

Jorge Manuel Magalhães Marieiro

Processamento de pregado numa indústria de aquacultura

Análise organolética de filetes de pregado alimentados com diferentes
dietas

Orientador: Professora Ana Ramalho Ribeiro

Coimbra, 2022

MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Jorge Manuel Magalhães Marieiro

Processamento de pregado numa indústria de aquacultura

Análise organolética de filetes de pregado alimentados com diferentes dietas

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária de
Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à
obtenção do grau de mestre em **ENGENHARIA
ALIMENTAR**

Orientador: Professora Doutora Ana Ramalho Ribeiro

Coimbra, 2022

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer a todos os docentes e pessoas que me apoiaram direta e indiretamente na elaboração do meu projeto. Em particular, um agradecimento muito especial à minha coorientadora, Dr.^a Laura Alexandra, ao Chefe da Fábrica de Processamento o Eng.^o Paulo Gomes e à minha orientadora interna, Dr.^a Ana Ramalho por me terem sempre auxiliado incondicionalmente em todas as minhas dúvidas. Também gostava de ressaltar a importância do apoio prestado, principalmente no início do estágio profissionalizante pelas colaboradoras responsáveis pelo Controlo de Qualidade, elas são a Cristina Lourenço, a Cecília Martins e a Carla Farias.

Também quero agradecer ao staff da FLATLANTIC - Actividades Piscícolas S.A. (anteriormente designada por Acuinova) por terem sempre me auxiliado em todos os pequenos detalhes, tais como, materiais, equipamentos e registos.

No que diz respeito à parte experimental, queria também desejar também um muito obrigado à técnica de laboratório Sandrine Ressurreição e à Doutora Sandra Santos por todo o apoio prestado em todas as análises laboratoriais. Ainda queria expressar o meu agradecimento ao Sr. Viegas por todo o apoio que me deu.

Apesar de não me terem apoiado diretamente, o apoio do meu tio, da minha tia, dos meus amigos mais próximos foi sem sombra de dúvidas muito importante, visto que fez-me sentir mais confiante. Estando mais confiante, sinto-me mais à vontade para realizar todas as tarefas propostas pela Doutora Ana Ramalho de forma autónoma.

Resumo

O presente trabalho foi realizado no âmbito da Unidade Curricular “Estágio/Dissertação/Projeto” do segundo ano do curso de Mestrado de Engenharia Alimentar. Os dois grandes objetivos do estágio foram a obtenção de experiência profissional em contexto de trabalho, e a realização de um ensaio experimental resultante da colaboração da FLATLANTIC - Actividades Piscícolas S.A. (anteriormente designada como AcuinoVA) com a ESAC.

Durante o período de estágio de 128 dias, acompanhei e executei tarefas no âmbito do controlo do processamento e controlo da qualidade do pregado. A Flatlantic - Actividades Piscícolas S.A. (anteriormente designada como AcuinoVA) desenvolve projetos onde avalia novos ingredientes na dieta do pregado. No seguimento de um ensaio experimental onde se comparam duas dietas (Orange e Blue), para avaliar a utilização de proteínas de subprodutos origem animal na produção de pregado. Realizaram-se análises de composição proximal e propriedades de textura e cor em pregados alimentados com diferentes dietas. Foram analisados 40 filetes de pregado, sendo 20 provenientes da dieta Orange as outras 20 da dieta Blue. Foram efetuadas análises para avaliar a composição proximal, tais como, a humidade, o teor de cinzas, o teor de gordura (Soxhlet) e o teor de proteína (Kjeldahl) e análises físicas, tais como, a textura e a cor. O objetivo do trabalho foi comparar as duas dietas, com a finalidade de avaliar a influência da dieta nas propriedades nutricionais, de textura e aparência e escolher a que apresenta melhores resultados na alimentação do pregado de aquacultura.

No que diz respeito às amostras efetuadas enquanto os filetes estavam em refrigeração podemos dizer que a nível da cor, na zona dorsal e ventral dos filetes sem pele não se observaram diferenças significativas. A textura foi avaliada pelo parâmetro de firmeza do corte do músculo em cru e cozido a vapor. A firmeza em cozido apresenta valores bastante mais elevados do que em cru. Não se verificaram diferenças significativas entre pregados das duas dietas relativamente à textura. Relativamente à composição proximal, os valores humidade, cinza, gordura e proteína não apresentam diferenças entre dietas, mas foram observadas algumas variações entre os grupos analisados, por tanques.

A introdução de novos ingredientes na dieta do pregado que permitam a redução de utilização de farinha e óleo de peixe são uma tendência clara na nutrição animal. Este trabalho permitiu avaliar o efeito da utilização de ingredientes derivados de subprodutos animais na dieta do pregado, nas suas propriedades nutricionais e organoléticas, verificando-se que não há alterações significativas destes parâmetros. A utilização destes ingredientes alternativos representam vantagens a nível económico, com a diminuição de custos, como são mais sustentáveis reduzindo a pressão sobre os ecossistemas marinhos.

Palavras-chave: Pregado; *Psetta maxima*; Controlo da qualidade; Processamento de pescado; textura; aquacultura

Abstract

The present work was carried out under the Curricular Unit “Internship/Dissertation/Project” of the second year of the Master's Degree in Food Engineering. The two main objectives of the internship were to obtain professional experience in a work context, and to carry out an experimental test resulting from the collaboration of FLATLANTIC - Actividades Piscícolas S.A. (formerly known as AcuinoVA) with ESAC.

During the 128-day internship period, I monitored and performed tasks in the scope of processing control and turbot quality control. Flatlantic - Actividades Piscícolas S.A. (formerly known as AcuinoVA) develops projects where it evaluates new ingredients in the turbot diet. Following an experimental trial where two diets (Orange and Blue) are compared, to evaluate the use of animal by-product proteins in turbot production. Proximal composition, texture and color properties were analyzed on turbot fed different diets. Forty turbot fillets were analyzed, 20 from the Orange diet and the other 20 from the Blue diet. Analyses were performed to evaluate the proximal composition, such as moisture, ash content, fat content (Soxhlet) and protein content (Kjeldahl) and physical analysis, such as texture and color. The objective of this work was to compare the two diets, in order to evaluate the influence of the diet on the nutritional, texture and appearance properties and to choose the one that presents the best results in the feeding of aquaculture turbot.

Regarding the samples taken while the fillets were refrigerated, we can say that in terms of color, in the dorsal and ventral areas of the skinless fillets, no significant differences were observed. The texture was evaluated by the parameter of firmness of the cut of the muscle in raw and steamed. The firmness in cooked has much higher values than in raw. There were no significant differences between turbot of the two diets in terms of texture. Regarding the proximal composition, the values of moisture, ash, fat and protein do not show differences between diets, but some variations were observed between the analyzed groups, by tanks.

The introduction of new ingredients in the turbot diet that allow the reduction of the use of fish meal and oil is a clear trend in animal nutrition. This work allowed to evaluate the effect of the use of ingredients derived from animal by-products in the turbot's diet, in its nutritional and organoleptic properties, verifying that there are no significant changes in these parameters. The use of these alternative ingredients represent economic advantages, with lower costs, as they are more sustainable, reducing the pressure on marine ecosystems.

Keywords: Turbot; *Psetta Maxima*; Quality control; Fish processing; texture; aquaculture

Índice

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ÂMBITO DO ESTÁGIO	1
1.2. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO	1
1.3. ENQUADRAMENTO DA EMPRESA	3
1.3.1. Produção de pregado.....	3
1.4. TAREFAS DESENVOLVIDAS	4
2. PESCADO	5
2.1. PRODUÇÃO MUNDIAL	5
2.1.1. Pesca de captura.....	5
2.1.2. Aquacultura.....	6
2.2. CONSUMO DE PEIXE A NÍVEL MUNDIAL	8
2.3. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO PESCADO	10
2.3.1. Proteína.....	11
2.3.2. Ácidos Gordos	11
2.3.3. Minerais	11
2.3.4. Vitaminas	12
2.4. QUALIDADE DO PESCADO	12
2.5. O PREGADO (PSETTA MAXIMA).....	14
2.6. DIETA DO PREGADO.....	15
3. PROCESSAMENTO DO PREGADO NA FLATATLANTIC	18
3.1.1. Receção.....	19
3.1.2. Espera em câmara	19
3.1.3. Lavagem das lavadoras com água do mar.....	19
3.1.4. Inspeção visual na cinta	20
3.1.5. Pesagem e Classificação.....	20
3.1.6. Embalamento.....	21
3.1.7. Etiquetagem.....	21
3.1.8. Adição de gelo.....	22
3.1.9. Colocação das tampas	22
3.1.10. Colocação das cintas.....	22
3.1.11. Detecção de metais.....	23
3.1.12. Paletização.....	23
3.1.13. Armazenamento	24

3.1.14. Expedição.....	24
4. ANÁLISE DA QUALIDADE E COMPOSIÇÃO CORPORAL DO PREGADO	24
4.1. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.2. PLANO DE AMOSTRAGEM	25
4.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	25
4.3.1. Cor.....	25
4.3.2. Textura	26
4.4. ANÁLISES LABORATORIAIS: COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL	27
4.4.1. Humidade.....	27
4.4.2. Cinza.....	28
4.4.3. Gordura Bruta	28
4.4.3.1. Proteína bruta.....	29
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
4.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.6.1. Caracterização das amostras refrigeradas.....	31
4.6.2. Caracterização das amostras liofilizadas	39
4.7. CONCLUSÃO	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
BIBLIOGRAFIA	45

Lista de figuras

Figura 1 - Produção mundial do pescado proveniente da pesca de captura e de aquacultura	6
Figura 2 -Produção mundial de aquacultura de animais aquáticos e algas, 1990-2018 ...	7
Figura 3 -Taxa de crescimento anual da quantidade de produção de peixes da aquacultura no novo milénio	8
Figura 4 - Contribuição relativa da pesca de aquacultura e da pesca de captura disponível para consumo humano	9
Figura 5 – Pregado	14
Figura 6 - Fluxograma de processamento do pescado	18
Figura 7 - Lavadoura de água com gelo adicionado	19
Figura 8 - Pregado a passar pelo tapete transportador	20
Figura 9 - Visualização das branquias do pregado	20
Figura 10- Controlo da qualidade do pregado por avaliação do visual	21
Figura 11 - Etiqueta do pregado nacional	22
Figura 12 - Caixa embalada e cintada	23
Figura 13 - Palete para o cliente final	24
Figura 14 - Colorímetro Minolta CR-200	26
Figura 15 - Texturómetro Mycro Systems TA-XT Express	27
Figura 16 - Extrator de Soxhlet	29
Figura 17 - Digestor de Kjeldahl	30
Figura 18- Destilador de Kjeldahl	30
Figura 19 - Valores médios de L^* a^* b^* dos filetes dorsais de pregado das dietas Orange e Blue com os respetivos desvios padrão	33
Figura 20 - Valores médios de L^* a^* b^* dos filetes de pregado ventrais refrigerados com os respetivos desvios padrão	34
Figura 21 - Firmeza do músculo de pregado refrigerado com os respetivos desvios padrão	36
Figura 22- Firmeza do músculo de pregado cozido com os respetivos desvios padrão .	36
Figura 23 – Humidade dos filetes de pregado refrigerados com os respetivos desvios padrão (%)	38
Figura 24 – Teor de cinzas em base seca dos filetes de pregado refrigerados com os respetivos desvios-padrão (%)	39
Figura 25 – Teor de gordura em base seca dos filetes de pregado liofilizados com os respetivos desvios padrão	41
Figura 26 – Teor de proteína dos filetes de pregado em base seca por dieta com os respetivos desvios padrão	42
Figura 27 - Composição Proximal do Pregado por dieta (%)	43

Lista de tabelas

Tabela 1 - Consumo total e aparente de pescado por região e grupo económico do ano 2017	9
Tabela 2 - Formulação e composição das dietas experimentais	17
Tabela 3- Valores médios de $L^*a^*b^*$ dos filetes dorsais de pregado refrigerados e alimentados com as dietas Orange e Blue com o respetivo desvio padrão.....	32
Tabela 4 – Valores médios de $L^*a^*b^*$ dos filetes ventrais de pregado refrigerados com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue.....	34
Tabela 5 – Valores médios da firmeza dos filetes de pregado refrigerados com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue.....	35
Tabela 6 – Valores médios da firmeza dos filetes de pregado cozidos com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue.....	35
Tabela 7 – Valores médios da humidade dos filetes de pregado refrigerados com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue.....	37
Tabela 8 – Valores médios das cinzas em base seca dos filetes de pregado com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Blue e Orange (%).....	38
Tabela 9 – Valores médios da gordura em base seca dos filetes de pregado com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue.....	40
Tabela 10 – Valores médios da proteína em base seca nos filetes de pregado liofilizados com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue	42

1. Introdução

1.1. Âmbito do estágio

O presente relatório resulta da realização do estágio profissionalizante, no âmbito do plano curricular do mestrado de Engenharia Alimentar, da Escola Superior Agrária de Coimbra. O mesmo decorreu na empresa *Flatlantic - Actividades Piscícolas S.A.* (anteriormente designada como *Acuinova*), no período entre 15 de outubro de 2021 e 15 de abril de 2022.

Este estágio compreendeu dois grandes objetivos:

- execução de tarefas processamento de pescado, de controlo da qualidade e de controlo da expedição na produção de pregado;
- realização de um estudo analítico referente a um ensaio experimental do efeito de diferentes dietas na composição corporal do pregado e na textura e cor do filete.

1.2. Enquadramento histórico

As primeiras evidências da criação de peixes datam de 1000 a.C. na China. O político Fan Li, por volta de 500 a.C., foram os primeiros a descrever a carpa, um símbolo de boa sorte e fortuna, como sendo cultivada para alimentação. Durante a dinastia Tang, por volta de 618, o Imperador Li, cujo nome significa "carpa", proibiu a criação de peixes que tinham o seu nome. Os agricultores então voltaram a sua atenção para peixes semelhantes da família *Cyprinidae* e desenvolveram a primeira forma de policultura. O estrume líquido resultante da pecuária também foi usado para estimular o crescimento de algas nos tanques e torná-los mais nutritivos. Os leitos do tanque foram então drenados para que, por sua vez, também fossem usados como fertilizante. Os primeiros sistemas integrados de agricultura-aquacultura surgiram na China, onde ainda são implementados hoje (Nestlé, 2017).

Na Europa, a aquacultura começou na Roma Antiga. Os romanos, que amavam peixes marinhos e ostras, e criaram fazendas de ostras e adotaram o viveiro assírio, uma espécie de 'piscina' onde peixes e crustáceos capturados nas lagoas eram mantidos vivos até ao momento de serem consumidos.

Na Idade Média, em toda a Europa feudal, as ordens monásticas e a aristocracia eram as principais usuárias dos viveiros de peixes de água doce, já que detinham o monopólio das terras, florestas e cursos de água. A cultura do mexilhão foi inventada no século 13 e a técnica permaneceu praticamente inalterada até a década de 1960.

A piscicultura de água doce foi desenvolvida durante o Renascimento. Tendo sido assinados vários tratados que foram publicados, fornecendo detalhes sobre as técnicas de

construção de tanques, a escolha das espécies para cultivar, as suas doenças e a respetiva dieta alimentar. A carpa dominou os lagos artificiais da Europa Oriental.

A criação artificial foi descoberta na Alemanha durante o Iluminismo, mas foi somente no século 19, que teve a sua especial atenção. Em cem anos, a indústria mudou a paisagem europeia. A poluição fez com que as populações de peixes diminuíssem e a construção de barragens e canais de irrigação obstruíssem os caminhos migratórios de algumas espécies, como por exemplo o salmão. Para combater esse declínio dramático, a pesquisa de criação artificial concentrou-se na criação de trutas.

Durante as primeiras cinco décadas do século 20, os colonos introduziram e criaram outras espécies de peixes nas colónias anglo-belgas na África, por via da pesca artesanal, usando espécies comedoras de insetos ou usando a tilápia como fonte de alimento. No final da década de 1950, a invenção da ração artificial revolucionou a piscicultura, que até então contava com produtos da agricultura e da pecuária para a alimentação dos peixes.

Durante a década de 1970, a aquacultura de espécies marinhas teve um renascimento, graças à utilização de materiais de construção novos, mais leves, mais resistentes e mais baratos (fibra de vidro, tubos de plástico) e ao uso de gaiolas flutuantes em vez de tanques de água salgada de vidro e ferro fundido caros. No entanto, essas novas instalações eram comercialmente inviáveis e a otimização e estabilização da produção de peixes marinhos foi uma grande preocupação na década seguinte. O início do século 21 viu a aquacultura ganhar uma grande importância mundial. De acordo com um relatório sobre pesca e aquacultura da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) em 2016, “Em termos de volume de produção global, o conjunto de peixes e plantas aquáticas superou o da pesca de captura em 2013”(Nestlé, 2017).

