

Estágio na aquacultura Safiestela

Diogo Miguel Martins da Silva

2025

Estágio Curricular na aquacultura Safiestela

Diogo Miguel Martins da Silva



Relatório de estágio realizado sob a supervisão da Safiestela Site Manager
Marta Oliveira e orientação da Professora Teresa Baptista

Agradecimentos

Um especial agradecimento à minha família, à minha mãe, pai e irmã por todo o apoio, carinho e encorajamento durante todos o trajeto acadêmico e em especial durante esta etapa, que sem eles não seria possível.

À Marta Oliveira e ao Pedro Campos pela ótima introdução e recepção na empresa e por sempre se demonstrarem disponíveis e prontos para auxiliar com qualquer dúvida ou problema que surgisse.

Aos meus colegas de estágio Mário e Pedro por toda a ajuda e bons momentos passados no decorrer do estágio.

A todos os colegas da Safiestela por me receberem carinhosamente e pela paciência, alegria e suporte que me transmitiram durante toda esta etapa.

Resumo

Com o desenvolver da população mundial há também o aumento do alimento que esta consome, e a consciencialização e procura de uma alimentação mais saudável leva ao aumento da procura de peixe, o que resulta na necessidade de uma alternativa mais sustentável à pesca tradicional. Desta problemática surge a oportunidade da aquacultura se desenvolver como a forma sustentável para suprimir esta necessidade crescente.

Este estágio foi realizado no âmbito do mestrado em aquacultura na Safiestela - Sustainable Aqua Farming Investments, S.A, localizada na Estela, Póvoa de Varzim, e pertencente ao grupo Sea Eight. Esta instalação, por ser uma maternidade, realiza todo o ciclo do linguado senegalês (*Solea senegalensis*), iniciando na reprodução de modo a obter ovos viáveis até à sua fase juvenil, mantidos na pré-engorda até serem transportados para uma das três engordas do grupo Sea Eight.

Esta empresa destaca-se ainda por ser uma produção intensa de linguado em sistema fechado, através do uso de RAS (Recirculating Aquaculture System), possibilitando não só oferecer as condições ideais para o crescimento, como também é uma opção sustentável ao efetuar o tratamento da água utilizada e recirculação da mesma de modo a minimizar os gastos de água e impactos ambientais que o uso excessivo da mesma teria.

O estágio teve uma duração de 1680 horas, iniciando a 5 de setembro de 2024 até 10 de julho de 2025, tendo como objetivo a prática dos conhecimentos obtidos durante o mestrado, bem como adquirir competências do ambiente profissional. Para tal, foi proporcionado a participação nas rotinas de todas as secções, podendo manipular e preparar o alimento vivo para ser fornecido às larvas até o manuseamento do linguado para ser transportado até a engorda. Foi ainda permitido a participação na introdução do sistema aquaManager - Hatchery, que se revelou uma excelente ferramenta para uso diário e manter a rastreabilidade durante toda a produção.

Palavras-chave: Aquacultura, Safiestela, RAS, *Solea senegalensis*

Abstract

With the growth of the world's population, there is also an increase in the amount of food it consumes. The growing awareness and demand for healthier diets has led to a higher demand for fish, which in turn creates the need for a more sustainable alternative to traditional fishing. From this issue rises the opportunity for aquaculture to develop as the sustainable way to meet this increasing demand.

This internship was carried out as part of the master's degree in aquaculture at Safiestela - Sustainable Aqua Farming Investments, S.A., located in Estela, Póvoa de Varzim, and part of the Sea Eight group. This facility, being a hatchery, completes the entire life cycle of the Senegalese sole (*Solea senegalensis*), starting with reproduction to obtain viable eggs, all the way to the juvenile stage, where they are kept in pre-ongrowing until being transported to one of Sea Eight group's three grow-out farms.

This company also stands out for its intensive production of sole in a closed system, using RAS (Recirculating Aquaculture System), which not only allows for ideal growth conditions, but it's also a sustainable option by treating and recirculating the water used, thereby minimizing water consumption and the environmental impacts that excessive water use it would have.

The internship lasted for 1680 hours, starting on the 5 of September 2024, and ending on July 10, 2025, with the aim of putting into practice the knowledge acquired during the master's program, as well as gaining skills in a professional environment. To this end, participation in the routines of all sections was provided, from handling and preparing live feed for the larvae to handling the sole for transport to the grow-out farms. I was also allowed to participate in the introduction of the aquaManager - Hatchery software, which proved to be an excellent tool for daily use and for maintaining traceability throughout the whole production process.

Keywords: Aquaculture, Safiestela, RAS, *Solea senegalensis*

Índice

Resumo	4
Abstract	5
1. Introdução.....	8
1.1- Aquacultura na atualidade.....	8
1.2- Aquacultura em Portugal	9
1.3- Biologia do linguado <i>Solea senegalensis</i>	13
1.4- Estado da aquacultura de <i>Solea senegalensis</i> em Portugal.....	14
2. A empresa: Safiestela S.A.....	15
2.1- Reprodutores.....	16
2.2- Sala de Incubação	17
2.3- Larvário.....	18
2.4- Alimento Vivo.....	19
2.4.1- Sala dos rotíferos.....	20
2.4.2- Sala da Artémia	21
2.5- Desmame 1.....	23
2.6- Desmame 2.....	25
2.7- <i>Nursery</i>	26
2.8- Pré-Engorda.....	27
3.- Sistema de Recirculação em Aquacultura (RAS).....	29
3.1- Remoção de Sólidos	30
3.2- Compostos Azotos	31
3.3- Desinfecção	32
4.- <i>Aqua Manager</i>	33
5.- O Estágio	34
6.- Análise Crítica	36
7.- Conclusão.....	37
Bibliografia.....	38

Índice de Figuras

Figura 1- Produção global de pescado por capturas e produção global por aquacultura (FAO, 2024)	9
Figura 2- Consumo de kg de peixe per capita no ano de 2024 na União Europeia (EUMOFA 2024)	10
Figura 3- Produção da Aquacultura (DGRM em INE, 2025)	11
Figura 4- Estatísticas da aquacultura em Portugal (DGRM em INE 2025)	12
Figura 5- Volume das espécies produzidas em Portugal (DGRM em INE, 2025).....	12
Figura 6- Linguado senegalês (<i>Solea senegalensis</i>)	13
Figura 7- Mapa com localização das instalações, previamente à abertura da Aquacria Lagifal .	15
Figura 8- Diferentes salas no piso inferior e superior da secção dos reprodutores	16
Figura 9- Incubadoras utilizadas.....	18
Figura 10- Tanques larvares.....	19
Figura 11-Sala dos rotíferos e respetivos tanques de cultivo	21
Figura 12-Sala de cultivo de artémia	22
Figura 13-Tanques utilizados no desmame 1	24
Figura 14-Tanques utilizados no desmame 2, demonstrando também as redes colocados nas saídas de água.	25
Figura 15-Nursery e tanques utilizados.....	26
Figura 16- Pré-engorda.....	28
Figura 17-Camiões utilizados para o transporte para as unidades de engorda	28
Figura 18- Esquema representativo de um RAS (Aich et al., 2020)	29
Figura 19- Filtro de tambor	30
Figura 20-Protein skimmer	31
Figura 21-Processo de nitrificação (FAO).....	31
Figura 22-Biofiltro.....	32

1. Introdução

1.1- Aquacultura na atualidade

Com o desenvolvimento da humanidade e da sua capacidade tecnológica, houve um aumento da população mundial e, conseqüentemente, no aumento da necessidade de obtenção de alimentos. Este facto é exemplificado pelo aumento do consumo *per capita* de alimentos de origem aquática, que passou de 9,1 kg em 1961 para 20,7 kg em 2022 (FAO, 2024). Com este crescimento significativo no consumo, o recurso intensivo à pesca tradicional apresenta uma ameaça, levando ao declínio das espécies e dos seus respetivos ecossistemas, tornando esta prática bastante insustentável (OECD Review of Fisheries, 2025).

Para responder a esta crescente necessidade alimentar, destaca-se a aquacultura, atividade que consiste na produção de organismos aquáticos em ambientes controlados. Esta pode ser subdividida em regimes extensivos, semi-intensivos e intensivos, os quais se distinguem pelo grau de controlo das condições ambientais (como os parâmetros da água) e dos fatores de produção (como a densidade populacional e a gestão da alimentação), aumentando progressivamente do regime extensivo para o intensivo, com o objetivo de maximizar o crescimento e minimizar as mortalidades.

Tendo em conta estas características, a aquacultura revelou-se uma indústria importante, sendo responsável pela produção de cerca de 185 milhões de toneladas em 2022. Deste total, aproximadamente 89%, o equivalente a 164,6 milhões de toneladas, foram destinados ao consumo humano. Conforme ilustrado na Figura 1, a aquacultura foi responsável por cerca de 57% do total de organismos aquáticos consumidos mundialmente (FAO, 2024).

