, S. (2020). Diagnostic manual for the main pathogens in European seabass and Gilthead seabream aquaculture. In *Diagnostic Manual for the main pathogens in European seabass and Gilthead seabream aquaculture* (Vol. 75, Issue May). <http://om.ciheam.org/om/pdf/b75/b75.pdf>