A aquacultura de pregado começou na década de 1970 na Escócia. Posteriormente, foi introduzida na França e na Espanha. No início, o número de instalações na Espanha era bastante limitado devido à escassez de alevins. No início da década de 1990, já havia 16 produtores na Espanha. Em 1992, ocorreu uma crise significativa na cultura do pregado, onde se verificou um aumento de 52% na produção, mas faltou ao setor uma rede consolidada de marketing comercial. Essa crise originou o encerramento de algumas culturas de aquacultura. A partir desse momento iniciou-se uma reorganização do setor, o que deu origem a um crescimento tanto da produção como do número de países onde se cultiva o pregado. A Espanha, com as suas condições oceanográficas altamente adequadas, é agora o maior produtor mundial, mas o pregado também é cultivado na Dinamarca, Alemanha, Islândia, Irlanda, Itália, Noruega, País de Gales e Portugal. Tendo sido introduzido no Chile (no final dos anos 1980) e, mais recentemente, na China (Villanueva & Rodríguez, 2009)

1.3. Enquadramento da empresa

A unidade de produção aquícola de produção de pregado e linguado da Flatlantic-Actividades Piscícolas S.A. (adiante referida por FLATLANTIC) está situada na Rua do Aceiro, na Praia de Mira, no distrito de Coimbra, situando-se a cerca de 500m da linha da costa.

A FLATLANTIC desempenha um papel importante no que diz respeito ao campo da aquacultura, promovendo desta forma uma melhoria significativa na situação económica do concelho de Mira e da própria atividade, auxiliando no aumento da produção aquícola nacional com uma espécie de alto valor comercial (Cassamo, 2012).

1.3.1. Produção de pregado

Na FLATLANTIC o pregado é produzido em regime intensivo, em tanques situados em terra e em sistema de circuito aberto.

As áreas de pré-engorda e engorda apresentam duas fases diferentes. A água é abastecida através de poços de captação, onde a água do mar chega proveniente do ponto de entrada localizado no mar. A água é filtrada posteriormente oxigenada num tanque de oxigenação apropriado, segundo o seu percurso para os tanques.

Os alevins encontram-se alojados em tanques de cimento nos pavilhões de pré-engorda, sendo de seguida transferidos para os tanques de engorda cobertos.

Durante o ciclo de vida os peixes são classificados segundo frequência definida para manter a homogeneidade dos tanques, sendo transferidos para os tanques de engorda quando atingem o tamanho definido.

Também é efetuado um controlo nas áreas da rastreabilidade, meio envolvente, diagnóstico, tratamento e qualidade nas unidades de engorda.

É efetuada a classificação dos peixes segundo frequência definida, com o objetivo de ajustar as densidades de cultivo e diminuir a dispersão de calibres, isto é, promover para um aumento da homogeneidade dos grupos. A alimentação é efetuada segundo critérios definidos e através de sistemas automáticos de alimentação. Os peixes que atingem o peso requerido pelos clientes ficam em jejum num intervalo de tempo de 48 horas, sendo posteriormente pescados com destino à fábrica de transformação do pescado. Também é realizado um controlo da qualidade do produto tendo sempre em atenção a rastreabilidade do mesmo. A partir da fábrica de processamento, o pregado é distribuído para vários países da União Europeia e outros países de outros continentes, tendo em conta sempre as exigências estipuladas por cada cliente. O peixe pode ser expedido inteiro, eviscerado, em postas, descabeçado ou sangrado (Cassamo, 2012).

1.4. Tarefas desenvolvidas

Na empresa:

- **Controlo da qualidade:** verificar se o peixe cumpre os requisitos da qualidade requeridos pelo cliente, tendo em conta a informação (calibre médio, do peso total da caixa, nome científico do produto, a data de embalamento e a data de validade do produto) fornecida pela rotulagem de cada caixa. Também é efetuada uma verificação aleatória do peso da caixa por cada tonelada de peixe que esteja dentro do mesmo lote de produção.
- **Análise sensorial:** verificar se os peixes se encontram conformes, isto é, se visualmente não apresentam qualquer tipo de deformação ao nível dos olhos e das brânquias, por outro lado também se deve ter em atenção a mucosidade, a consistência, o aspeto externo e o odor de cada peixe.
- **Controlo do abate:** verificar se a mistura do gelo com a água é feita corretamente no interior de cada tina, para posteriormente efetuar a medição da temperatura dessa mistura que deve ser sempre inferior a 2°C. No momento em que o peixe é rececionado é medida a temperatura, de forma aleatória de cinco peixes diferentes de cada tina.
- **Controlo da expedição:** verificar se todas as paletes estão feitas corretamente, ter em atenção as condições de refrigeração do atrelado do camião (<2°C). Também é nesta fase que é feito o controlo da rastreabilidade.

No ensaio experimental:

- **Análise da qualidade:** foi determinada a textura do músculo e da cor da zona ventral e dorsal dos filetes de pregado.
- **Análise da composição corporal:** foram realizadas análises que dizem respeito à composição proximal do pregado, tais como, a proteína; a gordura; a determinação do teor de humidade e cinzas.

2. Pescado

2.1. Produção mundial

A produção mundial de pescado tem apresentado um aumento significativo ao longo das últimas décadas. Até à década de 1980 a produção em aquacultura era pouco representativa sendo a quase totalidade da produção devida às pescas. A partir da década de 1990 a aquacultura apresentou um crescimento exponencial e as capturas uma tendência para estabilizar a produção.

2.1.1. Pesca de captura

Segundo a (FAO, 2020), estima-se que a produção global de pescado tenha atingido cerca de 179 milhões de toneladas em 2018, com um valor total de venda estimado em 401 bilhões de dólares americanos, das quais 82 milhões de toneladas, cujo valor correspondente são 250 bilhões de dólares americanos, estão relacionadas com a produção de aquacultura. Do total geral, 156 milhões de toneladas foram usadas para consumo humano, equivalente a um fornecimento anual estimado de 20,5 kg per capita. A aquacultura representou 46% da produção total e 52% do pescado para consumo humano. A China continua a ser um grande produtor de pescado, representando 35 % da produção global de pescado em 2018. Excluindo a China, uma parcela significativa da produção em 2018 corresponde à Ásia (34 %) seguida pelas Américas (14 %), Europa (10 %), África (7 %) e Oceânia (1%). A produção total de pescado teve aumentos importantes em todos os continentes nas últimas décadas, exceto na Europa, com uma diminuição gradual a partir do final da década de 1980, mas recuperando ligeiramente nos últimos anos, e nas Américas, com vários altos e baixos desde o pico de meados da década de 1990, principalmente devido a flutuações nas capturas de anchova, enquanto quase duplicou durante os últimos 20 anos em África e na Ásia.

Tendo em conta os dados do gráfico (figura 1) é possível entender que a produção mundial da pesca de captura e da aquacultura tendem a aumentar, mas no futuro a tendência para a produção da pesca de captura é estabilizar. Desde o ano de 1986 até ao presente a tendência é empregar a aquacultura como produção base para o pescado, podendo dever-se ao facto de existir um aumento na consciencialização das pessoas e a existência de uma maior preocupação pelos recursos marinhos (FAO, 2020).

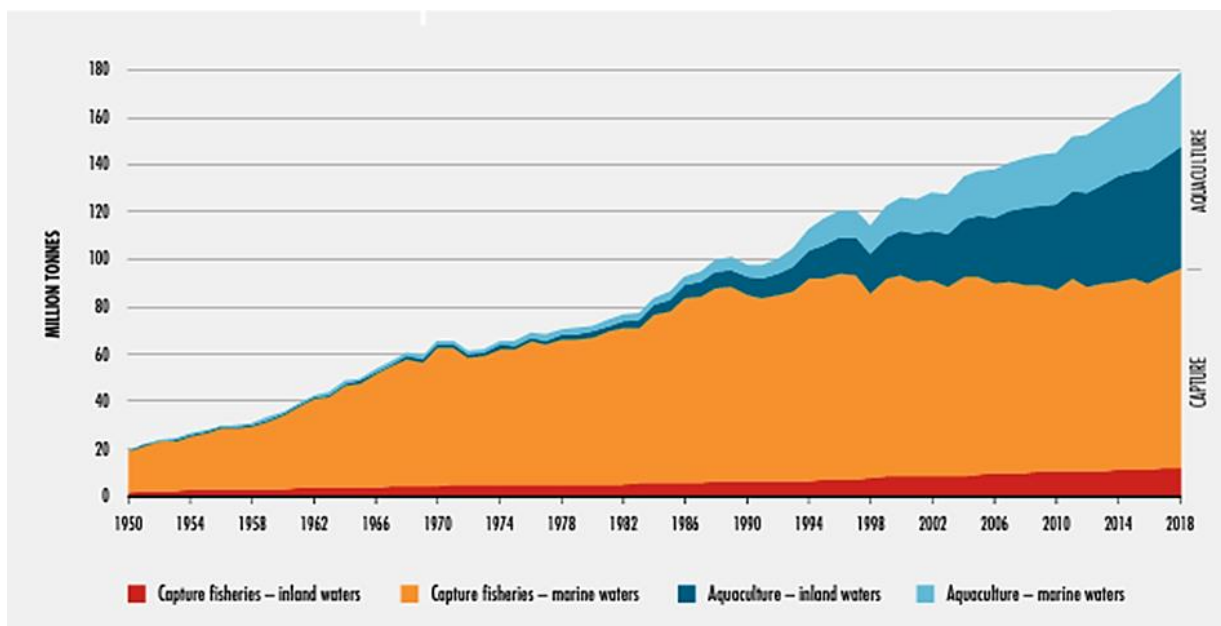


Figura 1 - Produção mundial do pescado proveniente da pesca de captura e de aquacultura

Fonte: FAO, 2020

2.1.2. Aquacultura

De acordo com as últimas estatísticas mundiais sobre aquacultura compiladas pela FAO, a produção mundial atingiu outro recorde histórico de 114,5 milhões de toneladas em peso vivo em 2018 (ver figura 2), com um valor total de venda ao produtor de 263,6 bilhões de dólares americanos. A produção total consistiu em 82,1 milhões de toneladas de animais aquáticos (250,1 bilhões de dólares americanos), 32,4 milhões de toneladas de algas aquáticas (13,3 bilhões de dólares americanos) e 26.000 toneladas de conchas e pérolas ornamentais (179.000 dólares americanos).

A produção de animais aquáticos em 2018 foi dominada por peixes (54,3 milhões de toneladas, 139,7 bilhões de dólares americanos), cultivado em aquacultura de água doce (47 milhões de toneladas, 104,3 bilhões de dólares americanos), bem como da aquacultura marinha e costeira (7,3 milhões de toneladas, 35,4 bilhões de dólares americanos). Seguiram-se os moluscos de água salgada (17,7 milhões de toneladas, 34,6 mil milhões de dólares americanos) - principalmente bivalves e crustáceos (9,4 milhões de toneladas, 69,3 mil milhões de dólares americanos), outros invertebrados marinhos (435 400 toneladas, 2 mil milhões de dólares americanos), tartarugas aquáticas (370 000 toneladas, 3,5 mil milhões de dólares americanos), e sapos (131 300 toneladas, 997 milhões de dólares americanos) (FAO, 2020).

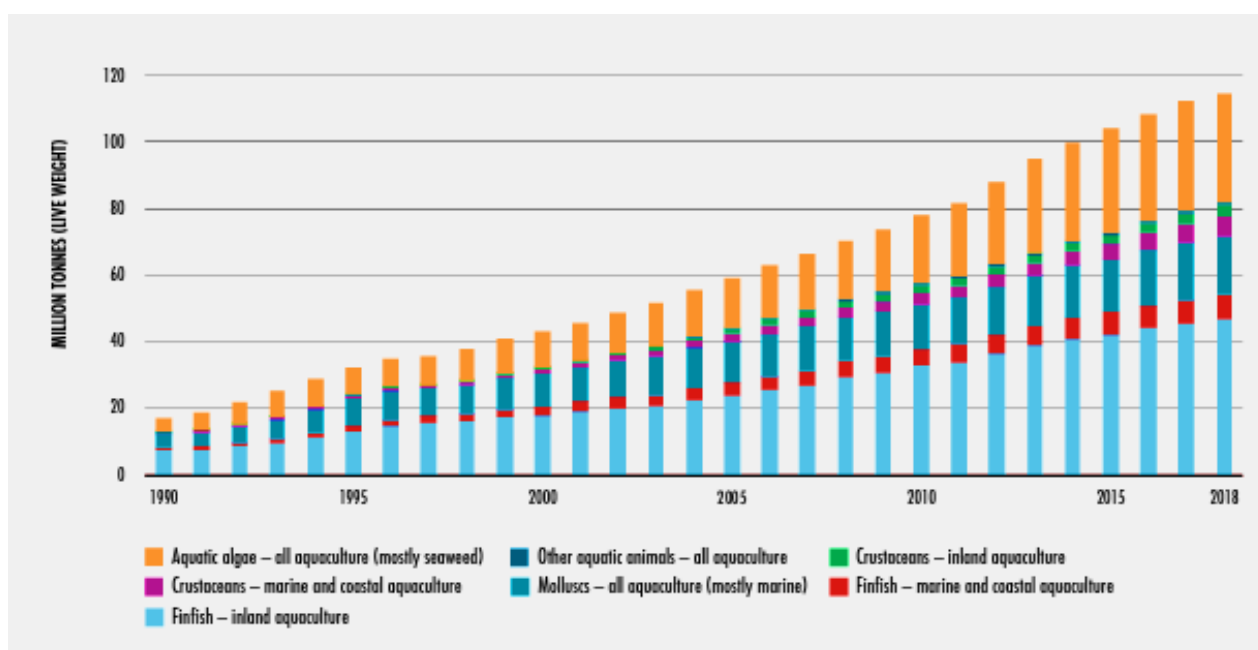


Figura 2 -Produção mundial de aquacultura de animais aquáticos e algas, 1990-2018

Fonte: FAO, 2020

As altas taxas de crescimento anual na produção mundial de animais aquáticos testemunhadas nas décadas de 1980 e 1990, respetivamente 10,8% e 9,5%, diminuíram gradualmente no terceiro milénio. A taxa média de crescimento anual foi de 5,8% no período 2001–2010 e 4,5% no período 2011–2018 (Figura 3). Apesar do crescimento nível mundial, uma alta taxa de crescimento no período 2009–2018 ainda foi observada em vários países, incluindo grandes produtores como Indonésia (12,4 %), Bangladesh (9,1 %), Egito (8,4 %) e Equador (12 %).

A produção aquícola mundial de animais aquáticos cresceu em média 5,3% por ano no período 2001–2018 (Figura 3), enquanto o crescimento foi de apenas 4% em 2017 e 3,2% em 2018. A recente baixa taxa de crescimento foi causada pela desaceleração na China, o maior produtor, onde o crescimento da produção aquícola de apenas 2,2 % em 2017 e 1,6% em 2018 foram testemunhados, enquanto a produção combinada do resto do mundo ainda teve um crescimento moderado de 6,7% e 5,5%, respetivamente, nos mesmos dois anos (FAO, 2020).

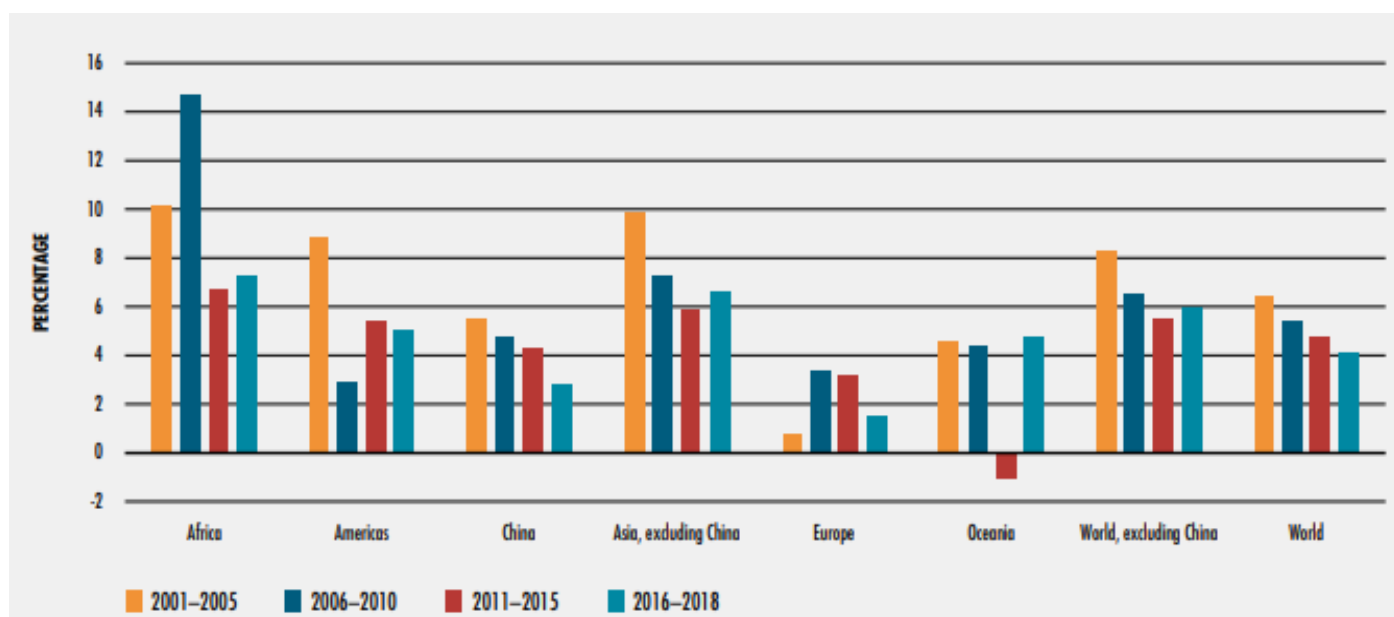


Figura 3 -Taxa de crescimento anual da quantidade de produção de peixes da aquacultura no novo milênio

Fonte: FAO, 2020

2.2. Consumo de peixe a nível mundial

Após a década de 1970, o consumo global aparente de pescado tem aumentado a uma taxa significativamente acima do crescimento da população mundial. Durante o período de 1961-2017, a taxa média de crescimento anual do consumo total de peixes foi de 3,1 %, ultrapassando a taxa de crescimento anual da população mundial, que é cerca de 1,6%. Em termos *per capita*, o consumo alimentar de pescado aumentou de 9,0 kg (equivalente em peso vivo) em 1961 para 20,3 kg em 2017, a uma taxa média de cerca de 1,5 % ao ano, enquanto o consumo total de carne cresceu apenas 1,1 % ao ano no mesmo período. A expansão do consumo tem sido impulsionada não apenas por aumentos na produção, mas também por uma combinação de muitos outros fatores que são os seguintes:

- Desenvolvimentos tecnológicos no processamento, na cadeia de frio, no transporte e na distribuição;
- Reduções das perdas e desperdícios;
- Maior consciência dos benefícios para a saúde dos peixes entre os consumidores.