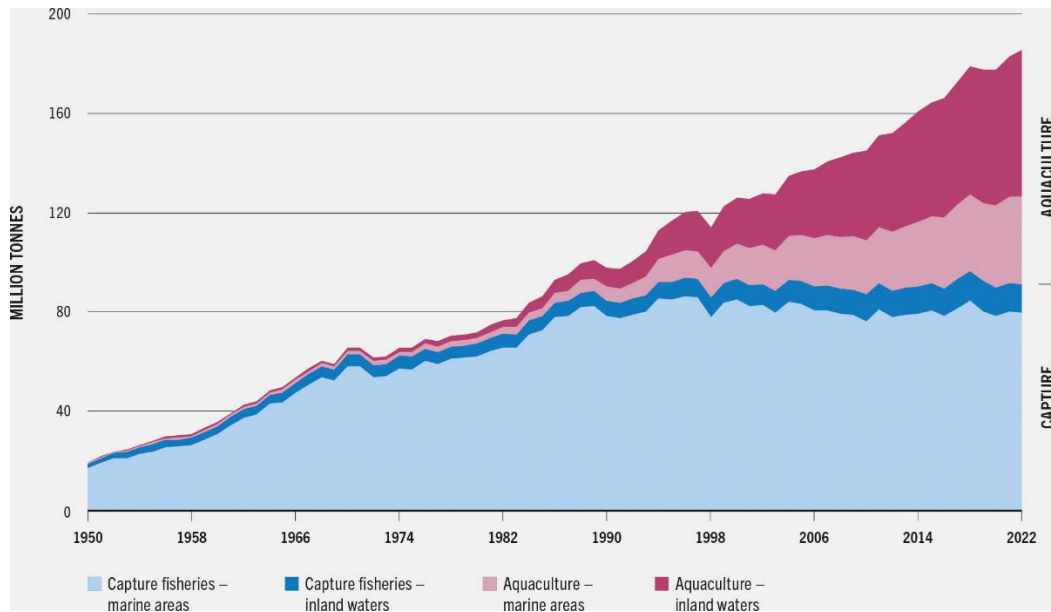


Figura 1- Produção global de pescado por capturas e produção global por aquacultura (FAO, 2024)

Na mesma figura é possível observar que, devido aos impactos negativos associados, a pesca tradicional manteve-se relativamente constante desde 1990, com valores entre os 86 milhões e 94 milhões de toneladas. Em contraste, a produção de aquacultura tem demonstrado um forte crescimento desde cerca de 1950, registando um desenvolvimento contínuo. A única exceção ocorreu entre 2019 e 2020, período em que se verificou uma estagnação atribuída à pandemia de COVID-19 (FAO, 2024).

1.2- Aquacultura em Portugal

Portugal caracteriza-se por possuir uma extensa linha costeira e, conseqüentemente, um vasto território marítimo. Estes fatores contribuíram historicamente para o desenvolvimento de diversas comunidades piscatórias que dependiam fortemente da pesca como atividade económica principal. Esta tradição reflete-se também nos hábitos alimentares da população portuguesa, que é uma das maiores consumidoras de peixe da União Europeia (UE). Em 2020, Portugal registou o maior consumo *per capita* de peixe na UE, com um valor anual de aproximadamente 54,54 kg por habitante (EUMOFA, 2024) (Figura 2).

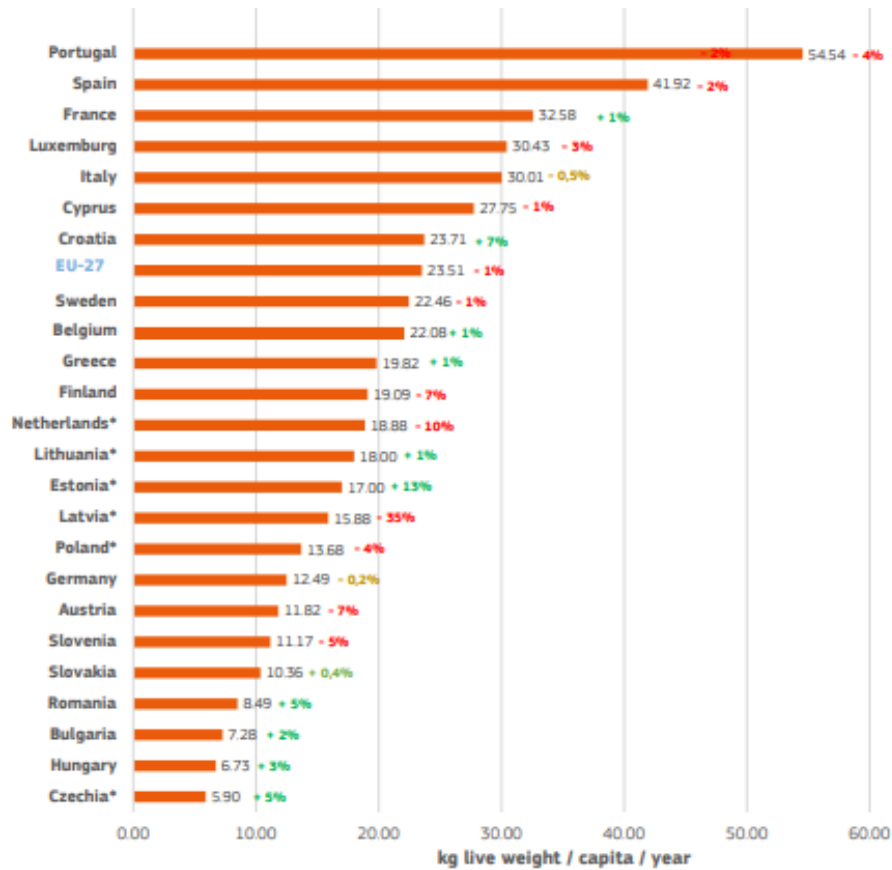


Figura 2- Consumo de kg de peixe *per capita* no ano de 2024 na União Europeia (EUMOFA 2024)

A produção aquícola em Portugal em 2022 foi de 18 822 toneladas, representando um aumento de cerca de 4,8%, em relação ao ano anterior. As vendas atingiram um valor de 159,8 milhões de euros, o que corresponde a um acréscimo de 1,7% face a 2021 (Figura 3), demonstrando, assim, o desenvolvimento do setor (INE, 2023).

Dentro da produção total em 2022, é importante realçar que 97,8% teve origem em ambientes marinhos ou salobros (18 404 toneladas), enquanto as produções exclusivamente intensivas em águas interiores foram responsáveis pelas restantes 414 toneladas (INE, 2023).

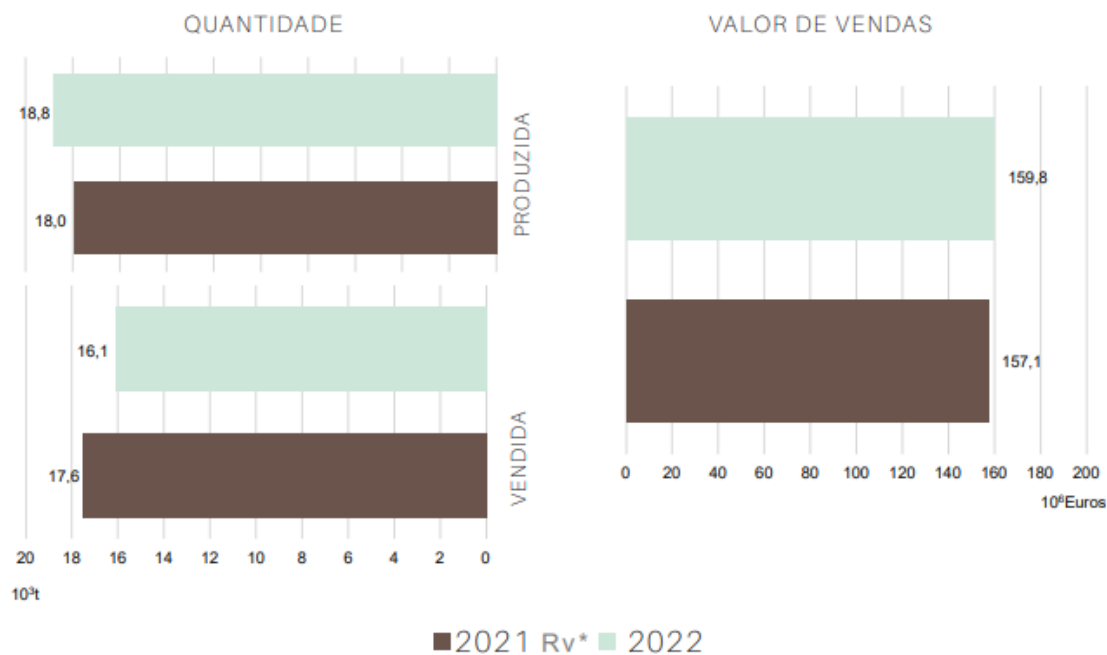


Figura 3- Produção da Aquacultura (DGRM em INE, 2025)

Como referido anteriormente, a produção aquícola em território português é predominantemente realizada em águas salobras e marinhas. Observou-se, em 2022, um aumento de 4,4% face ao ano de 2021, enquanto a produção em águas interiores apresentou uma diminuição em relação ao ano anterior, mantendo-se exclusivamente no regime intensivo (Figura 4).

Ainda na Figura 4, verifica-se que o regime extensivo continua a ser o mais praticado. No entanto, comparativamente a 2021, este regime registou uma diminuição na produção, tal como ocorreu no regime intensivo. O único regime que contrariou esta tendência foi o semiextensivo, cuja produção aumentou de 9,2% para 17,9%.

De acordo com a Figura 5, observou-se um aumento na produção de robalo e dourada em 2022 face a 2021, com crescimentos de 8,5% e 55,3%, respetivamente. Por outro lado, a produção de pregado registou uma diminuição de 13,1%. As restantes espécies mantiveram níveis de produção semelhantes nos dois anos.

O ano de 2022, foi, assim, caracterizado pelo crescimento das principais espécies produzidas - dourada, robalo e amêijoas - sendo que esta última reforçou a sua relevância na produção dos moluscos, com um total de 4346 toneladas (Figura 5). A produção de moluscos em Portugal representou 53,9% da produção total aquícola nacional.

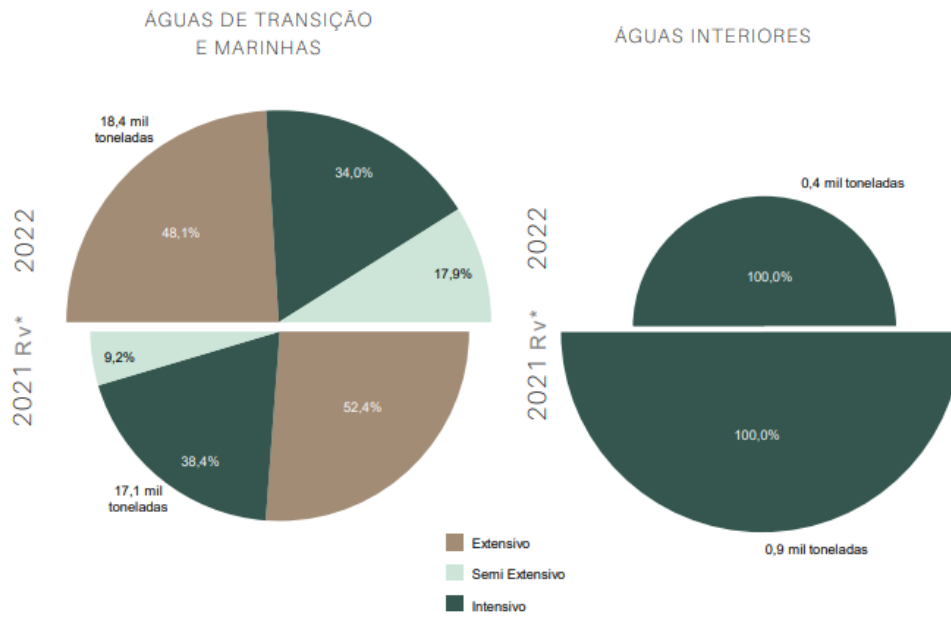


Figura 4- Estatísticas da aquicultura em Portugal (DGRM em INE 2025)

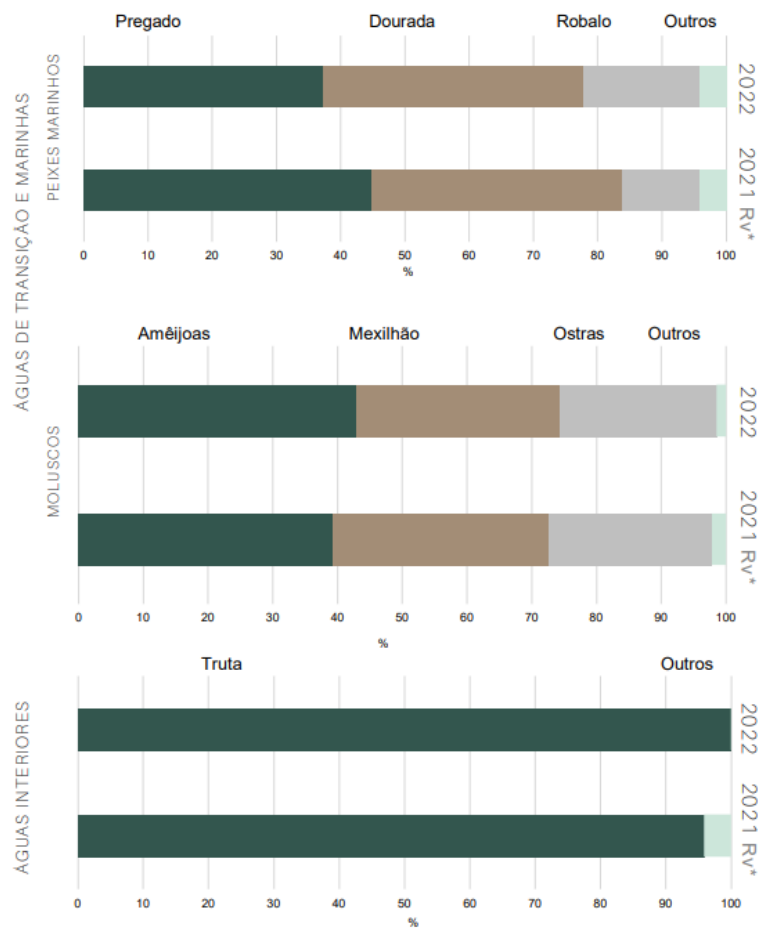


Figura 5- Volume das espécies produzidas em Portugal (DGRM em INE, 2025)

1.3- Biologia do linguado *Solea senegalensis*

O linguado senegalês, *Solea senegalensis* (Kaup, 1858), pertence à classe Actinopterygii, ordem Pleuronectiformes, família Soleidae e género Solea. Trata-se de um peixe plano, com corpo assimétrico e oval, caracterizado por apresentar ambos os olhos localizados no lado direito (como se observa na figura 6) (FishBase, 2025). Esta é uma espécie bentónica, que pode ser encontrada entre os 12 e os 100 metros de profundidade, distribuindo-se geograficamente ao longo da costa este do Atlântico. Embora menos comum, também pode ser encontrada no Mar Mediterrâneo, geralmente em águas mais tropicais (FishBase, 2025; Morais et al., 2016). Uma característica distintiva desta espécie é a presença de uma membrana interrredial escura na barbatana peitoral do lado ocular, o que permite diferenciá-la de *Solea solea* (linguado comum).



Figura 6- Linguado senegalês (*Solea senegalensis*)

Esta espécie não apresenta características externas evidentes que permitam a distinção sexual dos indivíduos. É uma espécie gonocórica, com fertilização externa, que atinge a maturidade sexual quando atinge aproximadamente 30 cm. Após atingir a maturidade, geralmente exibe duas épocas reprodutivas ao longo do ano: a primeira ocorre na primavera, entre fevereiro e junho e a segunda entre setembro e novembro, sendo a temperatura um fator crucial para o sucesso da reprodução (Fishbase, 2025; Dinis et al., 1999).

Na natureza, devido ao seu hábito bentónico, alimenta-se essencialmente de invertebrados, incluindo poliquetas, pequenos bivalves e pequenos crustáceos (Fishbase, 2025).

1.4- Estado da aquacultura de *Solea senegalensis* em Portugal

Em Portugal, a aquisição de linguado senegalês ainda está fortemente associada à pesca tradicional, embora se tenha verificado um aumento gradual da sua produção nas últimas décadas. Atualmente, a espécie representa entre 5 e 8% da produção nacional em aquacultura, mas apresenta elevado potencial para expansão (Mosqueira et al., 2022).

Apesar deste potencial, em 2022 a pesca continuava a ser a principal fonte de fornecimento global de linguado, com um total de 858 mil toneladas, em comparação com 186 mil toneladas provenientes de aquacultura. Atentando na tabela 1, entre 2016 e 2022, observou-se uma redução na captura por via da pesca; no entanto, essa diminuição não foi acompanhada por um crescimento significativo da produção aquícola da espécie (Tabela1) (FAO Fishstat, 2022).

Tabela I-Quantidade e valor estimado da produção de linguado globalmente (FAO Fishstat, 2022)

Produção de Aquacultura	Milhares de toneladas	189	181	179	192	181	189	186
	Dólar/Tonelada	7595	7928	7956	7063	7621	8485	8066
	Milhões de dólares	1436	1433	1422	1356	1379	1605	1499
Produção por Captura	Milhares de toneladas	990	970	985	959	918	859	857
	Dólar/Tonelada	2760	2940	3050	3020	3000	3100	3120
	Milhões de dólares	2733	2842	3005	2896	2754	2662	2673

Embora Portugal tenha vindo a desenvolver o setor da aquacultura, passando de 27,6% da produção total de peixe em 2018 para 46,8% em 2019 (Mosqueira et al., 2022). No entanto, este aumento foi impulsionado principalmente pela produção de robalos e douradas, espécies que demonstram maior facilidade de cultivo em cativeiro quando comparadas ao linguado. Apesar do crescente interesse no cultivo de *Solea senegalensis*, a espécie ainda apresenta diversos desafios, nomeadamente o difícil controlo da reprodução (desova), a elevada mortalidade durante o período de desmame e problemas na qualidade dos alevins, incluindo malformações resultantes de metamorfoses anómalas.

2. A empresa: Safiestela S.A.

A Safiestela – Sustainable Aqua Farming Investments, S.A. é uma empresa localizada no Lugar do Rio Alto, no concelho da Póvoa de Varzim. Esta integra o grupo Sea Eight, que inclui ainda as empresas Aquacria Piscícolas S.A., sediada na Torreira (Aveiro), Aquacria Arousa S.L., localizada em Cambados (Galiza, Espanha), e, mais recentemente, a Aquacria Lafigal S.L., situada em Gijón (Espanha), como pode ser observado na figura 7.



Figura 7- Mapa com localização das instalações, previamente à abertura da Aquacria Lafigal

O grupo Sea Eight lidera atualmente a produção do linguado (*Solea senegalensis*) em Portugal, investindo não só na expansão da produção dedicada à engorda, como é o caso da Aquacria Lafigal, mas também na ampliação da maternidade que abastece as três unidades de engorda, nomeadamente a Safiestela. Este grupo distingue-se por fechar o ciclo reprodutivo do linguado, ou seja, mantém reprodutores em cativeiro cujas desovas originam larvas, que são posteriormente criadas sob condições controladas até atingirem o estágio adequado para transferência para uma das três unidades de engorda mencionadas previamente.

A Safiestela desempenha, assim, a função de maternidade e foi o local onde foi realizado o estágio curricular, iniciado em 5 de setembro e concluído em 10 de julho, totalizando 1620 horas. Este estágio possibilitou a aprendizagem e execução das tarefas diárias associadas ao funcionamento de uma unidade de aquacultura de linguado, assim como permitiu a aprendizagem e uso do software aquaManager - Hatchery, utilizado para o registo e consulta de dados relativos à produção.

Esta empresa encontra-se dividida por várias secções, organizadas segundo o estágio de desenvolvimento dos peixes. Com exceção das zonas das larvas e do desmame aberto, todos os sistemas em operação são RAS (Recirculating Aquaculture Systems), permitindo o tratamento dos efluentes e a reutilização parcial ou quase total da água, contribuindo para uma maior sustentabilidade da produção.