Nos países desenvolvidos, o consumo aparente anual de peixe aumentou de 17,4 kg per capita em 1961 para o pico de 26,4 kg per capita em 2007, e diminuiu gradualmente nos anos seguintes para 24,4 kg em 2017 (ver Tabela 1). Nos países em desenvolvimento, o valor correspondente é menor, embora tenha crescido significativamente de 5,2 kg em 1961 para 19,4 kg em 2017, a uma taxa média anual de 2,4 %. O valor *per capita* ao longo dos anos devido ao aumento de procura de produtos piscícolas por parte do consumidor (FAO, 2020).

Tabela 1 - Consumo total e aparente de pescado por região e grupo económico do ano 2017

Região	Consumo total de pescado (milhões de toneladas em peso vivo equivalente)	Consumo de pescado per capita (kg/ano)
Mundo	152,9	20,3
África	12,4	9,9
América do Norte	8,1	22,4
Ásia	108,7	24,1
Europa	16,1	21,6
Oceânia	1,0	24,2
Países desenvolvidos	31,0	24,4
Países em vias de desenvolvimento	12,4	12,6

Fonte: FAO (2017)

O domínio da aquacultura nos mercados globais de peixes tem implicações significativas para a distribuição e consumo dos mesmos (ver Figura 4). A produção aquícola permite um maior controlo sobre os processos de produção comparativamente à pesca de captura e é mais propícia à integração vertical e horizontal nas cadeias de produção e abastecimento. Como resultado, a aquacultura expandiu a disponibilidade de peixes para regiões e países com acesso limitado ou nenhum acesso às espécies cultivadas, muitas vezes a preços mais baratos, levando a uma melhor nutrição e segurança alimentar. A expansão da produção aquícola, especialmente para espécies como camarão, salmão, bivalves, tilápia, carpa e bagre, resultando num aumento constante nas taxas de consumo *per capita* desses grupos de espécies nos últimos anos.

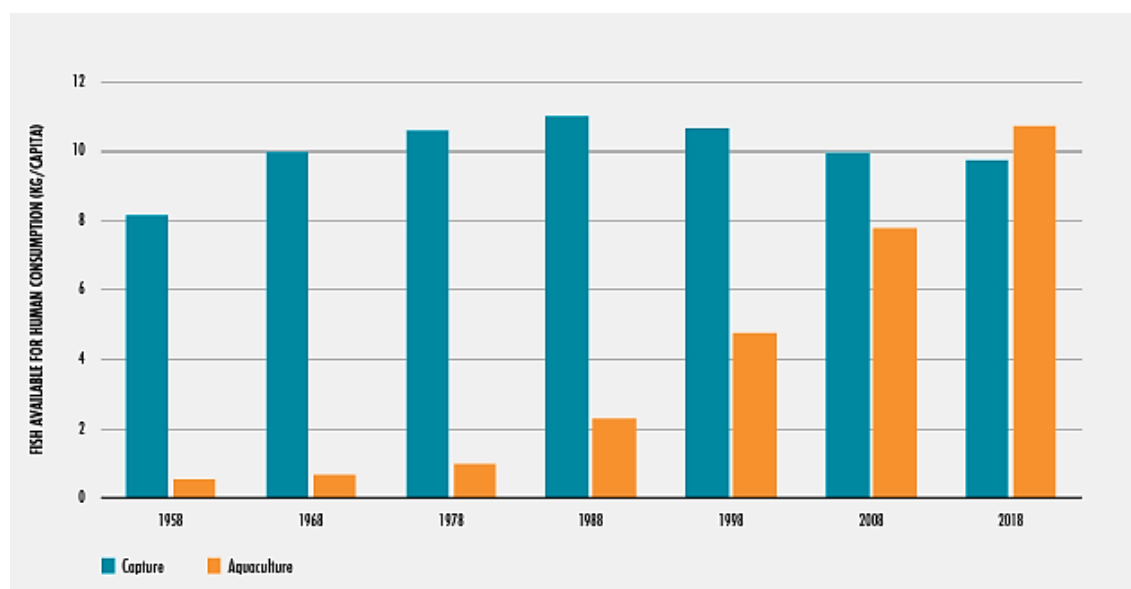


Figura 4 - Contribuição relativa da pesca de aquacultura e da pesca de captura disponível para consumo humano

Fonte: FAO (2020)

2.3. Composição nutricional do pescado

Nos países em desenvolvimento, o peixe é uma das fontes potenciais de proteína animal e nutrientes essenciais para a manutenção de um corpo saudável. Em comparação com outras fontes de proteína, os peixes são conhecidos por serem excelentes fontes de proteína, o que pode ser visto na composição de aminoácidos e na digestão da proteína. Os principais componentes do peixe são: água, proteínas, lípidos e quantidades vestigiais de hidratos de carbono, enquanto os seguintes minerais são encontrados frequentemente em peixes, tais como sódio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, enxofre, ferro, cloro, silício, manganésio, zinco, cobre, arsénico e iodo (Huss, 1988). O conhecimento da composição do pescado é essencial para o seu máximo aproveitamento. A composição nutricional dos peixes varia muito entre espécies e de um indivíduo para outro, dependendo da idade, ingestão de ração, sexo e mudanças sexuais relacionadas com a desova, ambiente e estação do ano (Tacon & Metian, 2013).

O peixe é um alimento com excelente valor nutritivo, que fornece proteínas e gorduras de alta qualidade e uma grande variedade de vitaminas e minerais. As proteínas, as gorduras, os minerais e as vitaminas são importantes micro e macronutrientes responsáveis por conferir um valor nutricional mais rico ao pescado.

O pescado é uma fonte de energia e proteína com alto valor biológico, e contribui para a ingestão de nutrientes essenciais, como iodo, selénio, cálcio e vitaminas A e D, com reconhecidos benefícios à saúde humana (Thorgilsson et al., 2010). Também fornecem ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa (ómega-3), nomeadamente o ácido eicopentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) e são um componente dos padrões alimentares associados à vida saudável. As proteínas e gorduras são os principais nutrientes dos peixes que determinam o seu valor nutricional.

As diretrizes europeias baseadas em alimentos recomendam ingerir, no mínimo, duas porções de peixe por semana para crianças mais velhas, adolescentes e adultos para garantir o fornecimento de nutrientes essenciais, especialmente ácidos gordos poliinsaturados de cadeia longa n-3, mas também vitamina D, iodo e selénio. Os produtos do mar fornecem as quantidades recomendadas na maioria dos países europeus, de ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa ómega-3 e contribuem para as necessidades de outros nutrientes essenciais, como vitamina D, iodo ou selénio (EFSA, 2014).

O peixe contém 15-20% de proteína em peso vivo total. A proteína do peixe contém aminoácidos essenciais que melhoram a qualidade nutricional do peixe. Em comparação com os animais terrestres, os peixes são uma fonte de nutrientes rica de proteínas e possuem um alto teor de ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa ómega-3 (Balami et al., 2019).

De acordo com a NDA (Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), o consumo semanal de produtos do mar deve ser cerca de 1-2 porções e para grávidas 3-4 porções, sendo associado a melhorias nos resultados funcionais do neurodesenvolvimento em crianças em comparação com o não consumo dos mesmos (EFSA, 2014).

2.3.1. Proteína

Cerca de 60% das pessoas que residem em países em desenvolvimento dependem de peixes para mais de 30% do seu aporte em proteína animal. O peixe contém todos os aminoácidos essenciais, incluindo aminoácidos que contêm enxofre: cisteína e metionina, que estão ausentes nas proteínas vegetais. Relata-se que o músculo do peixe é mais digerível do que outras proteínas animais devido ao tecido conjuntivo. A proteína do peixe é a principal responsável pela construção e reparação dos tecidos musculares (Balami et al., 2019).

2.3.2. Ácidos Gordos

A composição dos ácidos gordos em peixes varia de acordo com fatores como a espécie, a dieta e fatores ambientais como a temperatura, a estação do ano, a localização geográfica e se o peixe é selvagem ou de aquacultura. Os peixes, na sua composição lipídica, contêm ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa (PUFA) com três ligações duplas, como o ácido eicosopentaenoico (EPA) e o ácido docosahexanoico (DHA), também denominados de ômega-3. A ingestão de PUFA tem sido considerada importante na nutrição humana, saúde e prevenção de doenças (EFSA, 2014). Os ácidos gordos ômega-3 têm vários efeitos na saúde humana: diminui a taxa de enfarte do miocárdio, reduz a pressão arterial e a concentração de triglicerídeos no sangue. Os lípidos dos peixes mostraram um efeito positivo na prevenção de certas doenças, como as doenças cardiovasculares. Sabe-se que os ácidos gordos ômega-3 encontrados em peixes com alto teor de gordura são essenciais para o crescimento das crianças e previnem doenças cardíacas coronárias. O DHA é importante para o cérebro e neurodesenvolvimento ideal em crianças e, por outro lado, o EPA ajuda a melhorar a saúde cardiovascular (Balami et al., 2019).

2.3.3. Minerais

O peixe é muito rico em minerais como o iodo e o selênio. O iodo é um nutriente importante para a saúde e o desenvolvimento humano, sendo os produtos do mar amplamente reconhecidos como uma rica fonte deste mineral. O aumento da produção aquícola, no entanto, resultou em mudanças nos ingredientes da ração que afetam a qualidade nutricional do produto final. O iodo em ambientes aquáticos é naturalmente incorporado em organismos, principalmente marinhos, em altas concentrações. O pescado, portanto, é comumente considerado como a fonte mais rica de iodo na dieta humana, além de fornecer outros nutrientes essenciais benéficos à saúde e ao desenvolvimento humano (Sprague et al., 2002). O selênio é um micronutriente importante em humanos, mas pode ser tóxico em grandes doses. Atua na forma de selenoproteínas como cofator para reduzir as enzimas antioxidantes, como a glutathione peroxidase. Baixos níveis de selênio podem levar ao risco de enfarte do miocárdio e ao aumento da taxa de mortalidade provocado por doenças cardiovasculares e também tem

sido relacionado ao aumento do risco de cancro e doenças renais. Além do leite e produtos lácteos, os peixes também são uma boa fonte de cálcio (Ca), que é importante para a densidade óssea. Os íons de cálcio (Ca^{2+}) desempenham papel na maior parte dos processos metabólicos. O pescado também é rico em ferro, que é um componente importante para a síntese de hemoglobina nas hemácias, que ajuda a transportar oxigênio para todas as partes do corpo. A deficiência deste mineral pode causar anemia, ou função cerebral prejudicada (Balami et al., 2019).

2.3.4. Vitaminas

Todas as vitaminas essenciais para a saúde humana estão presentes no pescado, mas a concentração disponível pode variar de acordo com a espécie de peixe. O peixe é uma fonte importante de vitamina A e D, e várias vitaminas do grupo B. Muitos alimentos são naturalmente deficientes em vitamina D. A vitamina A ajuda no crescimento normal, formação de ossos e dentes, construção de células e também previne problemas de visão e ajuda no tratamento de muitas doenças oculares. A vitamina D em peixes é encontrada na forma de vitamina D3 (Colecalciferol) que também é a mesma forma produzida na pele a partir do 7-desidrocolesterol quando exposta à luz ultravioleta e que demonstrou ter um potencial 3 vezes maior em comparação com forma D2 (Ergocalciferol). A deficiência de vitamina D leva a raquitismo, baixa densidade mineral óssea e aumento dos casos de quedas nas pessoas. Também está relacionado com a diabetes. A deficiência de vitamina D exacerba osteopenia, osteoporose e fraturas em adultos. Os peixes e óleos de peixe são alimentos que contêm vitamina D naturalmente, tal como as plantas e os animais terrestres, incluindo o ser humano (Balami et al., 2019).

2.4. Qualidade do pescado

As boas práticas de manipulação e armazenamento no mar e em terra são elementos essenciais na gestão da qualidade do pescado e na obtenção do máximo retorno nos mercados nacional e internacional. Definir a qualidade do peixe, no entanto, não é assim tão simples. O processo inclui a compreensão e avaliação de uma série de fatores, muitos dos quais dependem das preferências do mercado, tais como: espécie, tamanho, método de captura, condição sazonal e frescura (Towers, 2015).

A frescura é um dos principais atributos para a avaliação da qualidade do pescado, indica o grau das várias alterações físico-químicas, bioquímicas e microbiológicas nos peixes. Tradicionalmente, a avaliação da frescura do peixe tem sido baseada em métodos sensoriais, físicos, químicos e microbiológicos. As características sensoriais do peixe inteiro são claramente visíveis para os consumidores e a análise sensorial tem sido usada para avaliar a perda de frescura. A qualidade do pescado diminui após a morte devido à deterioração microbiológica e a reações químicas, como alterações nas frações proteicas e lipídicas e formação de aminas biogénicas. Alguns indicadores de deterioração têm sido usados para avaliar a qualidade do pescado, tais como o azoto básico volátil total (AVBT), a trimetilamina (TMA) (Yongxia et al., 2016).

A textura da carne do peixe é um indicador também importante para avaliar a frescura do peixe. A textura do músculo do peixe é baseada em muitos fatores biológicos

intrínsecos, tais como estilo muscular, colagénio e teor de gordura. Algumas enzimas autolíticas e ações microbiológicas que tornam o músculo menos elástico e mais macio são ativadas após a morte dos peixes. Além disso, a perda de textura dos produtos da pesca durante o armazenamento também está associada à degradação enzimática de proteínas musculares.

O Método do Índice de Qualidade (QIM, Quality Index Method), corresponde à avaliação dos atributos sensoriais considerados significativos através de um sistema de classificação (de 0 a 3). A soma dessas classificações determina a qualidade sensorial de um peixe, específico para cada espécie, que no limite corresponde à total falta de qualidade, isto é, é impróprio para consumo humano e que se obtém a partir da análise sensorial de pescado cozinhado por um painel de provadores treinados (Esteves & Aníbal, 2007).

O odor é também um dos principais parâmetros de qualidade porque o cheiro do peixe muda rapidamente de acordo com o grau de frescura. Portanto, os principais gases voláteis que contribuem para esse odor característico podem ser usados como indicadores de qualidade. Estes compostos voláteis, em peixes podem ser produzidos por meio de reações enzimáticas, da oxidação lipídica ou de ações microbianas durante o armazenamento, e também podem ser desenvolvidos como consequência de contaminações ambientais. A deterioração dos produtos do mar é geralmente acompanhada pela alteração dos perfis dos compostos voláteis. As características do perfil volátil dos produtos do mar durante o armazenamento podem fornecer informações biológicas muito mais úteis do que o único volátil, como o TMA (Trimetilamina). Como resultado, as características voláteis e os principais compostos voláteis podem ser medidos e indicar a informação efetiva para avaliação da frescura de produtos do mar durante a sua vida útil (Xu et al., 2016).

A cor desempenha um papel na estrutura social, bem como na defesa dos peixes na natureza. Os peixes dependem muito da visão como fonte de informação sensorial. Como é o caso em muitos outros grupos de animais, as cores do corpo dos peixes são predominantemente dependentes da presença de células especiais na pele, chamadas cromatóforos. Existem quatro grupos principais de pigmentos que podem ser usados para dar cor a essas células: melaninas, carotenoides, pteridinas e purinas. As melaninas são responsáveis pela coloração escura observada nos peixes. Os carotenoides, que são lipossolúveis, dominam conferindo as tonalidades de cor amarelas e vermelhas. As pteridinas são compostos solúveis em água e resultam numa coloração brilhante como os carotenoides. As pteridinas desempenham um papel pequeno na coloração quando comparadas aos carotenoides. Nos compostos purínicos, a guanina predomina, e grandes quantidades de guanina podem ser encontradas na pele prateada da barriga da maioria das espécies de peixes. Esses compostos básicos podem ser combinados com outros componentes, como proteínas, para produzir as faixas de cores azul, violeta e verde observadas nos peixes. No músculo do peixe, os carotenoides são o pigmento dominante.

2.5. O pregado (*Psetta maxima*)

O pregado é um peixe plano, bentônico, habita o fundo do mar, e vive em zonas costeiras. Os peixes planos são únicos porque o crânio é assimétrico, com os dois olhos voltados para o mesmo lado da cabeça (Oregon Department of Fish and Wildlife, 2021). No estado de larva, o pregado apresenta um rosto simétrico, o que significa que se parece com a maioria dos peixes com um olho de cada lado do corpo. À medida que um peixe chato se torna adulto, um olho migra através da sua cabeça para o topo do corpo, mas a sua boca permanece no mesmo lugar – dando a estes peixes a sua aparência lateral distinta. Terminando a metamorfose do olho, o peixe coloca o seu lado cego no fundo arenoso. A sua coloração acastanhada ajuda-o a camuflar-se com o ambiente arenoso, deixando-o à espera da sua próxima refeição (Greenhalgh, 2017). A identificação de um peixe plano é efetuada tendo em conta o formato do arco na linha lateral e a presença ou ausência de um ramo dorsal acessório para a linha lateral e coluna anal. Mas existem outras características físicas importantes tais como o tamanho da boca, os dentes, o formato do corpo e a crista entre os olhos (Oregon Department of Fish and Wildlife, 2021).

O pregado pertence à ordem *Pleuronectiformes*. Os pleuronectiformes são únicos entre os peixes por serem assimétricos, entre eles estão o pregado e o linguado. São fortemente comprimidos, com ambos os olhos no mesmo lado quando atingem a fase adulta (Gutherz, 2022). Em todo o mundo existem mais de 500 espécies de peixes planos, divididos em 6 ou 7 diferentes famílias. Os peixes planos incluem o linguado, o pregado, o alabote, a solha, entre outros (Oregon Department of Fish and Wildlife, 2021).

O pregado, cujo nome científico é *Psetta maxima* é uma espécie marinha bentónica, que vive em fundos arenosos e lamacentos, de águas com cerca de 100m de profundidade. Os indivíduos mais jovens tendem a viver em áreas mais rasas. São seres carnívoros, os alevins alimentam-se de moluscos e crustáceos e os adultos principalmente de peixes e cefalópodes. A desova ocorre geralmente entre fevereiro e abril no Mediterrâneo, e entre maio e julho no Atlântico. Os ovos têm uma única gota de gordura. As larvas são inicialmente simétricas, mas no final da metamorfose, o olho direito move-se para a esquerda, dando origem à assimetria.



Figura 5 – Pregado

2.6. Dieta do pregado

Na indústria da aquicultura, a formulação de dietas de elevado valor nutricional, biologicamente funcionais e ecologicamente corretas está a ser a nova tendência deste mercado. Nesse sentido, investigadores e indústrias de ração trabalham em conjunto em diferentes abordagens e técnicas diferentes para minimizar o uso de altos níveis de proteína, melhorando a qualidade da proteína da dieta e os níveis de energia (Khan et al., 2019).

A gestão cuidadosa do regime de alimentação é importante para o sucesso da aquicultura. Para reduzir o desperdício da ração nos tanques, o uso eficiente da ração pode ser monitorizado e deve estar em conformidade com os níveis estabelecidos nos padrões de certificação. Os indicadores usados podem incluir o índice de conversão alimentar, que expressa a quantidade de ração que um animal requer para ganhar um quilograma de peso corporal (Davis, 2015). A eficiência energética é tecnicamente definida como o valor das saídas dividida pelo valor das entradas de energia. Na aquicultura, seria definido como por unidades de ganho divididas por unidades de entrada de ração, ou eficiência de conversão alimentar (ECA). Essa nomenclatura é usada principalmente em publicações científicas, mas para relatórios na indústria, a nomenclatura normalmente usada é a taxa de conversão de ração (TCR), que define as unidades de ração necessárias para produzir uma unidade de ganho de peso.

A proteína é um nutriente essencial na dieta, afeta diretamente o crescimento dos peixes, a ingestão da ração e os custos de alimentação. As suas quantidades insuficientes nas dietas causam redução do crescimento e uma ingestão de ração desregulada, enquanto as suas quantidades excessivas tornam a dieta desequilibrada e podem resultar em custos extras de alimentação e poluição da água (Khan et al., 2019). Portanto, é necessário controlar a qualidade proteica das dietas para alcançar dietas equilibradas e sem aumentar os custos da alimentação e o nível de poluição. A exigência de proteína depende de espécie para espécie. As dietas que são ricas em proteína necessitam de energia suficiente para serem metabolizadas adequadamente, e tem sido recomendada como uma importante abordagem para melhor aproveitamento da proteína disponível, aumentando a utilização da proteína e reduzindo o fornecimento extra de azoto e, conseqüentemente, a poluição aquática (Khan et al., 2019). As proteínas são compostos orgânicos que apresentam azoto na sua constituição, compostas por longas cadeias de aminoácidos, que são compostos metabólicos necessários e são usados como fonte principal de energia ou para síntese de aminoácidos, sendo um componente essencial na dieta de todos os animais.

Os peixes, como outros animais, sintetizam proteínas a partir de aminoácidos e estes podem ser separados em aminoácidos essenciais, que são aqueles que os animais não conseguem sintetizar e os não essenciais, aminoácidos que são sintetizados a partir de outros compostos. Dos 20 aminoácidos encontrados nas proteínas, dez são essenciais (arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina) e oito são não essenciais (alanina, asparagina, ácido aspártico, glutamina, ácido glutâmico, glicina, prolina, serina) e dois são condicionalmente indispensáveis (cistina, tirosina) para os peixes (Khan et al., 2019). A cistina e a tirosina são consideradas condicionalmente indispensáveis devido ao fato de poderem ser

sintetizadas exclusivamente a partir da metionina e da fenilalanina, respectivamente, o que significa que não é necessário o fornecimento destes aminoácidos se os seus precursores estiverem presentes nas quantidades certas. É necessário calcular a quantidade de proteína animal que a dieta deve conter. Farinha de peixe, subprodutos de origem animal, farinha de sangue, subprodutos de pescado estão entre as mais importantes fontes de proteína animal utilizadas na dieta dos peixes. A qualidade da proteína varia de acordo com a fonte e seu teor de aminoácidos, o método de preparação e conservação, e a farinha de peixe é a melhor fonte de proteína animal, pois contém grandes quantidades de todos os aminoácidos essenciais em comparação com outras fontes (Alkandri, 2006). É importante atender a uma exigência dietética mínima de proteína em peixes, de maneira a garantir um bom crescimento.

Os lípidos da dieta são geralmente considerados boas fontes de energia e de ácidos gordos essenciais que são necessários para o bom crescimento e desenvolvimento dos peixes. A utilização de lípidos em relação aos hidratos de carbono como fonte de energia não proteica é geralmente considerada mais eficiente por ser um nutriente rico em energia e metabolizado pelos peixes (Khan et al., 2019). A fração lipídica é atualmente ferramenta de estudo devido ao seu alto teor de ácidos gordos polinsaturados de série ômega-3, que têm demonstrado potenciais benefícios para a saúde humana, principalmente na prevenção de doenças cardiovasculares (Aubourg et al., 2007).

O rápido crescimento da indústria da aquacultura e o aumento da procura por farinha e óleo de peixe como as principais fontes de proteínas e lípidos na alimentação de peixes, gera uma preocupação relativamente à necessidade de aumento de produção dos mesmos. Os altos preços de mercado e os altos custos de produção da farinha de peixe mais obrigam a indústria aquícola a procurar alternativas mais baratas, eficazes e mais sustentáveis. Nas últimas décadas, têm sido feitos esforços substanciais para explorar o uso de proteínas vegetais como substitutos da farinha de peixe em muitas espécies de peixes e atualmente a sua utilização é amplamente aceite como um ingrediente válido em rações aquáticas (Gatlin et al., 2007).

Foram realizados muitos ensaios para desenvolver dietas com baixo teor de farinha de peixe promovendo um ótimo desempenho dos peixes com altas taxas de eficiência alimentar, com qualidade aceitável do produto final (Conceição et al., 2012). O bem-estar e a saúde animal deve ser um dos principais indicadores quando se utilizam fontes alternativas de farinha e óleo de peixe (Conceição et al., 2012). A relação entre a formulação da ração e o bem-estar dos peixes está a receber cada vez mais atenção com referência à sustentabilidade da indústria de rações e à ética das produções aquícolas (Li et al., 2009). De acordo com a bibliografia, o uso de dietas com proteínas vegetais pode ter diferentes implicações na saúde e bem-estar dos peixes, dependendo da espécie e das fases de desenvolvimento, bem como da origem, processamento, composição nutricional, fatores anti nutricionais e quantidade de ingredientes vegetais utilizados (Glencross et al., 2007).

Nas últimas décadas, têm sido analisadas várias alternativas para potenciais substitutos da farinha de peixe, como por exemplo as proteínas vegetais. Foram avaliadas e testadas quanto à sua adequação na aquacultura. A utilização de culturas agrícolas nas rações promove uma competição entre a aquacultura e a agricultura, e isso pode ter efeitos

na disponibilidade e preços destes recursos agrícolas que também são utilizados para consumo humano, e por isso há a necessidade de procurar fontes alimentares que não estão presentes na cadeia alimentar humana. Devido a este fato, proteínas animais processadas (PAP), insetos, organismos unicelulares e algas (micro e macroalgas) têm sido submetidos a vários estudos nos últimos anos para avaliar a sua adequação no sentido de serem incluídos em rações para aquacultura (Olsen, 2011).

De acordo com um estudo publicado no livro “Aquaculture Nutrition”, foi avaliado o efeito da substituição da farinha de peixe por uma mistura de fontes de proteínas vegetais, em dietas experimentais, no desempenho de crescimento e bem-estar de alevins (pregado em estado juvenil). A mistura de proteínas vegetais apresentou na composição: glúten de trigo, farelo de soja e concentrado proteico de soja. Foi escolhida a mistura com o objetivo de reduzir os potenciais efeitos negativos dos fatores anti nutricionais e fornecer um perfil de aminoácidos mais adequado. De acordo com os autores deste estudo foi a primeira vez que esta combinação de ingredientes foi utilizada num teste de alimentação de pregado (Fournier et al., 2004). Neste estudo, foram avaliados: o crescimento, índices de nutrição, stress, parâmetros metabólicos e imunológicos, de forma a realizar uma avaliação abrangente da adequação de ingredientes de proteínas vegetais como substitutos das farinhas de peixe para garantir um bom desempenho e bem-estar dos peixes. Este estudo permitiu saber que é possível substituir farinha e óleo de peixe em dietas de pregado. E de acordo com um estudo publicado no jornal “Aquaculture International” conduzido por (Hoerterer et al., 2022) também foi avaliado o efeito da substituição da farinha de peixe (Controlo) por PAPs (proteínas animais processadas) e por proteínas vegetais terrestres. Segundo os dados experimentais deste estudo observou-se que a utilização de ingredientes alternativos não afetou o crescimento dos peixes ao longo do ensaio. Contudo, os peixes alimentados com proteínas de origem animal processadas apresentaram menor percentagem de gordura bruta na composição corporal e um pior rendimento na utilização do alimento, mas que os autores consideram que pode ser compensado com o custo mais baixo de produção da ração.

Tabela 2 - Formulação e composição das dietas experimentais

Ingredientes (g/kg)	Dietas experimentais			
	FM50	FM35	FM20	FM5
Farinha de peixe	500	350	200	50
Glúten de trigo	73	137	206	282
Farinha de soja	100	130	170	200
Proteína de soja	7'	140	200	250
Composição Proximal (%)				
Humidade	8,0	7,8	7,9	7,8
Proteína	50,9	49,5	50,4	5,2
Gordura	15,5	16,0	16,2	16,0
Cinza	8,2	6,9	5,9	5,1
Energia (MJ/kg)	20,4	20,3	20,6	20,5

Fonte: (Hoerterer et al., 2022)

3. Processamento do pregado na FLATATLANTIC

A tecnologia de processamento do pregado compreende várias etapas iniciando na recepção do pregado e terminando com a expedição do mesmo, conforme está apresentado na figura 5.

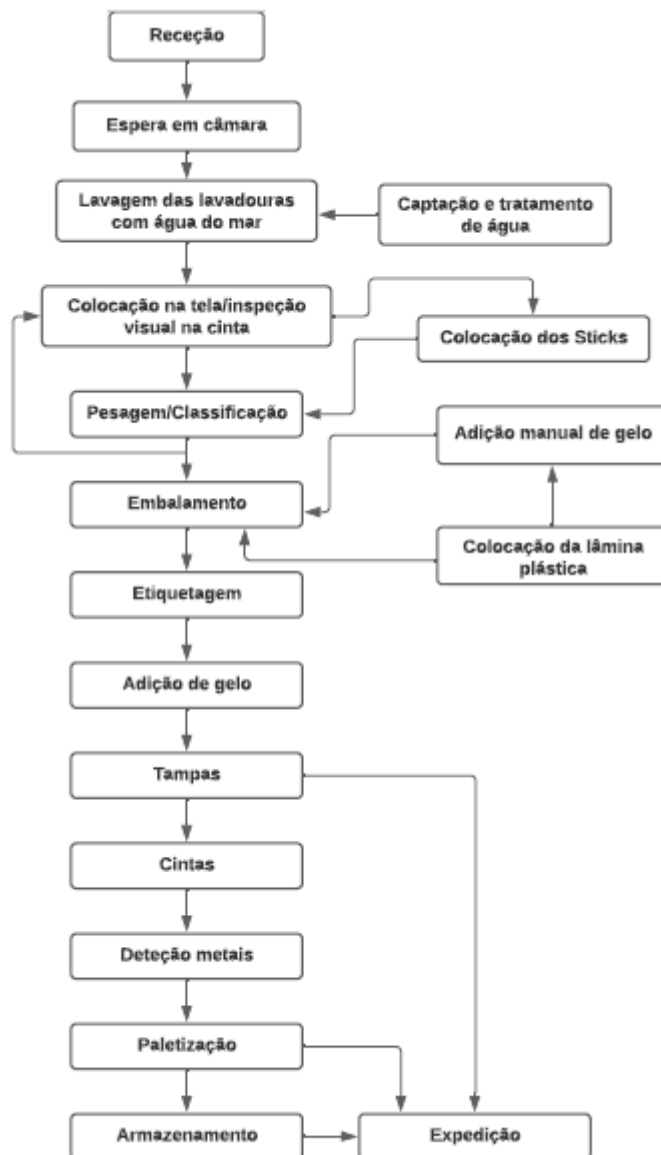


Figura 6 - Fluxograma de processamento do pescado

3.1.1. Receção

O peixe proveniente dos tanques de engorda, depois de abatido, deve permanecer um total de 4 a 6 horas em repouso.

É efetuada uma mistura de água e gelo nas tinas, de forma a garantir a que os peixes que se encontram no interior dos mesmos apresentem sempre temperaturas de refrigeração, rondando os 0 e os 4°C. O peixe depois de rececionado vai ficar em espera em câmara frigorífica e é efetuado um controlo de temperatura de cinco peixes em locais distintos do fundo da tina.

3.1.2. Espera em câmara

Os peixes ficam em espera em câmara frigorífica (0-4°C) até ao momento que as tinas são colocadas nas lavadoras para iniciar o processamento.

3.1.3. Lavagem das lavadoras com água do mar

Antes de o processamento ser iniciado as lavadoras são cheias com água do mar (ver Figura 6). Depois das mesmas estarem cheias são colocadas cerca de duas tinas (~ 600 kg) de gelo em cada uma. É medida a temperatura da água em ambas as lavadoras, que deve estar entre os 0 e os 2°C.