A Safiestela compreende as seguintes secções: Reprodutores (Sala dos Reprodutores, Quarentena e Unidade Experimental), Sala de Incubação, Larvários, Alimento Vivo (Sala dos Rotíferos e Sala da Artémia), Desmame, *Nursery* e Pré-Engorda.

2.1- Reprodutores

Para completar o ciclo biológico da espécie e eliminar a dependência da aquisição externa de alevins, a Safiestela mantém reprodutores sexualmente maduros, aptos para a desova e para a produção em cativeiro. Uma das dificuldades associadas à reprodução prende-se com a baixa qualidade das desovas e fertilidade reduzida dos gâmetas da geração F1 (descendentes de selvagens), conforme descrito por (Oliveira et al., 2011). Assim, recorre-se frequentemente à introdução de reprodutores selvagens, selecionados pela sua maturação gonadal e dimensões adequadas, os quais são previamente sujeitos a um período de quarentena para garantir a biossegurança da instalação.

Cada reprodutor é identificado com um microchip que contém um número único associado a informações sobre a sua proveniência, sexo e dimensões. São também colhidas amostras de sangue para análise de potenciais agentes patogénicos.

Os reprodutores estão distribuídos por diversos tanques a baixa densidade (tanques presentes na figura 8, com os respetivos coletores), distribuídos por salas com diferentes temperaturas, simulando as estações do ano (Dinis et al., 1999), com o objetivo de induzir desovas ao longo de todo o ano. Para estas mesmas desovas pode ocorrer por fertilização natural, mas, caso esta não ocorra espontaneamente, recorre-se à indução hormonal para proceder à fertilização artificial.

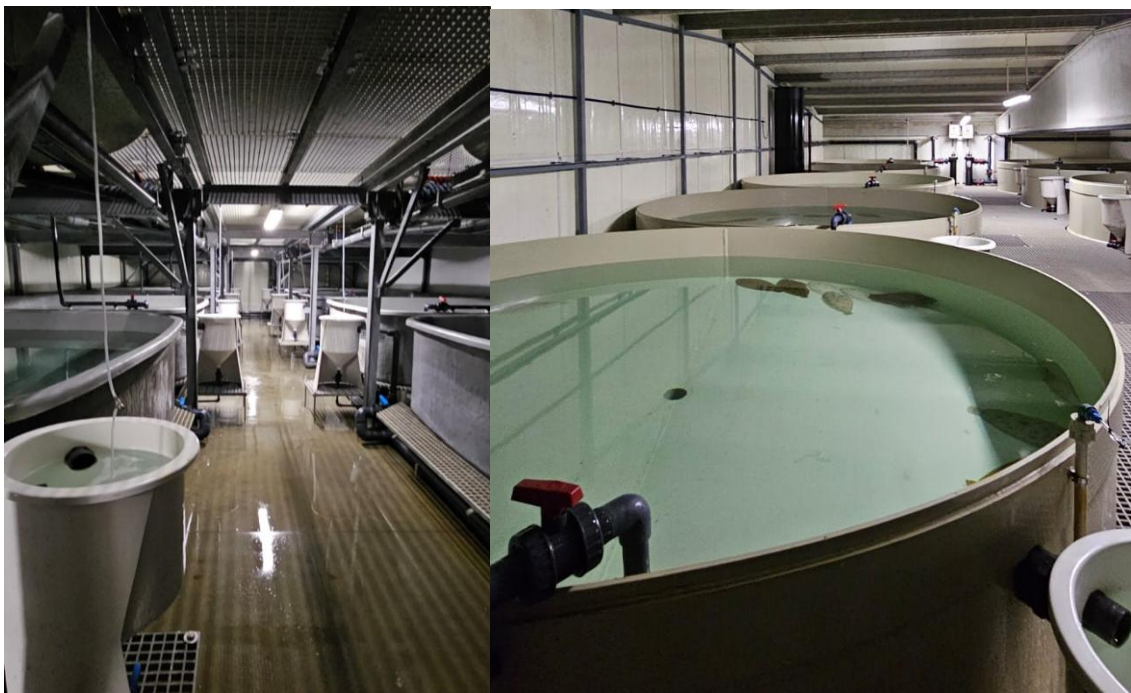


Figura 8- Diferentes salas no piso inferior e superior da secção dos reprodutores

Como a alimentação é de elevada importância para a qualidade dos gâmetas, durante a preparação dos reprodutores e o período de desova, estes são alimentados com uma dieta à base de poliquetas, mexilhão e lulas, de modo a obter uma melhor qualidade da desova (Guzmán et al., 2008). Os restantes reprodutores, em fase de repouso, são alimentados com ração.

Geralmente, a fecundação externa dá-se durante a noite, e os ovos viáveis flutuam (enquanto os ovos inviáveis afundam), sendo recolhidos pelos coletores acoplados às saídas de água dos tanques. Estes ovos são, então, recolhidos e transportados para a sala de incubação.

Diariamente, as rotinas da secção dos reprodutores incluem o registo dos parâmetros da água dos tanques das respetivas salas, manutenção do sistema de filtração da água, a limpeza dos tanques e coletores, a preparação do alimento, a lavagem do chão e a substituição do desinfetante dos pedilúvios, de acordo com o plano de higienização da secção e das normas de biossegurança.

2.2- Sala de Incubação

Os ovos viáveis recolhidos são transportados para a sala de incubação, onde são colocados nas incubadoras, que consistem em tanques cilindro-cónicos, demonstrados na Figura 9. Estas incubadoras, mantêm a temperatura constante entre 18 e 20° C e têm arejamento vertical contínuo para garantir o movimento constante da água, estando equipadas com um filtro de 400 µm para evitar perdas. Os ovos ficam em incubação por cerca de 48 horas, período após o qual ocorre a eclosão da maioria das larvas. Este momento é registado como o “dia 0” do lote. Realiza-se também uma contagem para estimar o número de larvas presentes na incubadora. Após a estimativa, procede-se à transferência das larvas para o larvário.



Figura 9- Incubadoras utilizadas

2.3- Larvário

No larvário, as larvas são transferidas para tanques equipados com filtros semelhantes aos das incubadoras de forma a evitar perdas e permitir a renovação contínua da água, como se pode constar na figura 10. Nesta fase, os indivíduos são extremamente sensíveis a variações nos níveis de oxigénio, temperatura e luminosidade, sendo, portanto, necessário um controlo rigoroso dos parâmetros da água e um maneiio cuidadoso das larvas.

Até ao dia 2 de desenvolvimento, as larvas alimentam-se das suas reservas vitelinas (Rodríguez-Villanueva & Peleteiro-Alonso, 2014) . A partir desse momento, inicia-se a alimentação com alimento vivo, nomeadamente rotíferos e artémia. As larvas permanecem nestes tanques até cerca do 14º dia, altura em que, geralmente, já ocorreu a metamorfose, caracterizada pela migração dos olhos para o lado direito e a transição para a fase bentónica. Após os 14 dias, os juvenis são transportados para a unidade de desmame, onde permanecem em tanques quadrangulares com um nível de água de aproximadamente 10 cm.

À semelhança do que ocorre noutras secções, procede-se diariamente à verificação dos parâmetros da água e à limpeza dos tanques, de modo a assegurar as condições ótimas para a água, para o cultivo.



Figura 10- Tanques larvares

2.4- Alimento Vivo

Para a fase larvar, é crucial a presença de organismos vivos como rotíferos e, posteriormente, artémia, uma vez que, com o esgotamento das reservas vitelinas, as larvas ainda não possuem a boca desenvolvida para conseguirem alimentar-se de ração. Utilizam-se especificamente estas espécies não só por apresentarem tamanho adequado para a boca das larvas, mas também por serem facilmente produzidas em grandes quantidades, por possuírem flutuabilidade e motilidade que estimulam o comportamento de predação, por serem resistentes ao manuseamento e, ainda, por permitirem a bioencapsulação de microalgas, aumentando assim o seu valor nutricional (Akbar et al., 2014).

Desta forma, a secção do alimento vivo divide-se em duas salas: a sala dos rotíferos e a sala da artémia.

2.4.1- Sala dos rotíferos

Como mencionado previamente, é necessário recorrer aos rotíferos (*Brachionus plicatilis*) para alimentar as larvas nos primeiros dias de vida, sendo estes mantidos num cultivo contínuo a elevadas densidades.

Os rotíferos são capazes de se reproduzir tanto sexualmente como assexuadamente, por partenogénese, na qual as fêmeas produzem ovos diploides que originam descendência feminina geneticamente idêntica à progenitora. Em condições ambientais adversas, é comum ocorrer a reprodução sexuada, contudo, para fins de produção em grande escala, é preferível a reprodução assexuada, por ser mais rápida, eficiente e por evitar alterações genéticas (Ferreira, 2009). Para garantir a estabilidade do cultivo, é essencial manter condições ótimas, nomeadamente temperatura de cerca de 28 °C, arejamento constante e uma salinidade próxima de 20‰.

Os rotíferos são alimentados com um preparado comercial de microalgas, fornecido várias vezes durante o dia, de acordo com o protocolo estabelecido. A quantidade administrada a cada tanque é determinada com base no protocolo e em amostragens da água, a partir das quais são realizadas contagens do número de indivíduos.

O cultivo contínuo dos rotíferos segue ciclos de 4 a 5 dias. No dia 0, um tanque previamente higienizado é inoculado, permanecendo em cultivo até ao dia 4, quando os rotíferos são filtrados para um coletor e, posteriormente, passam por uma filtração com radiação UV, visando a eliminação de potenciais patógenos, como protozoários. Após este processo, o ciclo reinicia-se com a inoculação de um novo tanque. Caso haja necessidade de alimentar larvas com rotíferos, realiza-se um passo adicional: após a filtração com UV, parte do cultivo, determinada com base nas contagens e nos protocolos definidos, é transferida para um novo tanque, como os presentes na figura 11, onde os rotíferos passam por um processo de enriquecimento durante 24 horas. Após esse período, são novamente filtrados, e realiza-se uma contagem final para determinar a concentração adequada para alimentar as larvas. Estes rotíferos enriquecidos são mantidos a 4° C, de modo a abrandar o seu metabolismo até serem fornecidos às larvas.