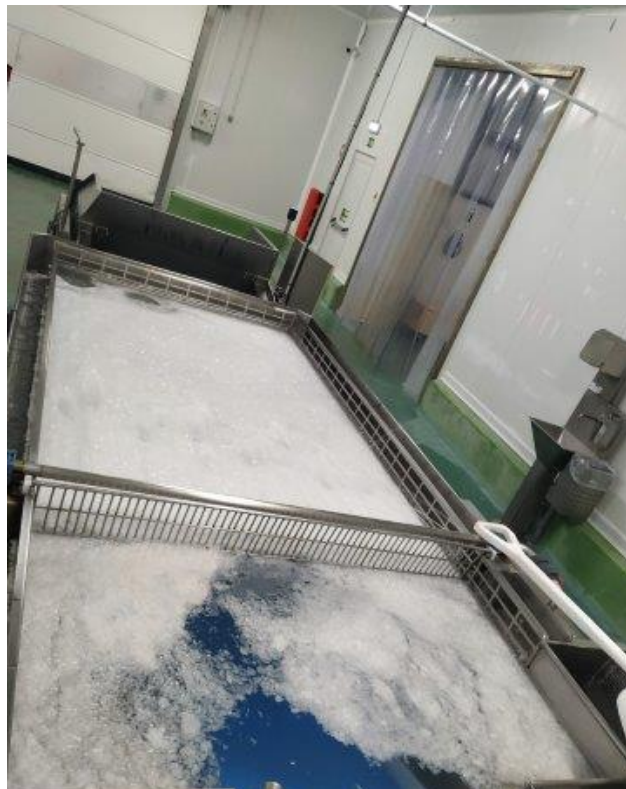


Figura 7 - Lavadora de água com gelo adicionado

3.1.4. Inspeção visual na cinta

Os peixes já colocados dentro da lavadoura são transportados em movimento ascendente por um tapete transportador (ver Figura 7). Nesta fase é efetuada uma seleção dos peixes, tendo em conta os critérios exigidos pelo cliente.

O peixe considerado conforme é aquele que não apresenta deformações; cuja mucosidade é transparente; a pigmentação é muito intensa; os olhos apresentam um globo ocular convexo, córnea transparente, pupila negra e brilhante, as brânquias apresentam uma cor vermelha brilhante e as lamelas perfeitamente separadas (ver Figura 8).



Figura 8 - Pregado a passar pelo tapete transportador



Figura 9 - Visualização das brânquias do pregado

3.1.5. Pesagem e Classificação

Depois da seleção os peixes passam ao longo de um tapete transportador e cada peixe é pesado e classificado automaticamente, com o auxílio de um software de programação (ver Figura 9). Os instrumentos usados são a balança automática e a classificadora, respetivamente. A balança fornece o peso de cada peixe em quilogramas (kg) e a

classificadora o calibre médio (0,4/0,6 kg; 0,6/0,8 kg; 0,8/1,0 kg; 1,0/1,5 kg; 1,5/2,0 kg; 2,0/2,5 kg; 2,5/3,0 kg; 3,0/4,0 kg; 4,0/5,0 kg; 5,0/6,0 kg) de cada peixe em quilogramas (kg). Depois da classificação é efetuado um controlo de qualidade a uma caixa aleatória. É controlada uma caixa por cada tonelada do mesmo lote, isto é, se um tanque tiver 4 toneladas, são controladas 4 caixas. Os critérios da qualidade de um peixe conforme estão descritos na etapa 3.1.4. e também é controlado o peso da caixa.



Figura 10- Controlo da qualidade do pregado por avaliação do visual

3.1.6. Embalamento

Nesta fase o peixe é encaminhado através dum programador para as respetivas portas, cada uma dessas portas apresenta uma caixa com um respetivo calibre, tendo em conta a informação apresentada pelo programador.

As caixas são fabricadas em poliestireno e existem três tamanhos diferentes: 3, 6 e 10 kg e cumprem toda a normativa regulamentar cujo fornecedor evidencia com documentação e ensaios de medição de migração de componentes aplicáveis à área alimentar. O material do qual é composto é possível reciclar.

3.1.7. Etiquetagem

É nesta fase que o peixe apresenta toda a informação respetiva à caixa onde se encontra. A etiqueta da caixa de pregado para cliente nacional apresenta o calibre, o nome científico do produto em vários idiomas, o peso total da caixa, a data de embalamento, a data de validade, o número de peças, o número da porta que o peixe saiu, o lote do tanque, a etiqueta de embalagem reciclável e a temperatura de conservação do peixe.

Tendo em conta esta etiqueta é possível manter a rastreabilidade do produto. No exemplo aqui apresentado, a informação refere que a caixa tem duas peças, com um peso de 7,64 e o calibre é de 3/4 kg. O lote do fabrico saiu da porta 6 da máquina classificadora, a data de embalagem foi no dia 09/02/2022 e a data de validade é 28/02/2022, por isso com um tempo de vida útil de 19 dias, acrescida de toda a outra informação em seis idiomas diferentes (ver Figura 10).

 32202003400		 	
ZONA DE PRODUÇÃO/PRODUKTIONSZONE/PRODUCTION AREA ZONA DI PRODUZIONE/ZONE DI PRODUZIONE/ZONA DE PRODUÇÃO Portugal/Portogallo		FECHA/DATUM/GATE DATUM/DATE/GATE 09/02/2022	
MÉTODO DE PRODUÇÃO/PRODUKTIONSMETHODE/PRODUCTION METHOD METODO DI PRODUZIONE/MÉTHODE DE PRODUCTION/METODO DE PRODUÇÃO de cria/in Aquakultur gewonnen/farmed/allevato/élevé/de aquicultura		CALIBRE/GRÖSSE/SIZE FEZZATURA/CALIBRE 3/4 Kg	
TEMPERATURE DE STOCKAGE PRESERVATION TEMPERATURE TEMPERATURA DE CONSERVAÇÃO TEMPERATURA DE CONSERVAÇÃO		LOTTE/LOGLIOT LOTTI/LOTA/LOTE M06223A132 GTIN 95600384591064	
NOME CIENTÍFICO / WISSENSCHAFTLICHEN NAMEN / SCIENTIFIC NAME / NOME SCIENTIFICO / NOM SCIENTIFIQUE / NOME CIENTIFICO Psetta maxima (TUR)		NOME COMERCIAL/NAMEN/COMMERCIAL NAME/NOME COMMERCIAL/NOM COMMERCIAL/NOME COMMERCIAL Rodaballo/Steinbutt/Turbot/Rombo Chiodato/Turbot/Pregado	
PESO NETO/NET GEMWICHT NET WEIGHT/PESO NETTO POIDS NET/PESO LÍQUIDO 7,64 Kg		PRESENTATION/AUßERACHTUNG/PRESENTATION PRESENTAZIONE/PRESENTATION/APRESENTAÇÃO Entero/Ganze/Whole/Entero/EntierPlein/Inteiro	
PIEZAS/STÜCKE/PIECES UNITI/UNITES/PEÇAS 00000002		PUERTA/TÜR/DOOR PORTA/PORTE/PORTA 6	
 (01)95600384591064(3102)000764(10)M06223A132		PONTUAÇÃO ACUINOVA Actividades Piscícolas S.A. Rua do Açúcar 581 3070-755 Praia de Mira Tel. +351231100100 Fax. +351231100104 email: info@acuinovalda.pt Consumir hasta/ Verbrauchen bis zu/ Consume up to/ Consumir até/ Consummer jusqu'à/ Da consumarsi entro il 28/02/2022	

Figura 11 - Etiqueta do pregado nacional

3.1.8. Adição de gelo

É adicionado gelo a cada caixa, de forma a manter o peixe numa temperatura perto do gelo fundente.

3.1.9. Colocação das tampas

São colocadas as tampas por cima de cada caixa, de maneira a manter a integridade do produto final e impedir a contaminação alimentar.

3.1.10. Colocação das cintas

São colocadas duas cintas em cada caixa para a mesma se encontrar devidamente selada, de modo a ser mais simples de a colocar na paleta (ver Figura 11).



Figura 12 - Caixa embalada e cintada

3.1.11. Detecção de metais

Nesta fase, é controlado (de forma contínua) se o produto apresenta a presença de corpos estranhos metálicos no interior de cada caixa com um detetor de metais.

3.1.12. Paletização

As caixas são colocadas em paletes e são organizadas, tendo em conta o calibre de cada uma. Como já foi referido anteriormente existem caixas de 3, 6 e 10 kg, e é possível ter um total de 80, 60 e 32 caixas em cada palete, respetivamente.

Todas as paletes são envolvidas com filme de plástico, de maneira a auxiliar a posterior colocação das mesmas no camião e também é colocado o nome do cliente em cada palete (ver Figura 12).



Figura 13 - Paleta para o cliente final

3.1.13. Armazenamento

O produto neste momento vai ser armazenado em temperatura de refrigeração (0-2°C) até ao momento de ser expedido.

3.1.14. Expedição

É neste momento que o produto vai ser transportado para o cliente final. Antes das encomendas serem transportadas para o camião é efetuado o controlo da temperatura de refrigeração do atrelado do camião e também se verifica o estado de limpeza que possam comprometer o correto acondicionamento e transporte do alimento.

4. Análise da qualidade e composição corporal do pregado

A FLATLANTIC realiza ensaios frequentes utilizando novas dietas e ingredientes com o objetivo otimizar o crescimento e a qualidade do pregado cultivado. No âmbito das atividades de investigação e inovação foi realizado um ensaio experimental que testou duas dietas diferentes, a Orange e a Blue. A dieta Blue é composta por ingredientes de origem marinha e é considerada como controlo e a dieta Orange foi produzida com proteínas animais terrestres transformadas (Mispeces, 2022). Após o ensaio nutricional, foi importante avaliar o impacto dessas dietas na composição corporal e organolética dos filetes de pescado produzidos, tendo sido esse um dos objetivos do presente trabalho. As análises realizadas foram importantes como ferramenta de estudo para avaliar o impacto

que provocam as duas diferentes dietas administradas, a Blue e a Orange na qualidade do pregado.

4.1. Materiais e métodos

4.2. Plano de amostragem

Os peixes foram alimentados com dois tipos de dietas, a Blue e a Orange, correspondendo 10 peixes à primeira e 10 peixes à segunda.

Foram capturados 20 pregados com calibres entre os 1,5 a 2,0 kg provenientes de 4 tanques diferentes (dois de cada dieta), sendo um total de 5 peixes por tanque. De cada peixe foram obtidos quatro filetes, correspondendo a um total de 40 filetes, sendo 20 dorsais e 20 ventrais. Após processamento, os filetes foram mantidos em caixas de polipropileno com gelo, durante 24h. Antes do início das análises foi medida a temperatura e os filetes encontravam-se entre 2 a 3°C em todas as caixas. As análises foram realizadas nos filetes sem pele. A zona ventral foi congelada e posteriormente liofilizada e foi usada para determinar a composição proximal (gordura, proteína) e a zona dorsal ficou em refrigeração e foi usada para medir a textura dos filetes crus e cozidos, a cor, a humidade e as cinzas.

4.3. Características físicas

4.3.1. Cor

A determinação da cor da pele dos filetes de pregado foi realizada através do colorímetro Minolta CR-200 (ver Figura 13). O método usado foi o CIE Lab, com uma lâmpada de deutério (D65) e com um observador padrão de 100. O equipamento indica para cada amostra o valor da luminosidade (L^*), o índice de vermelho a verde (a^*) e o índice de amarelo a azul (b^*). A luminosidade indica se a cor é clara ou escura, numa escala de 0 a 100. Os valores de a^* e b^* dizem respeito ao vermelho e amarelo respetivamente, e graficamente são representados pelas coordenadas x e y respetivamente. No primeiro quadrante do gráfico (0-90°) ambos os valores são positivos no eixo das ordenadas: a^* vermelho e b^* amarelo, enquanto $-a^*$ e $-b^*$ correspondem a azul e verde respetivamente.

Ao ligar o aparelho é necessário efetuar a sua calibração e posteriormente procedemos à leitura da cor da amostra, à temperatura ambiente, em três pontos diferentes da amostra, para que a medição da cor seja o mais precisa possível. Anotar o valor da cor final em triplicado e os resultados apresentados correspondem à média $\pm$ desvio padrão das medições efetuadas.



Figura 14 - Colorímetro Minolta CR-200

4.3.2. Textura

O equipamento utilizado para esta determinação é o analisador de textura Mycro Systems TA-XT Express, que é fornecido com uma sonda ou chapa de aço, com uma forma triangular chamada Warner-Bratzler de forma em V (ver Figura 14). Todas as amostras foram cortadas em forma de cubo com 1 cm de lado, de modo a facilitar o corte. O equipamento é ligado a um computador equipado com o software necessário para registrar as diferentes curvas e gráficos obtidos após cada teste. No início da análise, é realizada uma compressão forçada de uma seção da amostra usando a célula da Warner-Bratzler. Da resistência exercida pela amostra de pregado à força aplicada pela sonda, elabora-se uma curva, por meio da qual informações sobre o comportamento da amostra podem ser obtidas.

O parâmetro mais importante obtido a partir da curva é o valor da dureza, que pode ser definido como:

- **Firmeza em corte (N):** força máxima que o equipamento deve executar para cortar completamente a amostra.



Figura 15 - Texturômetro Mycro Systems TA-XT Express

4.4. Análises laboratoriais: composição nutricional

4.4.1. Humidade

Para a determinação da humidade a 105°C (AOAC method 934.01), os cadinhos foram colocados a secar numa estufa (Memmert, Alemanha) a 105°C durante 4 horas, sendo depois arrefecidos em exsiccador e pesados com o auxílio de uma balança analítica (Sartorix, Alemanha). Foram pesadas aproximadamente 2 gramas de amostra moída para cada cadinho, registando o peso dos cadinhos com a amostra. Os cadinhos foram posteriormente colocados numa estufa (Memmert, Alemanha) a 105°C durante 2 horas. Os cadinhos em conjunto com a amostra seca foram arrefecidos em exsiccador e posteriormente pesados (AOAC, 1997).

A percentagem da humidade é determinada de acordo com a seguinte expressão:

$$\% \text{ Humidade} = \frac{(M1 - M0) - (M2 - M0)}{(M1 - M0)} \times 100\%$$

M0: Massa do cadinho vazio.

M1: Massa do cadinho + amostra antes da secagem.

M2: Massa do cadinho + amostra depois da secagem.

4.4.2. Cinza

Para a determinação do teor de cinza (AOAC method 942.05), os cadinhos foram secados a 105°C numa estufa (Memmert, Alemanha) durante 2 horas, sendo depois arrefecidos em exsicador e foram pesados, com auxílio de uma balança analítica (Sartorix, Alemanha). Foram colocados cerca de 2 gramas de amostra previamente seca a 105°C nos cadinhos e pesou-se o conjunto. Durante 5 horas, os cadinhos com a amostra foram colocados numa mufla a 550°C e posteriormente arrefecidos num exsicador e pesados (AOAC, 1997).

A percentagem da humidade é determinada de acordo com a seguinte expressão:

$$\% \text{ Cinza} = \frac{(M3 - M0)}{(M2 - M0)} \times 100\%$$

M0: Massa do cadinho vazio.

M2: Massa do cadinho + amostra depois da secagem.

M3: Massa do cadinho com cinzas.

4.4.3. Gordura Bruta

Para a determinação da gordura bruta (AOAC method 954.02), foi usado o aparelho de Soxhlet (Behr Labor-Technik GmbH, Alemanha). Os balões de fundo redondo foram secados na estufa (Memmert, Alemanha) a 105°C durante 2 horas, foram arrefecidos em exsicador e posteriormente pesados, com auxílio de uma balança analítica (Sartorix, Alemanha) (ver Figura 15). Com um cartucho próprio, previamente tarado, foram colocadas aproximadamente 2 gramas de amostra previamente seca a 105°C e foram pesadas. O cartucho foi colocado no extrator de Soxhlet. No balão, foi colocado éter di-etílico (Panreac, Estados Unidos da América) até 2/3 da sua capacidade. O equipamento foi montado e procedeu-se à extração durante 24 horas. Após terminar o processo, o balão foi retirado do extrator Soxhlet, tendo o cuidado de recolher todo o solvente do aparelho e evaporar o mesmo com o auxílio de um evaporador rotativo (BÜCHI Labortechnik AG, Suíça). Posteriormente, o balão foi colocado na estufa (Memmert, Alemanha) a 105°C durante 2 horas, sendo arrefecido em exsicador e depois pesado (AOAC, 1997).

A percentagem da gordura bruta é determinada de acordo com a seguinte expressão:

$$\% \text{ Gordura Bruta} = \frac{M2 - M0}{M1} \times 100\%$$

M0: Massa do balão vazio.

M1: Massa da amostra seca.

M2: Massa do balão + amostra.



Figura 16 - Extrator de Soxhlet

4.4.3.1. Proteína bruta

Para a determinação da Proteína Bruta (AOAC method 976.05), foi usado o método de Kjeldhal. Foram pesadas 0,5 g de amostra previamente seca numa estufa (Memmert, Alemanha) a 105°C durante 2 horas e foi colocada num tubo de Kjeldhal. Foram adicionados 24 mL de ácido sulfúrico concentrado (Chem-Lab NV, Bélgica) e duas pastilhas de catalisador de cobre (PanReac AppliChem, Alemanha). Foram efetuados também dois ensaios de controlo, onde se adicionaram os mesmos reagentes, sem a adição de amostra. Os tubos foram colocados num Digestor de Kjeldhal (ver Figura 16) (VELP Scientifica, Itália) a 400°C durante 4 horas. Posteriormente permaneceram a arrefecer na hotte e foram adicionados 50 mL de água destilada. Uma solução de 50 mL de ácido bórico (Chem-Lab NV, Bélgica) e 8 gotas de indicador tashiro foram colocados num balão de erlenmeyer e, juntamente com o tubo de Kjeldhal, são colocados num Destilador de tubos Kjeldhal (ver Figura 17) (VELP Scientifica, Itália), que precede à adição de 50 mL de hidróxido de sódio a 40% (m/s) (JMGS - José Manuel Gomes dos Santos, Portugal). Foram recolhidos 250 mL de destilado no erlenmeyer que foi posteriormente titulado com uma solução conhecida de ácido clorídrico 0,1 M (Chem-Lab NV, Bélgica). Para os cálculos da proteína bruta foi considerado o fator de 6,25 (AOAC, 1997).