Além das atividades referidas, nesta sala são realizadas diariamente trocas dos pedilúvios, higienização dos tanques e verificação das condições de cultivo, de forma a assegurar a qualidade e estabilidade do processo produtivo.



Figura 11-Sala dos rotíferos e respectivos tanques de cultivo

2.4.2- Sala da Artémia

À semelhança dos rotíferos, a artémia (*Artemia spp.*) é amplamente utilizada na aquacultura, destacando-se pela facilidade de armazenamento dos cistos. Estes apresentam elevada resistência e permitem um armazenamento prolongado, para posterior eclosão. A artémia é também rica em proteínas, vitaminas e sais minerais e à semelhança dos rotíferos permite a bioencapsulação de nutrientes através da sua alimentação.

A sala destinada ao cultivo de artémia possui tanques cilindro-cônicos, cuja escolha depende da quantidade de náuplios necessária para a alimentação larvar, conforme estipulado no protocolo.

Para iniciar o cultivo, os cistos são colocados nos tanques com densidades ideais de até 2 g/L e mantidos a temperaturas de aproximadamente 28 °C (Akbar et al., 2014), reguladas através de termostatos ligados a resistências instaladas em cada tanque, observando-se ambos os tanques e o sistema na figura 12. O arejamento constante é assegurado, promovendo a movimentação dos cistos e a oxigenação da água. A salinidade é mantida perto dos 32‰, enquanto o pH deve estar a 8. Para manter este valor, é necessária a adição de hidróxido de sódio várias vezes ao dia.

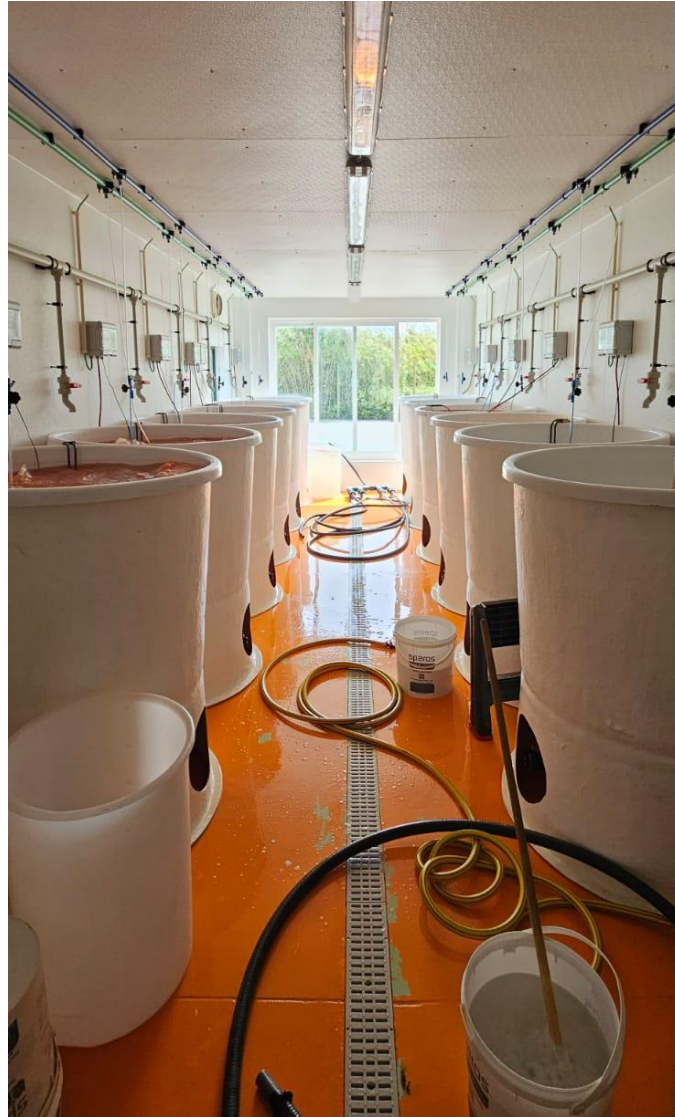


Figura 12-Sala de cultivo de artémia

Após 24 horas de incubação, são desligados o arejamento e a resistência responsável pela regulação da temperatura, permitindo que os cistos não eclodidos e os náuplios mortos assentem no fundo do tanque, enquanto os náuplios viáveis permanecem em suspensão na coluna de água. Este procedimento facilita a realização de uma purga, com o objetivo de eliminar a maioria dos cistos e organismos mortos.

Posteriormente, realiza-se uma nova filtragem de modo a remover cistos que ainda se encontrem presentes. Este processo permite que o efluente contenha apenas náuplios viáveis de artémia, recolhendo o conteúdo e fazendo uma lavagem com água salgada, colocando os náuplios de artémia em tanques previamente higienizados.

Nestes novos tanques, a artémia é mantida em condições semelhantes às de eclosão, com a etapa adicional de ser submetida a um processo de enriquecimento durante mais 24 horas. Após este período, realiza-se uma nova lavagem com água salgada para remover as gorduras provenientes do produto de enriquecimento, bem como outras

sujidades que estejam presentes. Em seguida, procede-se à contagem dos náuplios para ajustar a quantidade a administrar às larvas, de acordo com o protocolo definido. Concluídos estes processos e estando a artémia pronta para ser fornecida às larvas, armazenadas em água a 4° C, tal como os rotíferos, com o objetivo de diminuir o metabolismo e evitar o consumo dos nutrientes obtidos através do bioencapsulamento.

À semelhança da sala dos rotíferos, na sala da artémia é garantido diariamente o controlo dos parâmetros da água, a higienização dos tanques, as trocas dos pedilúvios e, adicionalmente, monitoriza-se o pH com a adição de hidróxido de sódio. Também são preparados os meios de enriquecimento tanto para os rotíferos como para a artémia, de acordo com o protocolo estabelecido.

2.5- Desmame 1

A secção do desmame é caracterizada por possuir tanques quadrangulares em sistemas de recirculação, de modo a assegurar um reaproveitamento da água em circulação e uma melhor qualidade da mesma, estando ilustrados na figura 13 o sistema com os respetivos crivos centrais.

Após completada a metamorfose, as larvas são transferidas para o desmame, sendo alojadas em tanques quadrangulares equipados com crivo central. Nesta fase, a alimentação com artémia enriquecida é mantida até as larvas atingirem a idade de desmame, que é por volta do dia 30 de idade. A partir deste ponto, inicia-se gradualmente a introdução de ração de reduzidas dimensões com o objetivo de promover o desmame do alimento vivo. Este processo de transição alimentar é realizado com auxílio de alimentadores automáticos, exigindo atenção especial às quantidades fornecidas e ao ajuste do caudal de entrada de água no tanque.

Quando os juvenis atingem cerca de 40 a 50 dias de idade, é realizada a primeira triagem, com o objetivo de separar os indivíduos maiores dos menores. Este processo é efetuado com recurso a redes de malhagem adequadas ao tamanho pretendido e com o auxílio de iluminação, que atrai os peixes de menores dimensões para fora da rede, permitindo a sua eliminação. Os peixes de maiores dimensões, que não passam pela rede, são transferidos para novos tanques dos sistemas RAS, dependendo da disponibilidade de densidades dos tanques de destino, assegurando uma distribuição mais uniforme dos indivíduos. Durante a triagem, as redes transportam apenas pequenos lotes de juvenis, com o objetivo de minimizar o stress e evitar danos físicos. Posteriormente, poderão ser realizadas novas divisões, caso se verifiquem densidades demasiado elevadas ou reduzidas.

Adicionalmente, são realizados controlos mensais de crescimento, por meio da verificação do peso médio dos peixes em cada tanque. Estes dados permitem avaliar a

conformidade do desenvolvimento com os valores esperados e ajustar, sempre que necessário, as quantidades de alimento administradas.

Rotineiramente, procede-se à limpeza dos tanques com recurso a escovas e camaroeiros, ao registo da mortalidade nos tanques que já passaram pela triagem (ou pela idade da triagem), e à subsequente lavagem e desinfeção dos utensílios utilizados. Também se consulta o protocolo para verificar a necessidade de troca dos caudais ou da substituição dos filtros centrais dos tanques. Por dispor de um laboratório integrado, esta secção é ainda responsável pela monitorização e análise dos parâmetros da água de toda a instalação.



Figura 13-Tanques utilizados no desmame 1

2.6- Desmame 2

Após a realização da primeira triagem e com os peixes a atingirem cerca de 60 dias de idade, procede-se à sua transferência para o desmame 2. Este transporte é realizado em caixas de esferovite, com reduzida densidade de indivíduos por recipiente, com o objetivo de minimizar o stress desta transição.

Esta secção é composta por tanques de baixa profundidade e elevado comprimento, como se pode observar na figura 14, mantendo uma coluna de água de aproximadamente 10 a 15 cm e um sentido de circulação da água único da entrada até à saída (Figura 14). Inicialmente, os peixes recém-chegados são colocados em tanques vazios e previamente higienizados, onde permanecem até atingirem a idade adequada para a segunda triagem. Durante esta segunda triagem, os peixes são novamente separados de acordo com o seu tamanho e são removidos aqueles que apresentam malformações morfológicas ou despigmentações. Após triagem, os peixes considerados aptos são transferidos para novos tanques.



Figura 14-Tanques utilizados no desmame 2, demonstrando também as redes colocados nas saídas de água.

Nesta secção, a alimentação dos peixes é realizada de forma automatizada, recorrendo a alimentadores automáticos. O calibre e o tamanho da ração são ajustados de acordo com o número de peixes presentes em cada tanque, bem como com o tamanho e o peso médio registado dos indivíduos.

Tal como nas restantes secções, a intensidade luminosa é mantida ao mínimo indispensável, com o objetivo de reduzir o stress dos peixes. Esta medida é

especialmente importante no caso do linguado, espécie de natureza bentónica, adaptada a ambientes com baixa luminosidade e habituada a permanecer enterrada no substrato arenoso.

Os peixes permanecem nesta secção até atingirem cerca de 100 dias de idade. Nessa altura, realiza-se novamente a medição dos pesos médios e procede-se ao transporte dos indivíduos para a secção seguinte, a *nursery*.

As rotinas diárias incluem a limpeza dos tanques com escovas apropriadas e a recolha dos mortos com camaroeiros, sendo a mortalidade de cada tanque devidamente registada. Após o uso, escovas e camaroeiros são higienizados de acordo com os protocolos estabelecidos. Adicionalmente, quando necessário, realiza-se também a higienização completa dos tanques que forem esvaziados.

2.7- Nursery

Esta secção, à semelhança do desmame 2, é também constituída por tanques de pouca profundidade, estando todos os tanques a funcionar em RAS e com apenas um sentido de circulação da água desde entrada até à rede na saída da água para o sistema, como demonstrado na figura 15.



Figura 15-Nursery e tanques utilizados

Após a calibração e uma vez atingida a idade ideal, os peixes são transportados para esta secção, sendo inicialmente em tanques previamente preparados com o caudal de entrada ideal e redes na saída de água com a malhagem apropriada. Os indivíduos

permanecem nestes tanques sob observação diária até que atinjam a idade estipulada para uma nova calibração. Esta triagem permite a separação dos linguados em 3 tamanhos, grandes, médios e pequenos. Os peixes resultantes dessa calibração são então colocados nos tanques do piso inferior. Caso necessário, pode ainda ser realizada uma nova calibração dos peixes pequenos, sendo descartados os indivíduos que apresentem dimensões inferiores ao aceitável. Durante esta triagem, procede-se também à remoção de indivíduos que apresentem sinais de doença ou malformações. Estes são colocados em anestésico e posteriormente são armazenados em arcas congeladoras, para serem recolhidos por uma empresa especializada na gestão de resíduos biológicos.

Quanto à alimentação, é efetuada por alimentadores automáticos, com *pellets* de maior calibre, ajustados à dimensão dos peixes e de acordo com o protocolo em vigor.

Diariamente, é feita a limpeza dos tanques com escovas e a recolha de indivíduos mortos ou com sinais de doença com camaroeiros, o registo de mortalidade, bem como a higienização do material utilizado. Também se realizam medições regulares dos parâmetros da água para assegurar a sua qualidade, e a substituição de pedilúvios e soluções desinfetantes de acordo com o protocolo.

Após esta fase, os linguados permanecem na *nursery* até atingirem os 150 dias de idade, altura em que são transferidos para a secção de pré-engorda.

2.8- Pré-Engorda

A secção de pré-engorda é uma secção dividida em 2 pisos, constatando na figura 16 os tanques retangulares que possui em cada andar, sendo estes semelhantes às prévias secções, mas com dimensões superiores, a funcionar em RAS. Tal como nas restantes secções, a alimentação é também feita de forma automática, sendo também a secção com maior calibre de *pellet*, devido a tratar-se da última secção antes de os linguados serem encaminhados para as engordas.

Tal como na *nursery*, a triagem separa os peixes por classes de tamanho, sendo estes encaminhados para tanques que apresentem o mesmo lote e as mesmas dimensões, atentando ao número de indivíduos já no tanque, de modo a não comprometer as densidades pretendidas. Durante o processo de calibração, é também efetuada a eliminação de indivíduos com malformações ou sinais clínicos de doença.



Figura 16- Pré-engorda

Os peixes médios e grandes permanecerão nos tanques pós-triagem até ao momento do transporte para as instalações da engorda, onde aí farão o resto do processo de crescimento.

Antes do transporte, é necessário realizar um jejum de 24 horas para reduzir o metabolismo dos linguados, o que diminui tanto o consumo de oxigénio quanto as excreções dos linguados, contribuindo para manter a qualidade da água durante o transporte. Com esta etapa, conclui-se o envolvimento da Safiestela na produção do linguado (Figura 17).



Figura 17-Camiões utilizados para o transporte para as unidades de engorda

Nas rotinas, tal como nas restantes secções, realiza-se a limpeza dos tanques com escovas e a recolha dos peixes mortos ou doentes com camaroeiros, registando-se a mortalidade. Efetuam-se também o registo e a manutenção dos parâmetros da água, além das trocas de pé dilúvios e tinas de desinfecção, conforme os protocolos estabelecidos. Caso algum tanque seja esvaziado, pode ser necessária a sua higienização.

3.- Sistema de Recirculação em Aquacultura (RAS)

Com o desenvolvimento e crescente foco na aquacultura há a preocupação dos impactos gerados por este setor e da sua sustentabilidade, não só pelos elevados gastos de água, como também pelas descargas de águas, que quando não tratadas irão sobrecarregar os ecossistemas com os nutrientes (como compostos azotados) e afetar o equilíbrio, bem como podem acidentalmente originar fugas de indivíduos (Tidwell, 2012).

Surge então o interesse no uso de sistemas de recirculação em aquacultura (RAS), que permite que os cultivos sejam feitos em regime intensivo, dentro de instalações, permitindo um grande controlo não só sobre os parâmetros, mas também sobre prevenir patógenos e predadores, e uma otimização da alimentação (Aich et al., 2020).

O RAS consiste na redução da utilização da água, pretendendo reutilizar 90 a 99% da água em circulação através de tratamentos físicos, químicos e biológicos, assegurando que a água em recirculação respeita os parâmetros desejados (Figura 18).

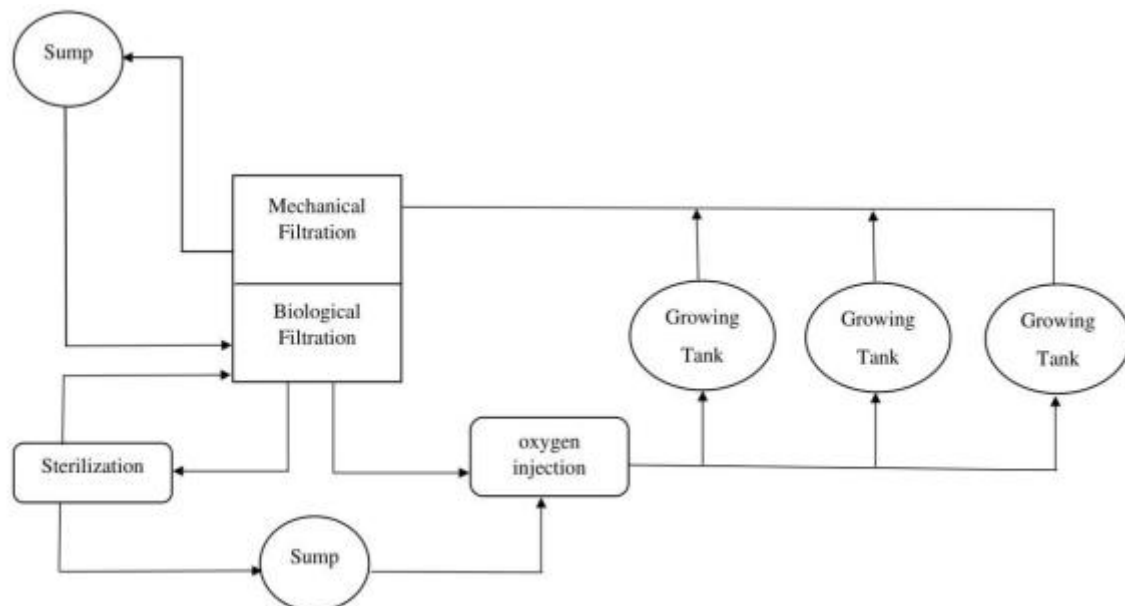


Figura 18- Esquema representativo de um RAS (Aich et al., 2020)

3.1- Remoção de Sólidos

Por se tratar de um cultivo de linguado, é natural existir uma acumulação dos seus resíduos na saída de água dos tanques e possivelmente acumular também alguma ração que possa ser dada em excesso, sendo que estes resíduos necessitam então de ser removidos de modo a não comprometer a qualidade da água e dos tanques. Para tal, o primeiro passo na recirculação da água consiste numa passagem por um rotofiltro ou filtro de tambor, (Figura 19) o qual se encontra em rotação, e esta permite reter os resíduos sólidos na malha e, por gravidade, é separada a água. Para os resíduos de menores dimensões é utilizada uma filtração granular com recurso a filtros de areia, que necessitam de limpezas regulares para assegurar o processo de filtração. Esta limpeza consiste num *backwash* em que água é movimentada pelo sentido inverso à de filtração para remover resíduos que tenham ficado retidos.



Figura 19- Filtro de tambor

Para a remoção da matéria mais fina e da matéria orgânica dissolvida na água recorre-se ao uso de um *protein skimmer* (Figura 20) que consiste numa coluna de água na qual se introduz bolhas de ar de reduzidas dimensões, de modo a maximizar a superfície de contacto, dando origem a uma espuma onde se encontra a matéria orgânica. Esta espuma rica em matéria orgânica é então removida com recurso ao uso de ozono e de água, reduzindo eficientemente a matéria dissolvida e as bactérias presentes (Kovács et al., 2023).



Figura 20-Protein skimmer

3.2- Compostos Azotados

Para além da preocupação com a remoção de resíduos sólidos, é também necessário o tratamento dos compostos azotados excretados pelos peixes, mais especificamente amónia, que é nitrificada em nitritos e, posteriormente, nitratos (Figura 21). O controlo deste é crucial, pois a amónia, quando em excesso, é bastante prejudicial para os peixes e, caso as condições se reúnam, pode originar um produto altamente tóxico, o amoníaco (Ricardo Robles-Porchas et al., 2020).