A percentagem da proteína bruta é determinada de acordo com a seguinte expressão:

$$\% \text{ Proteína Bruta} = \frac{14,01 \times [\text{HCl}] \times (V_{\text{HCl}} - V_{\text{Branco}})}{M_{\text{amostra}} \times 10} \times \text{Fator de conversão}$$

M_{amostra}: Massa da amostra (g).

V_{HCl}: Volume de HCl gasto durante a titulação (mL).

[HCl]: Concentração de HCl usada $\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)$.

Fator de conversão: 6,25



Figura 17 - Digestor de Kjeldahl



Figura 18- Destilador de Kjeldahl

4.5. Análise estatística

Para avaliar as diferenças significativas nos resultados obtidos, realizou-se a análise de variância pelo teste da ANOVA, utilizando um valor de $P < 0,05$. Quando se observaram diferenças significativas ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de comparação múltipla de Tukey. Nas tabelas e gráficos, os valores são apresentados sob a forma de médias $\pm$ desvio padrão acompanhadas de valores de probabilidade retirados das análises de variância. Em cada linha das tabelas, as médias com letras distintas são significativamente diferentes ($P < 0,05$). A análise de variância foi realizada utilizando o software IBM SPSS Statistics 27.

4.6. Resultados e Discussão

Qualidade é um conceito abrangente que pode ser definido como a magnitude em que um produto corresponde às necessidades e exigências do consumidor. No pescado, o consumidor valoriza a frescura, a segurança alimentar, as propriedades nutricionais, o sabor e a conveniência. A alimentação do peixe modela as suas características nutricionais, mas também pode influenciar as suas propriedades organoléticas. Neste trabalho estudou-se o efeito de duas dietas diferentes na composição corporal dos pregados, bem como nas características de textura e cor. Estas dois tipos de ração (Orange e Blue) estão a ser fabricados pela Sorgal e diferem na fonte de proteica utilizada. A dieta Blue é composta por ingredientes de origem marinha e é considerada como controlo e a dieta Orange foi produzida com proteínas animais terrestres transformadas (Mispeces, 2022). No final do ensaio nutricional, procedeu-se ao abate e à filetagem dos pregados. No processo de obtenção do filete é de extrema importância que o corte seja bem executado, de forma a permitir a obtenção de resultados laboratoriais desejáveis. Foram efetuadas duas pesagens diferentes: ao peixe inteiro e à carcaça do peixe + vísceras. O peixe inteiro foi pesado antes da preparação do filete e a carcaça + vísceras foi pesada após a preparação do mesmo. O calibre do peixe inteiro variou de 0,674 kg a 1,396 kg, enquanto o da carcaça + vísceras variou de 0,376 kg a 0,686 kg. Não se verificaram diferenças significativas nos pesos determinados, em ambas as dietas. O peso médio dos peixes em ambas as dietas foi 1,095 kg e o peso médio das vísceras, nos peixes das dietas Blue foi 0,59 kg e da dieta Orange foi 0,57 kg.

4.6.1. Caracterização das amostras refrigeradas

As análises efetuadas com os filetes de pregado refrigerados foram a cor, a textura, a humidade e as cinzas. As características sensoriais dos alimentos podem variar dependendo da qualidade da matéria-prima e da temperatura de armazenamento. Essas mudanças nas características sensoriais dos alimentos podem ser determinadas recorrendo a dispositivos instrumentais, bem como pela perceção de cor, tecido, paladar e olfato por meio dos sentidos humanos. A textura e a cor são ferramentas utilizadas para avaliar a frescura do pescado que deve ser mantido na faixa das temperaturas de refrigeração (0-4°C) até ser consumido. A humidade está relacionada com o teor de água

presente num alimento e as cinzas com a quantidade total de minerais presente nesse mesmo alimento. Uma amostra refrigerada é a melhor solução para analisar a humidade do peixe, porque neste ponto o peixe ainda não perde muita água. Os filetes obtidos foram mantidos em gelo de um dia para o outro até ao procedimento analítico em refrigerado.

4.6.1.1. Cor

A cor é o primeiro atributo de qualidade dos alimentos avaliado pelos consumidores e, portanto, é um importante componente da qualidade alimentar relevante para a aceitação no mercado. A medição rápida e objetiva da cor dos alimentos é necessária para o controlo da qualidade na aplicação comercial (Wu & Sun, 2013). No entanto, nem sempre os sentidos humanos podem facultar resultados precisos, uma vez que a mudança de cor nos alimentos é identificada subjetivamente. O consumidor inicialmente aceita ou rejeita um alimento tendo em conta a sua cor e outros atributos visuais (Sengör et al., 2019). A cor da pele dos peixes é um importante indicador de qualidade e afeta as decisões de compra. No entanto, o controlo do brilho na pele do peixe é fundamental para a medição da cor e a reflexão especular altera a cor percebida, portanto, o uso de luz polarizada é necessário para a medição precisa da cor nesses casos (Sengör et al., 2019). No presente trabalho, as coordenadas de cor foram determinadas nos filetes dorsal e ventral, sem pele. Os filetes também podem ser comercializados sem pele e seria interessante analisar a cor dos mesmos sem pele em cru e em cozinhado.

De acordo com a análise dos dados por tanque na tabela 3 é possível observar alguma variabilidade entre amostras de cada tanque, mas sem diferenças significativas, exceto para a cor azul (-b*) em que variabilidade entre tanques da dieta Blue é superior com os peixes do tanque 4 a apresentarem um tom mais azulado. Os peixes do tanque 4 apresentaram um tom com uma tendência ligeira para o verde uma vez que a coordenada de cor a* originou um valor negativo, mas como o desvio padrão foi elevado, as diferenças observadas não são significativas. Os peixes com o músculo dorsal que apresentam uma cor mais azulada (- b*) são provenientes do tanque 4.

Tabela 3- Valores médios de L*a*b* dos filetes dorsais de pregado refrigerados e alimentados com as dietas Orange e Blue com o respetivo desvio padrão

Área Dorsal													
Dieta Orange							Dieta Blue						
Cor	Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4			P
	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	
L*	48,86 ± 3,02	45,1	53,4	48,08 ± 2,60	43,0	52,5	50,83 ± 3,67	46,5	55,9	49,59 ± 3,42	45,1	56,0	0,279
a*	0,34 ± 0,41	-0,2	1,2	0,35 ± 0,46	-0,2	1,2	0,52 ± 0,58	-0,1	1,3	-0,09 ± 0,61	-1,3	0,7	0,076
b*	-6,47 ^{ab} ± 1,03	-8,2	-5,0	-6,77 ^{ab} ± 1,03	-8,8	5,4	-5,88 ^a ± 2,12	-7,9	-0,9	-8,81 ^b ± 0,99	-11,00	-7,7	0,000

A figura 19 representa os valores médios da luminosidade (L^*), o índice de vermelho (a^*) e o índice de amarelo (b^*) da zona dorsal dos filetes do pregado. Os valores médios de L^* , a^* e b^* não apresentam diferenças significativas entre os peixes de ambos os grupos, o que significa que a cor do peixe é muito similar nesta região e não foi alterada pela utilização de diferentes dietas.

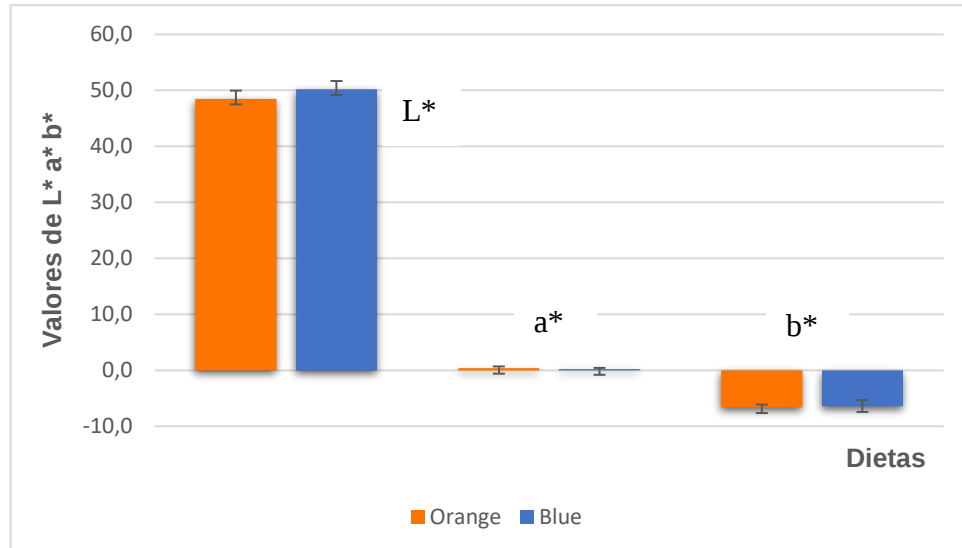


Figura 19 - Valores médios de L^* , a^* e b^* dos filetes dorsais de pregado das dietas Orange e Blue com os respetivos desvios padrão

A figura 20 representa os valores médios da luminosidade (L^*), o índice de vermelho (a^*) e o índice de amarelo (b^*) da parte ventral dos filetes do pregado, tendo em conta o desvio padrão como ferramenta de análise. Nos filetes ventrais, os valores médios luminosidade, a^* e b^* não são diferentes entre dietas. Analisando os valores por tanque observaram-se algumas diferenças. O valor de a^* mais alto é proveniente também do tanque 3, conferindo um tom significativamente mais avermelhado aos filetes quando comparados com o tanque 4, apresentando os peixes dos tanques 1 e 2 valores intermédios. O valor mais elevado de $-b^*$, mais azul, verificou-se no tanque 4, significativamente diferente dos tanques 3 e 1, embora todos os valores estejam no espetro do azul (valor negativo para a coordenada b).

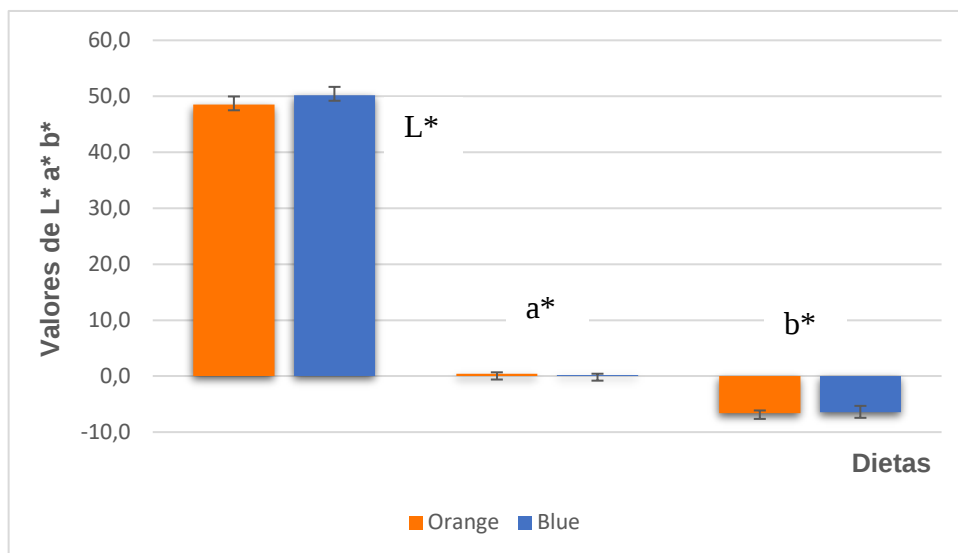


Figura 20 - Valores médios de L* a* b* dos filetes de pregado ventrais refrigerados com os respectivos desvios padrão

De acordo com um estudo efetuado na Universidade da Califórnia, os valores de L* a* b* de um grupo de controlo de filetes de pregado dorsais são respetivamente 55,4; -1,4 e -2,2 (Roth et al., 2010). De acordo com os dados obtidos da tabela 4, os valores de L* são um pouco mais elevados, os valores de a* são parecidos e os valores de b* são inferiores, mas no geral são bastante aproximados dos resultados verificados no presente trabalho.

Tabela 4 – Valores médios de L*a*b* dos filetes ventrais de pregado refrigerados com os respectivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue

Área Ventral													
Dieta Orange							Dieta Blue						
Cor	Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4			P
	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	
L*	48,92 ± 1,63	46,7	51,5	49,40 ± 2,14	46,2	52,0	49,69 ± 2,44	46,1	54,7	48,84 ± 2,03	45,1	56,0	0,771
a*	0,68 ^{ab} ± 0,48	0,3	1,6	0,64 ^{ab} ± 0,57	-0,3	1,3	1,22 ^b ± 0,72	-0,6	3,0	0,52 ^a ± 0,27	-1,3	0,7	0,029
b*	-5,85 ± 2,45	-8,4	-1,3	-6,46 ± 1,21	-7,7	-3,3	-6,16 ± 1,71	-7,9	3,4	-8,44 ± 0,64	-7,7	-3,3	0,005

4.6.1.2. Textura

A textura é considerada um dos atributos de qualidade mais importantes de peixes e carnes. Contribui para a aceitação do consumidor e, portanto, a comercialização do produto final (Chéret et al., 2007). A textura do peixe depende principalmente do teor de gordura e da quantidade de colagénio; no entanto, o amolecimento muscular pode ocorrer como resultado da degradação da proteína miofibrilar devido a processos microbiológicos e autólise iniciados na morte dos peixes (Tingting et al., 2012).

Segundo Roth et.al, o valor médio da dureza ao corte de uma amostragem de controlo de filetes de pregado abatidos nos meses de março, maio e junho foi de 92 N. Logo é possível concluir que os valores médios da firmeza dos filetes apresentaram

valores de textura foram inferiores ao encontrado nesse trabalho, que se encontram representados na tabela 5. As propriedades texturais do pregado de aquacultura mostraram que a força de corte foi maior nos períodos de menor crescimento, normalmente durante os meses de inverno e durante a maturação. Essas mudanças demonstram que o crescimento pode influenciar na textura dos peixes (Roth et al., 2010).

Tabela 5 – Valores médios da firmeza dos filetes de pregado refrigerados com os respectivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue

Textura (N)												
Dieta Orange						Dieta Blue						
Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4			P
$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	
36,41 ^{ab} ± 11,55	21,80	52,23	44,10 ^b ± 7,33	26,17	42,68	31,90 ^a ± 13,57	26,17	47,75	43,66 ^{ab} ± 5,52	34,70	52,13	0,034

Na tabela 6 estão descritos os valores médios, mínimos e máximos, desvio-padrão dos parâmetros da textura das amostras de pregado, assim como o respectivo nível de significância. Observa-se que os valores de firmeza em filetes cozidos a vapor são bastante mais elevados comparativamente com a firmeza em cru. Os pregados alimentados com a dieta Orange apresentaram valores médios de firmeza mais elevados, embora a variabilidade seja muito grande, portanto as diferenças não são significativas.

Tabela 6 – Valores médios da firmeza dos filetes de pregado cozidos com os respectivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue

Textura (N)												
Dieta orange						Dieta Blue						
Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4			P
$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	
101,81 ± 54,92	47,68	256,11	97,88 ± 48,42	64,78	211,52	68,02 ± 15,49	34,97	87,47	97,24 ± 26,23	54,42	143,53	0,318

A determinação da firmeza em corte do músculo do pregado refrigerado medida instrumentalmente está apresentada na figura 21. Não se verificaram diferenças significativas na firmeza ao corte entre os peixes das duas dietas. Ao analisar os valores de firmeza por tanque observou-se que os valores da firmeza das amostras dos tanques 2 são significativamente mais resistentes ao corte comparativamente com o tanque 3, ficando os tanques 1 e 4 com valores intermédios. Os valores de firmeza apresentam elevada variabilidade e, portanto, um elevado desvio padrão, dependendo muito da evolução do músculo durante e após o abate. No presente trabalho, esta variabilidade não é justificada pela diferente alimentação dos pregados.