Result of nitrification:

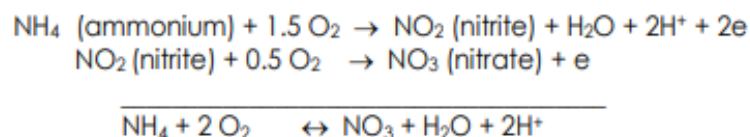


Figura 21-Processo de nitrificação (FAO)

Recorre-se então ao uso de uma filtração biológica para nitrificação da amónia em nitratos, que é mais tolerável pelos peixes. Este processo é realizado por bactérias

nitrificantes que se encontram em biobolas desenhadas para maximizar a superfície de contacto no biofiltro (Figura 22), no qual é necessário manter um constante arejamento, não só para manter a constante movimentação das biobolas, como fornecer oxigénio às bactérias do biofiltro.



Figura 22-Biofiltro

Posteriormente, esta água é rica em dióxido de carbono e necessita então de passar por uma torre de desgaseificação onde sofrerá uma agitação e arejamento para baixar os níveis de dióxido de carbono e aumentar o oxigénio presente, e segue para o *mixer* onde será injetado oxigénio na água até aos níveis desejados para os peixes.

3.3- Desinfeção

A remoção dos patógenos é essencial para assegurar o bem-estar e a boa qualidade do peixe, sendo esta remoção essencialmente realizada por dois processos, com recurso a ozono e a radiação ultravioleta (UV).

A injeção do ozono no *skimmer* para além de remover a matéria orgânica, auxilia ainda na remoção de patógenos como bactérias e vírus, através de mecanismos de oxidação, no qual o ozono tanto oxida a matéria orgânica, como causa uma disrupção na camada

lipídica através da oxidação (Sharrer & Summerfelt, 2007), tendo atenção à quantidade de ozono injetada, estando esta quantidade injetada na água relacionada com a quantidade de ração fornecida ao sistema. No entanto, apesar de este apresentar uma eficiência bastante elevada, caso seja injetado em excesso, ou não for devidamente eliminado pode originar subprodutos do bromo que são altamente tóxicos para os peixes, ou caso haja fugas de ozonos, pode resultar em impactos negativos nos trabalhadores, sendo então necessária análises diárias aos parâmetros da água para assegurar o bom funcionamento do processo.

Quanto ao uso de radiação ultravioleta, é eficiente e seguro, sem afetar os restantes parâmetros da água e sem riscos de gerar poluentes secundários. No entanto, este processo também vem com as suas desvantagens, nomeadamente quanto maior for a turbidez da água, menos eficiente será a radiação ultravioleta a esterilizar, e a necessidade de uma manutenção atenta e regular, devido à perda de intensidade da lâmpada conforme o tempo passado em uso. Outra limitação passa também por necessitar de um limitado caudal de água, pois caso este apresente uma velocidade mais elevada, a qualidade da desinfecção fica comprometida e a eliminação dos microrganismos não é assegurada (Huyben et al., 2018).

4.- *Aqua Manager*

Durante o estágio, para além de participar nas rotinas e tarefas diárias das secções, tive a oportunidade de participar na inserção do programa *Aqua Manager* na Safiestela, especificamente a versão para maternidades, o *Aqua Manager - Hatchery*.

A *Aqua Manager* é uma empresa grega com cerca de 20 anos de experiência, cuja missão é desenvolver um software intuitivo e essencial para a aquacultura, com o objetivo de tornar esse setor em rápida expansão mais tecnológico e colaborativo. Atualmente, o software possui mais de 156 clientes em 53 países.

Este software é composto por duas plataformas conectadas, o *Aqua Manager - Hatchery*, voltado para maternidades, e o *Aqua Manager - Grow Out*, focado em engordas. Como a Safiestela é uma maternidade de linguado, utiliza-se o *Aqua Manager - Hatchery*.

Tradicionalmente, as movimentações de peixe como transportes, divisões e calibrações são registadas em relatórios diários, acompanhadas da mortalidade e de um resumo da secção. Os parâmetros da água, como oxigénio, temperatura, nitritos e nitratos e o consumo de ração são controlados em arquivos separados, em ficheiros Excel. O *Aqua Manager - Hatchery* veio para centralizar esses dados, otimizando o tempo gasto na transferência de informações e facilitando a rastreabilidade.

Centralizar as informações permite não só agilizar o processo de registo, mas também consultar facilmente dados essenciais, como números de lote e validade das rações, além dos reprodutores utilizados em cada lote de linguado.

Durante o estágio, iniciei o uso do programa acompanhando os movimentos iniciais de lote, começando pelas recolhas de ovos após a fertilização e registando a incubadora de destino. O programa também suporta o registo da alimentação e como tal, iniciei os registos de alimento vivo fornecido de acordo com o protocolo. Quando estes peixes atingiram 14 dias, foram transferidos para o desmame 1, transferência na qual o software permite registar como troca de secção, seguida do registo da alimentação e outras movimentações, como divisões para otimização de densidades.

Com o conhecimento adquirido e a participação nas rotinas diárias, prossegui introduzindo informações completas da produção: número de peixes em cada tanque, lote correspondente, classificação por tamanho (grande, médio ou pequeno), pesos médios, entre outras informações necessárias. A partir daí, passei a registar todas as movimentações, parâmetros da água e alimentação diária no sistema.

Além desses benefícios, o *Aqua Manager - Hatchery* permite a conexão com o *Aqua Manager - Grow Out*. Assim, durante o transporte dos linguados para uma das 3 engordas, o software possibilita a realização da venda com destino específico. Os funcionários das engordas podem receber a informação pelo sistema, mantendo a rastreabilidade do peixe desde a fertilização até ao abate.

5.- O Estágio

Tal como referi anteriormente o estágio teve início no dia 5 de setembro de 2024, no qual fui então recebido e foram-me instruídas as normas de higiene e segurança, bem como cuidados e protocolos a seguir.

Uma vez feito o acolhimento, e a formação, iniciei o trabalho na secção do desmame, mais especificamente no alimento vivo, onde pude observar e auxiliar na preparação da artémia e dos rotíferos que seriam utilizados na alimentação. À medida que me familiarizei com os processos de preparação e manutenção do alimento vivo, fui começando a auxiliar na secção desmame 1, inicialmente a fornecer o alimento às larvas para me habituar ao espaço e disposição dos tanques, passando depois a auxiliar nas rotinas da secção e aí ter o contacto com a primeira calibração da estadia do linguado na Safiestela. Nesta secção aprendi o cuidado e atenção necessários para a manipulação destes estágios mais iniciais do peixe, os quais requerem uma observação cuidadosa para possíveis sinais danos que fossem causados por patógenos.

O progresso do meu estágio seguiu o desenvolvimento dos peixes, ou seja, após aprender e realizar diversas calibrações na secção do desmame e transportes de peixe para o desmame 2, acabei por também auxiliar aprendendo as tarefas desenvolvidas no desmame 2. Nesta secção, a alimentação já é toda automática, portanto pude logo começar a auxiliar nas limpezas de rotina dos tanques, após uma explicação do funcionamento do sistema. Estes tanques, por serem retangulares e de maiores

dimensões, resultavam numa capacidade de número de peixes maior, levando a que nas rotinas exigissem não só um olhar mais atento aos peixes, mas também uma maior agilidade na limpeza do tanque. Para além das rotinas, participei ainda na segunda calibração, bem como na receção do peixe enviado pela secção anterior, bem como no envio dos linguados para a *nursery*.

Na secção seguinte, na *nursery*, à semelhança das outras, aprendi e participei nas rotinas, mas distingue-se ao ser-me possibilitada a participação na receção do peixe, na qual é realizado ainda o passo inicial de ser feita uma vacinação do peixe e transporte para o respetivo tanque. Posteriormente, pude fazer a calibração dos peixes e transporte para a secção seguinte. Na *nursery* para além dos conhecimentos necessários para o manuseamento do peixe, foram também passados valores importantes como a participação e ajuda na manutenção do equipamento e sistema, tendo participado não só na realização de novas difusoras necessárias para os tanques, bem como na manutenção das existentes em uso, bem como de outros constituintes do sistema.

Na última secção da Safiestela, a pré-engorda, à semelhança das restantes, participei também nas rotinas diárias. Aqui por ser a última calibração antes de serem transportados para as secções de engorda, acaba por requerer uma maior exatidão, tendo-me então sido ensinado a distinguir entre os diferentes tamanhos com bastante cuidado. Esta secção acabou por ser onde estive durante mais tempo durante o estágio, para não só agilizar o processo de calibração, bem como para auxiliar, sempre que era realizado transporte de peixe para o camião destinado às secções de engorda. Aqui aprendi bastante não só a agilizar e a aperfeiçoar as rotinas, bem como a calibração, aprendendo no geral como ser um melhor trabalhador.

Após acompanhar todo o ciclo do linguado na Safiestela, foi-me explicado o funcionamento do *Aqua Manager – Hatchery*. Neste, introduzi os dados da produção e para tal iniciei por aprender o software com a introdução de um novo lote e consultar os registos em Excel das respetivas movimentações, sendo as passagens para incubadoras, larvários e posterior desmame, inserindo sempre a alimentação para simular crescimento dos indivíduos. Com esses passos básicos aprendidos, comecei a inserir lotes anteriores para aperfeiçoar e habituar ao software.

Uma vez habituado ao funcionamento do software, inseri os dados de toda a produção, e comecei por fazer o acompanhamento diário de todas as movimentações de peixe que eram feitas, simultaneamente efetuando os registos dos parâmetros e a quantidade e tipo de alimento fornecido a cada tanque. Após a inserção diária de todos estes dados no *Aqua Manager – Hatchery*, ia auxiliar na secção que necessitasse de pessoas quer para efetuar um transporte ou uma calibração.