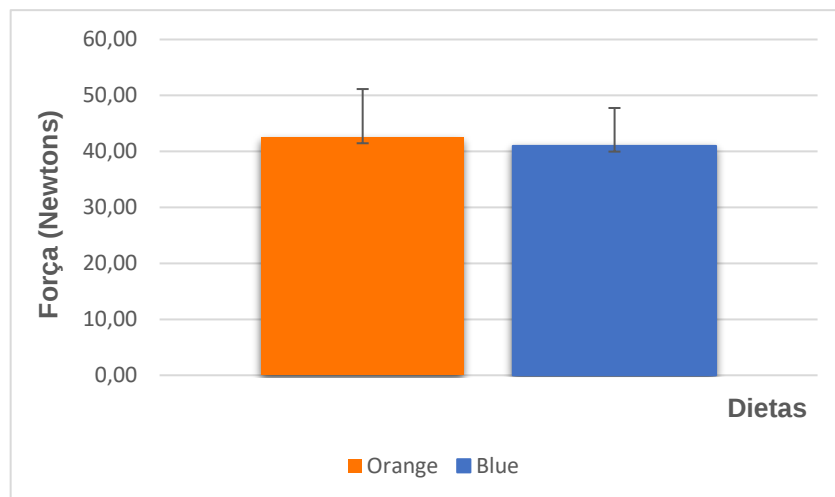


Figura 21 - Firmeza do músculo de pregado refrigerado com os respectivos desvios padrão

A determinação da firmeza em corte do músculo do pregado cozido medida instrumentalmente está apresentada na figura 22. É de salientar que os valores da firmeza ao corte das amostras alimentadas com a dieta Orange apresentaram valores superiores.

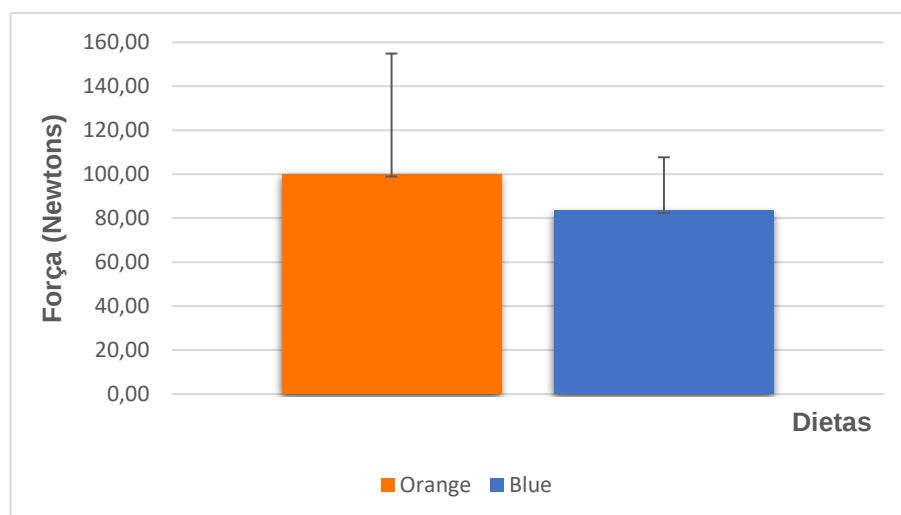


Figura 22- Firmeza do músculo de pregado cozido com os respectivos desvios padrão

4.6.1.3. Humidade

O teor de água no pescado é muito importante, visto que afeta a sua qualidade sensorial, estabilidade microbiológica, características físicas e vida útil. A determinação do teor de água é uma das análises mais frequentemente realizadas em alimentos, é não é uma tarefa fácil, pois os alimentos são matrizes muito complexas, geralmente compostas por uma mistura de substâncias polares (proteínas e carboidratos) e apolares (lípidos), exigindo, portanto, muito cuidado na preparação das amostras para análise. Por outro lado, a água pode estar presente nos alimentos em pelo menos três formas diferentes e com propriedades distintas, ou seja, água livre, adsorvida e ligada (Tavares et al., 2021). Portanto, esses dois fatores – a natureza da amostra e a da água – indicarão o método mais adequado para a determinação do teor de água de um alimento.

Segundo um estudo conduzido por Dong et al., o valor da humidade de uma amostra de um filete de pregado cru foi de 78,68% (Dong et al., 2018). Portanto, é possível deduzir que os filetes de pregado analisados estão dentro dos valores descritos na literatura. Na tabela 7 estão descritos os valores médios, mínimos e máximos, desvio-padrão da humidade dos filetes de pregado refrigerados, assim como o respetivo nível de significância. É possível concluir com 95% de confiança ($p < 0,05$) que os valores da humidade não apresentam diferenças significativas entre si.

Tabela 7 – Valores médios da humidade dos filetes de pregado refrigerados com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue

Humidade (%)												
Dieta Orange						Dieta Blue						
Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4			P
$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	
77,47 $\pm$ 0,23	77,08	77,82	77,79 $\pm$ 0,28	77,39	78,24	77,31 $\pm$ 2,69	72,36	79,33	77,87 $\pm$ 0,73	76,92	78,57	0,790

A figura 23 representa os valores médios da percentagem da humidade das amostras de pregado refrigeradas, tendo em conta o desvio padrão como ferramenta de análise. Os valores médios deste parâmetro são bastantes próximos entre si e não se observam diferenças entre dietas.

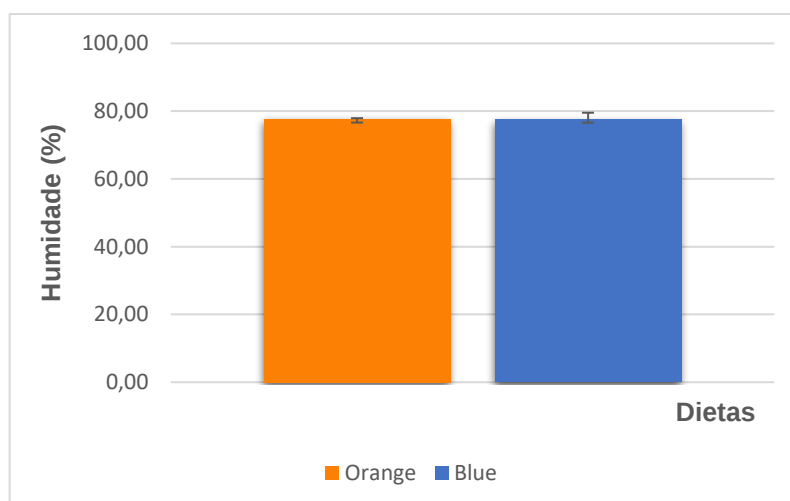


Figura 23 – Humidade dos filetes de pregado refrigerados com os respetivos desvios padrão (%)

4.6.1.4. Cinzas

O teor de cinzas inclui os minerais e a matéria não orgânica presente no pescado. As cinzas expressam a quantidade total de substâncias inorgânicas, incluindo macro elementos (cálcio - Ca, potássio – K, manganésio - Mg,) e microelementos (chumbo - Pb, mercúrio - Hg, cádmio - Cd selénio - Se, iodo - I, entre outros)

Este método consiste em oxidar toda a matéria orgânica duma amostra pesada do material por incineração e determinar o peso das cinzas restantes. É aplicável a peixes, produtos de pescado e outros materiais com baixo teor de carboidratos.

Na tabela 8 estão descritos os valores médios, mínimos e máximos, desvio-padrão do teor de cinzas dos filetes de pregado refrigerados, assim como o respetivo nível de significância. Não se verificaram diferenças entre as amostras dos tanques analisados.

Tabela 8 – Valores médios das cinzas em base seca dos filetes de pregado com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Blue e Orange (%)

Cinzas (%)												
Dieta Orange						Dieta Blue						
Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4			P
$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	
6,74 ± 0,37	6,29	7,37	6,98 ± 0,23	6,57	7,25	6,72 ± 1,05	4,69	7,43	6,99 ± 0,15	6,73	7,22	0,558

A figura 24 representa os valores médios da percentagem das cinzas das amostras de pregado refrigeradas, tendo em conta o desvio padrão como ferramenta de análise. Os valores médios de cinza são bastantes próximos entre si e não apresentam diferenças significativas entre os pregados das duas dietas experimentais.

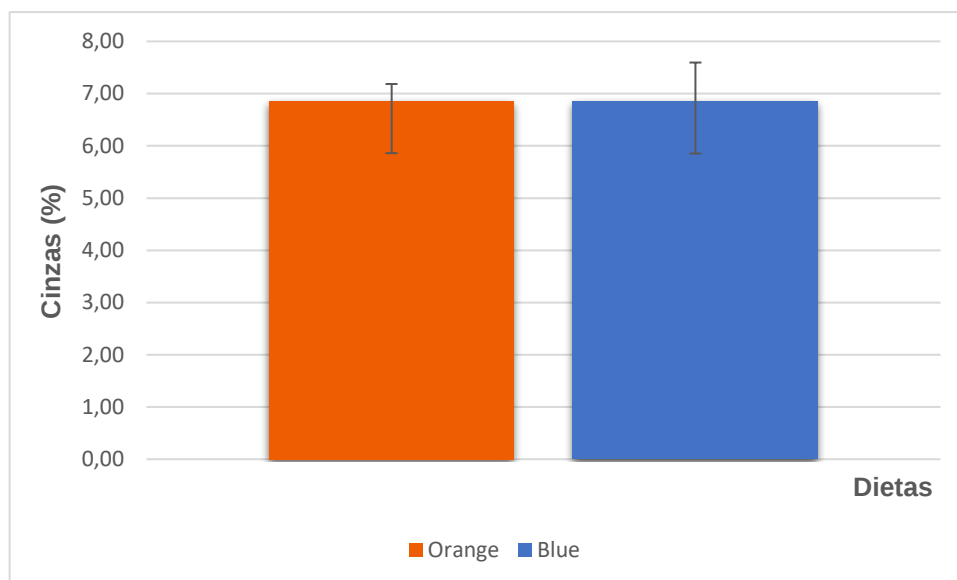


Figura 24 – Teor de cinzas em base seca dos filetes de pregado refrigerados com os respectivos desvios-padrão (%)

4.6.2. Caracterização das amostras liofilizadas

As amostras foram liofilizadas de forma a auxiliar na realização da análise da humidade. De acordo com o esquema de Weende (Nunes, 1998), segue-se a determinação das cinzas e posteriormente a determinação dos teores de gordura e proteína.

4.6.2.1. Gordura

Os peixes podem ser divididos em quatro grupos básicos em relação ao seu teor de gordura: magro (<2% de gordura), baixo teor de gordura (2-4% de gordura), meio-gordo (4-8% de gordura) e alto teor de gordura (>8% de gordura) (Huss, 1988).

A qualidade do pescado também pode ser afetada durante o armazenamento em diferentes temperaturas pela oxidação meio de odores e formação de peróxido lipídico ou por perda de sabor, textura, consistência e valor nutricional. Os metais de transição são ativadores primários do oxigénio molecular, levando à oxidação, que consiste na reação do oxigénio com as ligações duplas de ácidos gordos, principalmente de ácidos gordos polinsaturados (PUFAs), que são altamente suscetíveis à oxidação. A oxidação lipídica pode ocorrer enzimaticamente ou não enzimaticamente em peixes (Tavares et al., 2021).

A oxidação lipídica é relevante para a qualidade do pescado devido ao desenvolvimento de odores desagradáveis, principalmente em peixes gordurosos.

Normalmente, o grau de oxidação lipídica é dado por um valor de ácido tiobarbitúrico (TBA) que mede o teor de malondialdeído (MDA) que é formado pela reação com hidroperóxidos (produtos iniciais da oxidação lipídica) (Tavares et al., 2021).

Na tabela 9 estão descritos os valores médios, mínimos e máximos, desvio-padrão da gordura dos filetes de pregado liofilizados, assim como o respetivo nível de significância. Comparando com a literatura, os teores de gordura estão superiores aos analisados em pregado de aquacultura (14.8%) e selvagens (6.0%) (Busetto et al., 2008).

Tabela 9 – Valores médios da gordura em base seca dos filetes de pregado com os respetivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue

Gordura MS (%)												
Dieta Orange						Dieta Blue						
Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4			P
$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	
20,57 ^a $\pm$ 4,60	15,37	27,85	27,14 ^b $\pm$ 1,58	25,35	29,97	18,00 ^a $\pm$ 4,97	10,91	23,42	25,58 ^b $\pm$ 8,92	16,24	39,31	0,003

A figura 25 representa os valores médios da percentagem da gordura das amostras de pregado liofilizadas, tendo em conta o desvio padrão como ferramenta de análise. Os valores médios da gordura bruta apresentaram alguma variabilidade, mas, as diferenças não foram significativas entre dietas. Quando se efetua uma análise comparativa entre tanques, o teor de gordura é significativamente superior nos tanques 2 e 4 comparativamente ao tanque 3. Se considerarmos os valores em base húmida, os teores de gordura variaram entre 4.1 % (tanque 3) e 6.0 % (tanque 2), como se verificou na literatura (Busetto et al., 2008) em que um filete de pregado refrigerado tem o valor da gordura situado entre os 2 e os 10%.

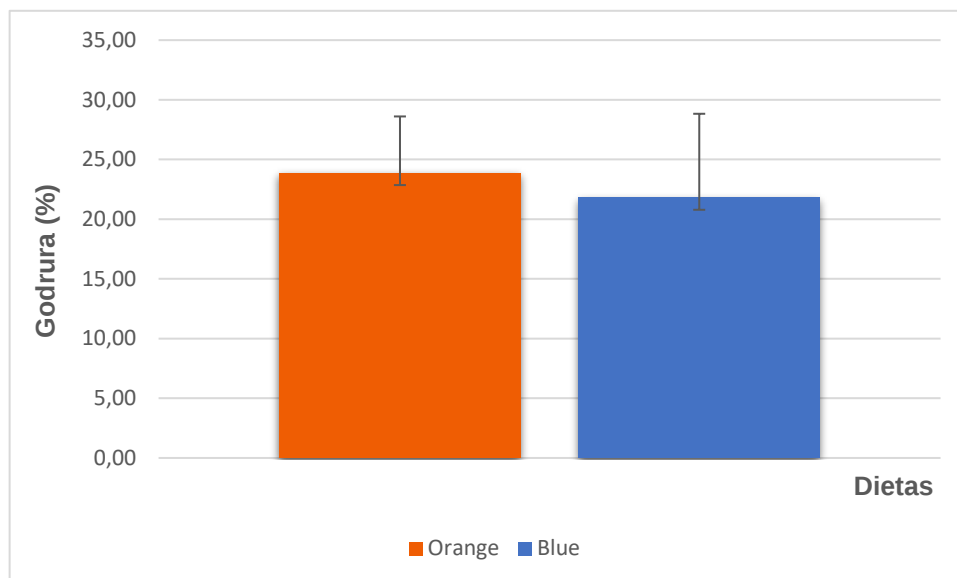


Figura 25 – Teor de gordura em base seca dos filetes de pregado liofilizados com os respectivos desvios padrão

4.6.2.2. Proteína

A proteína é o constituinte mais importante do pescado, que determina a seu valor nutricional, a salubridade e a sua qualidade. O teor de proteína no pescado depende da espécie, do tipo, da idade, da fase reprodutiva, entre outros fatores. As proteínas de pescado contêm todos os aminoácidos essenciais em boas proporções, o que melhora o valor nutricional. O músculo do peixe é altamente perecível e suscetível à degradação durante a manipulação, o processamento e armazenamento. A estabilidade proteica é uma das características mais importantes dos produtos processados de pescado, afetando a qualidade nutricional, digestiva e sensorial. As alterações nas proteínas podem levar à perda de aminoácidos essenciais, uma diminuição geral no valor nutricional e na funcionalidade e digestibilidade da proteína.

Os compostos azotados não proteicos formados durante a degradação das proteínas desempenham um papel significativo na determinação do sabor e cheiro dos produtos da pesca. Aminoácidos livres, peptídeos, bases purinas, ureia e óxido de trimetilamina (TMAO) são os principais componentes deste grupo químico. A manipulação e processamento pós-captura podem causar alterações nas proteínas devido à formação de compostos azotados não proteicos indesejáveis, como aminas biogénicas, azoto básico volátil total (TVB-N), trimetilamina (TMA), dimetilamina (DMA) e amónia. Portanto, é importante controlar e minimizar a formação desses compostos se os produtos forem destinados ao consumo humano (Nguyen et al., 2022).

Na tabela 10 estão descritos os valores médios, mínimos e máximos, desvio-padrão da gordura dos filetes de pregado liofilizados, assim como o respetivo nível de significância. Num estudo realizado por Martinez e colegas (Busetto et al., 2008), foram determinados teores de proteína superiores ao do presente estudo.

Tabela 10 – Valores médios da proteína em base seca nos filetes de pregado liofilizados com os respectivos desvios padrão e alimentados com as dietas Orange e Blue

Proteína MS (%)												
Dieta Orange						Dieta Blue						
Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4			P
$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm \sigma$	Mínimo	Máximo	
72,46 ^{ab} ± 3,85	66,31	76,8	66,15 ^a ± 2,05	63	68,76	74,27 ^b ± 5,45	69,43	82,02	67,44 ^a ± 8,55	54,4	76,33	0,003

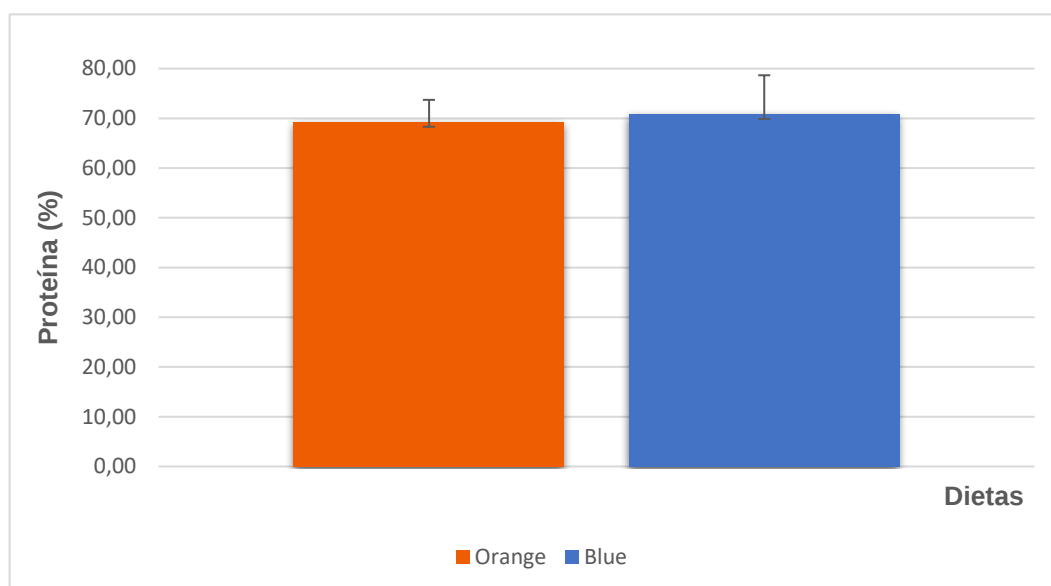


Figura 26 – Teor de proteína dos filetes de pregado em base seca por dieta com os respectivos desvios padrão

A figura 26 representa os valores médios da percentagem da proteína das amostras de pregado em base seca, tendo em conta o desvio padrão como ferramenta de análise. Não se verificaram diferenças significativas no teor de proteína entre os peixes das dietas Orange e Blue. Ao efetuar uma análise por tanque (tabela 9) encontra-se alguma variabilidade com a tendência oposta aos teores de gordura. O músculo de pregado do tanque 3 apresentou uma concentração proteica, significativamente superior aos valores determinados nos tanques 2 e 4. As amostras do tanque 3 são que apresentam maior valor médio proteico.

4.6.2.1. Composição proximal dos filetes de pregado

Na figura 27 está esquematizada a composição proximal dos pregados e a mesma não foi afetada pelos ingredientes das dietas experimentais. Verificou-se alguma variabilidade nos teores de proteína e gordura entre as amostras de alguns tanques, mas que não se refletiram em diferenças entre os dois tratamentos em estudo. Os valores determinados são próximos dos descritos na literatura (Busetto et al., 2008) refere valores um pouco superiores de proteína (20,16%) e de gordura (1,36%) em filetes de pregado de aquacultura.

O maior teor de lípidos em espécies cultivadas é influenciado por diferentes fatores, incluindo tipo de ração, ingredientes da dieta e maior consumo de energia. Normalmente, a ração comercial para pregado contém farinha de peixe, óleo marinho, trigo, glúten de

trigo e óleos vegetais. Esta ração pode ser comparada com a usada na dieta Blue. A composição proximal deste tipo de ração é de 14-16% de lípidos e 53-55% de proteína. A utilização deste tipo de dieta produz um aumento no nível lipídico nos peixes de aquacultura quando comparados aos peixes selvagens. Segundo (Busetto et al., 2008), as dietas ricas em lípidos aumentam o teor de gordura das vísceras e do filete no pregado. Essa diferença pode dever-se ao facto de a dieta Orange apresentar um maior teor lipídico na sua composição proximal.

À semelhança dos lípidos, o teor de proteína do pregado de aquacultura foi significativamente superior quando comparado com o pregado selvagem. A proteína é considerada uma componente bastante estável no corpo do peixe, dependendo essencialmente do tamanho dos peixes. O peso do tamanho dos peixes utilizados foi bastante homogêneo, portanto, as diferenças no teor de proteína devem-se à diferença de idades entre os pregados analisados (Busetto et al., 2008).

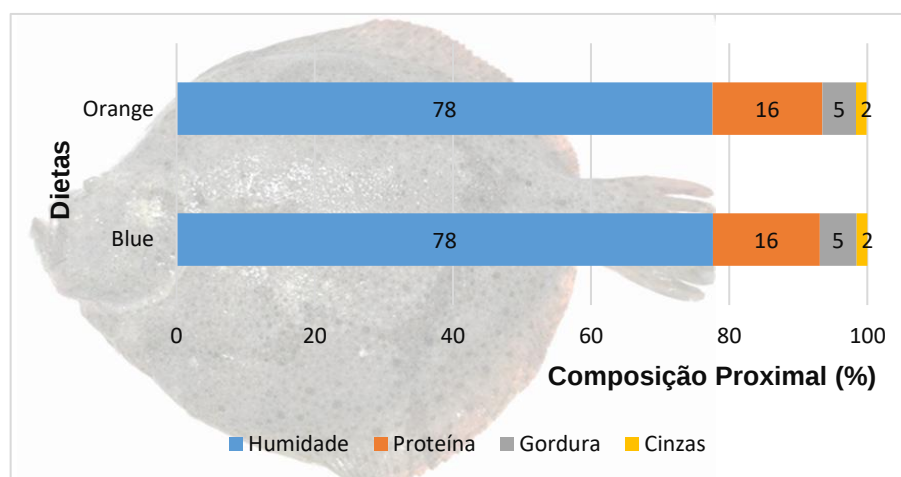


Figura 27 - Composição Proximal do Pregado por dieta (%)

4.7. Conclusão

A sustentabilidade da aquacultura a nível europeu, quer seja a nível económico ou financeiro, está relacionada com a capacidade de a indústria de alimentos compostos colocar no mercado das dietas “premium” rações de elevada qualidade, elaboradas de acordo com as exigências dos consumidores (Sorgal, 2016).

De acordo com alguns estudos foi possível saber que as rações de origem marinha têm vindo a ser substituídas por fontes proteicas de origem animal. Esta nova fonte de alimentação é uma nova tendência no mercado das rações para aquacultura e tem sido cada vez mais usada, com a finalidade de reduzir os custos de alimentação dos peixes e de reduzir a pressão sobre os recursos marinhos utilizados na produção de rações para animais aquáticos (Hoerter et al., 2022).

O objetivo deste projeto centra-se na substituição de fontes de origem marinha por proteínas de origem animal terrestres. Tendo em conta o objetivo formulado percebe-se

que não existe problema em utilizar estas fontes alternativas de proteína, visto que não se observaram diferenças entre as composições proximais das dietas Orange e Blue quando se substituí fontes de origem marinha por proteínas de origem animal terrestres. Em 2013, as PAPs (proteínas de animais processadas) foram reautorizadas na União Europeia sob regulamentos muito específicos que permitem o uso controlado de PAPs em rações aquáticas. A disponibilidade em grandes quantidades na União Europeia como subproduto da produção alimentar e o seu valor nutricional qualifica as PAPs como um ingrediente alimentar sustentável para peixes (Hoerterer et al., 2022).

O pregado é um peixe que requer altas exigências proteicas e lipídicas na sua alimentação. Verificou-se que a incorporação de proteínas de origem animal processadas não adulterou a composição proximal do pregado e o seu valor nutricional comparativamente com os pregados provenientes da dieta Blue que foram alimentados com fontes proteicas de origem marinha.

Tanto a nível de avaliação sensorial (cor e textura em cru), assim como a nível da composição proximal (textura em cozido) não foram verificadas diferenças significativas nas várias análises efetuadas. Foi possível verificar que os filetes dorsais e ventrais apresentaram uma coloração mais avermelhada (a^*) e azuladas ($-b^*$) comparativamente com filetes de pregado cozidos e que o músculo do pregado cozido a vapor apresentou uma textura mais firme que o músculo que não teve tratamento térmico, refrigerado a 2°C.

Em suma, podemos concluir que as dietas utilizadas não alteraram os principais parâmetros nutricionais e organoléticos do pregado.

5. Considerações finais

O cultivo de pregado em aquacultura era um tema que eu não tinha muito conhecimento científico e posso salientar que aprendi bastante sobre o tema em questão tanto a nível de transformação do pescado como a nível laboratorial.

A nível experimental consegui saber como variam os valores da composição nutricional do pregado, assim como as suas necessidades nutritivas. Com este estágio consegui enriquecer o meu conhecimento nas áreas de processamento, controlo da qualidade, da rastreabilidade e expedição de pescado.

O aspeto que considerado mais importante ao longo desta etapa foi a adaptação repentina que tive na FLATLANTIC, visto que gostei bastante do trabalho que efetuava diariamente.

As perspetivas para o futuro são terminar o mestrado e tentar encontrar um emprego na área da Engenharia Alimentar.

Também espero conseguir efetuar um Estágio Profissional numa empresa de aquacultura, visto que gostava de enriquecer ainda mais o meu conhecimento nesta área.

Bibliografia

- Alkandri, S. A. (2006). *Fish feed response to essential and nonessential amino acid supplementation for low crude protein diets*.
- AOAC. (1997). *Official methods of analysis of AOAC international*.
- Aubourg, P. S.; Losada, V.; Prego, R. (2007). Distribution of lipids and trace minerals in different muscle sites of farmed and wild turbot (*Psetta maxima*). *International Journal of Food Science and Technology*, 42(12), 1456. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01364.x>
- Balami, S.; Sharma, A.; Karn, R. (2019). Significance Of Nutritional Value Of Fish For Human Health. *Malaysian Journal of Halal Research*, 2(2), 32–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.2478/mjhr-2019-0012>
- Busetto, M.; Moretti, V.; Rojas, J.; Caprino, F.; Giani, I.; Malandra, R.; Bellagamba, F.; Guillou, C. (2008). Authentication of Farmed and Wild Turbot (*Psetta maxima*) by Fatty Acid and Isotopic Analyses Combined with Chemometrics. *Agricultural and Food Chemistry*, 56(8), 2743.
- Cassamo, A. I. (2012). Aquicultura em portugal, produção intensiva de pregado (*Psetta maxima*).
- Chéret, R.; Ladrat, C.; Anton, M.; Bagnis, V. (2007). Calpain and cathepsin activities in post mortem fish and meat muscles. *Food Chemistry*, 1474–1479. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.023>
- Conceição, L.; Aragão, C.; Dias, J.; Costas, B.; Terova, G.; Martins, C.; Tort, L. (2012). Dietary nitrogen and fish welfare. In *Fish Physiology and Biochemistry* (pp. 119–141). <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9592-y>
- EFSA. (2014). Scientific Opinion on health benefits of seafood (fish and shellfish) consumption in relation to health risks associated with exposure to methylmercury. *EFSA Journal*, 12(7), 3761. <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3761>
- Esteves, E.; Aníbal, J. (2007). Quality Index Method (QIM): utilização da análise sensorial para determinação da qualidade do pescado. In *Actas do 13º Congresso do Algarve*.
- Etherton, P. M. ; Harris, W. S.; Appel, L. J. (2002). Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease. *Circulation*, 106(21), 2747–2757. <https://doi.org/https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000038493.65177.94>
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. 13–80. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Fournier, V.; Huelvan, C. (2004). Incorporation of a mixture of plant feedstuffs substitute for fish meal in diets of juvenile turbot (*Psetta maxima*). In *Aquaculture* (pp. 451–465). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.01.035>
- Gatlin et al. (2007). Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. In *Aquaculture Research* (pp. 551–579). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x>

- Glencross, B.; Booth, B.; Allan, G. (2007). A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. In *Aquaculture Nutrition* (pp. 17–34). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00450.x>
- Greenhalgh, E. (2017). *Why the Sideways Face?* New England Aquarium. <https://www.neaq.org/blog/why-the-sideways-face/>
- Gutherz, J. (2022). *pleuronectiform*. <https://www.britannica.com/animal/pleuronectiform>
- Hoerterer, C.; Petereit, J.; Lanning, G.; Johansen, J.; Pereira, G.; Conceição, L.; Pastres, R.; Buck, B. (2022). Sustainable fish feeds: potential of emerging protein sources in diets for juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) in RAS. *Aquaculture International*, 30, 1483. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10499-022-00859-x>
- Huss, H. . (1988). Quality and quality changes in fresh fish. In *FAO Fisheries Series* (p. 348).
- Kifayat, K.; Rodrigues, A.; Mansano, C.; Queiroz, D.; Sakomura, N.; Romaneli, R.; Nascimento, T.; Fernandes, J. (2019). Dietary protein quality and proper protein to energy ratios: a bioeconomic approach in aquaculture feeding practices. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3856/vol47-issue2-fulltext-3>
- Li, P.; Mai, K.; Trushenski, J.; Wu, G. (2009). New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. In *Aminoacids* (pp. 43–53). <https://doi.org/10.1007/s00726-008-0171-1>
- Tinting, J.; Jianrong, L.; Wenzhong, H.; Xuguang, Z.; Xuepeng, L.; Zhao, J. (2012). Shelf-life extension of crucian carp (*Carassius auratus*) using natural preservatives during chilled storage. *Food Chemistry*, 135(1), 140–145. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.115>
- Mispeces. (2022). *Uma visita à Soja de Portugal: É assim que se fabrica a ração sustentável da marca AQUASOJA*.
- Nestlé. (2017). *The history of aquaculture*. <https://www.alimentarium.org/en/knowledge/history-aquaculture>
- Nguyen, H.; Hilmarisdóttir, G.; Tómasson, T.; Arason, S.; Gudjónsdóttir, M. (2022). Changes in Protein and Non-Protein Nitrogen Compounds during Fishmeal Processing—Identification of Unoptimized Processing Steps. *Processes*, 10(4), 621. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr10040621>
- Nunes. (1998). *No Title*. <https://sites.google.com/site/nutricaoanimaluesc/home/extra/segundo-credito/02---metodos-de-avaliacao-de-alimentos>
- Olsen, Y. (2011). Resources for fish feed in future mariculture. *Aquaculture Environment Interactions*. In *Aquaculture Environment Interactions* (pp. 187–200). <https://doi.org/https://doi.org/10.3354/aei00019>
- Oregon Department of Fish and Wildlife. (2021). *No Title*. Finfish Species. <https://www.dfw.state.or.us/mrp/finfish/sp/flatfish.asp>

- Roth, B.; Imsland, A.; Stien, L.; Smit, R.; Gunnarsson, S.; Foss, A. (2010). The influence of anaerobic muscle activity, maturation and season on the flesh quality of farmed. *Aquaculture International*, 18(3), 468–471. <https://doi.org/10.1007/s10499-009-9257-3>
- Sengör, G.; Balaban, M.; Topaloglu, B.; Ayvaz, Z.; Ceylan, Z.; Dogruyol, H. (2019). Color assessment by different techniques of gilthead seabream (*Sparus aurata*) during cold storage. *Food Science and Technology*, 39(3), 696–703. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/fst.02018>
- Sorgal. (2016). No Title. https://www.sojadeportugal.pt/pt/sobre/animal4aqua_1034/
- Sprague, M.; Choung, T.; David, C.; Givens, I. (2002). Iodine Content of Wild and Farmed Seafood and its estimated Contribution to UK Dietary Iodine Intake. *Nutrients*, 14(1), 195. <https://doi.org/https://www.mdpi.com/2072-6643/14/1/195>
- Tacon, A.; Metian, M. (2013). Fish Matters: Importance of Aquatic Foods in Human Nutrition and Global Food Supply. *Fisheries Science*, 21, 22.38. <https://doi.org/10.1080/10641262.2012.753405>
- Tavares, J.; Martins, A.; Fidalgo, L.; Lima, V.; Amaral, R.; Pinto, C.; Silva, A.; Saraiva, J. (2021). Fresh Fish Degradation and Advances in Preservation Using Physical Emerging Technologies. *Foods*, 10(4), 780. <https://doi.org/10.3390/foods10040780>
- Thorgilsson, B.; Nunes, M. L.; Gunnlaugsdóttir, H. (2010). Review of evidence for the beneficial effect of fish consumption. In *Iceland Food and Biotech R & D* (pp. 3–5).
- Towers, L. (2015). *Brill, Halibut and Turbot: A Guide to Handling and Quality*. The Fish Site.
- Vázquez, J.; Amado, J.; Sotelo, C.; Sanz, N.; Martín, R.; Valcárcel, J. (2020). Production, Characterization, and Bioactivity of Fish Protein Hydrolysates from Aquaculture Turbot (*Scophthalmus maximus*) Wastes. *Biomolecules*, 10(2), 310. <https://doi.org/10.3390/biom10020310>
- Villanueva, R.; Souto, J. (2009). *Psetta maxima* (Linnaeus, 1758). Psetta Maxima. https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/en/en_turbot.htm
- Wu, D.; Sun, W. (2013). Colour measurements by computer vision for food quality control-A review. *Trends in Food Science & Technology*, 29(1), 5–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.08.004>
- Yongxia, X.; Liu, Y.; Zhang, C.; Li, X.; Yi, S.; Li, J. (2016). No Title. *International Journal of Food Properties*, 19(1), 196–209. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1022260>