6.- Análise Crítica

Durante o estágio pude colocar em uso os conhecimentos que aprendi, bem como pude aprender e aperfeiçoar novos conhecimentos, o que acabou por ser benéfico por poder colocar em prática o aprendido, mas também considero que me tornou num melhor trabalhador.

Considero no geral que o estágio foi um sucesso, por não só ter participado em todo o ciclo de desenvolvimento do linguado, como por ter conseguido aprender e auxiliar em todas as rotinas de todas as secções, tendo ainda desenvolvido capacidades de auxiliar na manutenção do sistema, no geral sendo capaz de desempenhar diversas funções caso fosse necessário. Para além do mencionado, fui capaz de inserir todos os dados da produção no *Aqua Manager – Hatchery*, deixando o software num estado funcional e passivo de ser utilizado para a inserção diária de dados, permitindo toda a rastreabilidade da produção.

Para culminar o que considero um bom desempenho que tive durante todo este estágio, surgiu a oportunidade de ficar na Safiestela como funcionário.

Gostava ainda de deixar algumas sugestões que poderiam melhorar a sustentabilidade, que passam de aumentar o sistema RAS e inserir uma etapa extra na qual se poderia inserir um cultivo de macroalgas e o sistema passar a um IMTA (integrated multi-trophic aquaculture), na qual as macroalgas ajudariam na remoção dos compostos azotados da água do sistema para o seu desenvolvimento. Este passo ajudaria não só a tratar da água como a gerar um possível produto adicional para venda, mostrando a aplicação de uma economia circular. Outra sugestão passa por, no transporte final do peixe para o camião, utilizar-se uma bomba adequada ao efeito, não só para facilitar o processo, como também reduzir o stress associado. A sugestão final é referente ao transporte para a Aquacria Piscícolas, o qual devido ao reduzido número de tanques disponíveis no camião, leva a que este transporte tenha de ser efetuado duas vezes por dia. Como sugestão proponho a aquisição de mais tanques para este transporte, que passaria a ser feito todo numa única vez, levando ao transporte de um número maior de peixes por aumento da disponibilidade de espaço. Isto permitiria reduzir a necessidade de requisitar o camião uma vez a mais, e permitiria otimizar as horas de trabalho, evitando a paragem temporária da triagem para que seja feito o carregamento do camião.

7.- Conclusão

O estágio permitiu-me colocar em prática os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de mestrado, permitindo uma aprendizagem e prática de melhores técnicas de manutenção de reprodutores, larvas e juvenis de *Solea senegalensis*, bem como na produção e manutenção de artémia e rotíferos para os estágios iniciais do linguado.

Permitiu também participar nas rotinas desde as fases iniciais no desmame até às secções onde os linguados já se encontram mais desenvolvidos, como na *nursery* e pré-engorda, resultado num melhor conhecimento dos processos envolvidos na empresa, o que permitirá uma melhor adaptação ao software *Aqua Manager – Hatchery*.

Gostava ainda de realçar a excelente receção que tive por toda a equipa, demonstrando desde o início disponibilidade para auxiliar com qualquer dúvida que surgisse.

Em suma, considero que o estágio foi um sucesso, tendo possibilitado um crescimento pessoal e profissional, ficando provado o sucesso através de um convite para trabalhar na Safiestela.

Bibliografia

Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries Department. (2018). *The state of world fisheries and aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Aich, N., Nama, S., Biswal, A., & Paul, T. (2020). A REVIEW ON RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE. In *Inno. Farm* (Vol. 5, Issue 1). www.innovativefarming.in

Akbar, I., Kandathil Radhakrishnan, D., Venkatachalam, R., & Thundiparambil Sathrajith, A. (2014). STANDARTIZATION OF THE BIOENCAPSULATION OF PROBIOTICS AND OIL EMULSION IN ARTEMIA PARTHENOGENETICA. *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*, 4(3), 122–125. <http://www.urpiournals.com>

de Castelo Branco, M. A. (2003). Estudo da produção de linguado (*Solea senegalensis* KAUP, 1858) em tanques de terra.

Dinis, M. T., Ribeiro, L., Soares, F., & Sarasquete, C. (1999). A review on the cultivation potential of *Solea senegalensis* in Spain and in Portugal. *Aquaculture*, 176(1–2), 27–38. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00047-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00047-2)

Ebeling, J. M., & Timmons, M. B. (2012). Recirculating aquaculture systems. *Aquaculture production systems*, 245-277.

European Commission: Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, *The EU fish market – 2020 edition*, Publications Office, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2771/664425>

Ferreira, P. M. P. (2009). Manual de cultivo e bioencapsulação da cadeia alimentar para a larvicultura de peixes marinhos. Instituto Nacional de Recursos Biológicos IP. 235.

Fishery and Aquaculture Statistics – Yearbook 2022. <https://doi.org/10.4060/CD4312EN>

Golden, O., Caldeira, A. J. R., & Santos, M. J. (2022). Raw fish consumption in Portugal: A survey on trends in consumption and consumer characteristics. *Food Control*, 135, 108810. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2022.108810>

Gomes, J. M. (2012). *UNIVERSIDADE DO PORTO UTILIZAÇÃO DE FONTES PROTEICAS EM DIETAS PARA LINGUADO DO SENEGAL (Solea senegalensis)*.

Guzmán, J. M., Norberg, B., Ramos, J. S., Mylonas, C. C., & Mañ Anó S, E. L. (2008). *Vitellogenin, steroid plasma levels and spawning performance of cultured female Senegalese sole (Solea senegalensis)*. <https://doi.org/10.1016/j.ygcn.2008.02.002>

Huyben, D., Bevan, D., Stevenson, R., Zhou, H., & Moccia, R. (2018). Evaluation of membrane filtration and UV irradiation to control bacterial loads in recirculation aquaculture systems. *Aquaculture International*, 26(6), 1531-1540.

Imsland, A. K., Foss, A., Conceição, L. E., Dinis, M. T., Delbare, D., Schram, E., ... & White, P. (2003). A review of the culture potential of *Solea solea* and *S. senegalensis*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13, 379-408.

Instituto Nacional de Estatística. (2025). Estatísticas da Pesca: 2023. Lisboa
Morais, S., Aragão, C., Cabrita, E., Conceição, L. E., Constenla, M., Costas, B., Dias, J., Duncan, N., Engrola, S., Estevez, A., Mañanós, E., Valente, L. M., Yúfera, M., & Teresa Dinis, M. (n.d.). *New developments and biological insights into the farming of Solea senegalensis 3 reinforcing its aquaculture potential 4 5*.

Kovács, B. D., de Jesus Gregersen, K. J., Ruppel, F., von Danwitz, A., & Pedersen, L. F. (2023). Evaluating protein skimmer performance in a commercial seawater recirculating aquaculture system (RAS). *Aquacultural Engineering*, 103, 102369. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2023.102369>

Martín, I., Rasines, I., Gómez, M., Rodríguez, C., Martínez, P., & Chereguini, O. (2014). Evolution of egg production and parental contribution in Senegalese sole, *Solea senegalensis*, during four consecutive spawning seasons. *Aquaculture*, 424, 45-52.

Mosqueira, M., Pombo, A., Borges, C., Brito, A. C., Zacarias, N., Esteves, R., & Palma, C. (2022). Potential for Coastal and Offshore Aquaculture in Portugal: Insights from Physico-Chemical and Oceanographic Conditions. *Applied Sciences* 2022, Vol. 12, Page 2742, 12(5), 2742. <https://doi.org/10.3390/APP12052742>

OECD Review of Fisheries 2025. (2025). <https://doi.org/10.1787/560cd8fc-en>

Oliveira, C., Mañanós, E., Ramos, J., & Sánchez-Vázquez, F. J. (2011). Impact of photoperiod manipulation on day/night changes in melatonin, sex steroids and vitellogenin plasma levels and spawning rhythms in Senegal sole, *Solea senegalensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 159(3), 291–295. <https://doi.org/10.1016/J.CBPA.2011.03.025>

Pinto, W., Engrola, S., & Conceição, L. E. (2018). Towards an early weaning in Senegalese sole: A historical review. *Aquaculture*, 496, 1-9.

Robles-Porchas, R. G., Gollas-Galvan, T., Martínez-Porchas, M., Rafael Martínez-Cordova, L., Miranda-Baeza, A., & Vargas-Albores, F. (2020). *The nitrification process for nitrogen removal in biofloc system aquaculture*. <https://doi.org/10.1111/raq.12431>

Rodríguez-Villanueva, J. L., & Peleteiro-Alonso, J. B. (2014). Cultivo del lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) (7. Cuadernos de acuicultura). *Cuadernos de Acuicultura*, 50. <https://digital.csic.es/handle/10261/315473>

Salas-Leiton, E., Vieira, L. R., & Guilhermino, L. (2021). Sustainable fishing and aquaculture activities in the Atlantic coast of the Portuguese North Region: Multi-stakeholder views as a tool for maritime spatial planning. *Sustainability*, 13(2), 663.

Sharrer, M. J., & Summerfelt, S. T. (2007). Ozonation followed by ultraviolet irradiation provides effective bacteria inactivation in a freshwater recirculating system. *Aquacultural Engineering*, 37(2), 180-191.

Sharrer, Mark J., and Steven T. Summerfelt. "Ozonation followed by ultraviolet irradiation provides effective bacteria inactivation in a freshwater recirculating system." *Aquacultural Engineering* 37.2 (2007): 180-191.

Tango, M. S., & Gagnon, G. A. (2003). Impact of ozonation on water quality in marine recirculation systems. *Aquacultural Engineering*, 29(3-4), 125-137.

The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. <https://doi.org/10.4060/CD0683EN>

Zhang, S. Y., Li, G., Wu, H. B., Liu, X. G., Yao, Y. H., Tao, L., & Liu, H. (2011). An integrated recirculating aquaculture system (RAS) for land-based fish farming: The effects on water quality and fish production. *Aquacultural Engineering*, 45(3), 93-102.