

**Acondicionamento, Manutenção e Expedição de Animais Ornamentais  
Marinhos na Empresa TMC Ibéria**

**Mariana Duarte dos Santos Vieira**

Mariana Vieira

2020

**Acondicionamento, Manutenção e Expedição de Animais Ornamentais  
Marinhos na Empresa TMC Ibéria**

**Mariana Duarte dos Santos Vieira**

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em  
Aquacultura

Relatório de Mestrado realizado sob a orientação da Doutora Ana Margarida Violante Pombo e  
supervisão de Sebastien Djuenbode

2020

Título: Acondicionamento, manutenção e expedição de animais ornamentais marinhos na empresa TMC Ibéria Copyright © Mariana Duarte dos Santos Vieira  
Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar Peniche Instituto Politécnico de Leiria 2020

A Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar e o Politécnico de Leiria têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação/relatório de estágio através de exemplares impressos, reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## Agradecimentos

A realização do presente trabalho não teria sido possível sem a colaboração de pessoas e instituições, que direta ou indiretamente deram a sua contribuição. A estas estou profundamente grata por todo o apoio.

Assim, primeiramente quero agradecer á minha orientadora, Professora Doutora Ana Margarida Paulino Violante Pombo, por toda a paciência, empenho e sentido critico, fornecendo sugestões úteis construtivas para a concretização deste trabalho, sem nunca me desmotivar.

Um grande obrigado também á empresa Tropical Marine Center, por me ter dado a oportunidade de estagiar nas suas instalações, especialmente ao Sebastien Duijvenbode, por me ter orientado na empresa, ajudado sempre que necessário e contribuído para o enriquecimento de conhecimentos e desenvolvimento do trabalho. Um grande obrigado também á restante equipa da TMC Ibéria, por toda a ajuda, apoio, orientação e paciência que tiveram ao longo de todo o período de estágio.

A todos os professores de curso e de mestrado, pelos conhecimentos e competências que me transmitiram ao longo do percurso académico, que culminaram na realização deste relatório.

Agradeço á minha família, em especial á minha mãe pelo apoio, ajuda que demonstrou ao longo do meu percurso académico, e em especial no desenvolvimento deste trabalho fazendo-me acreditar que seria capaz de concretizar o meu projeto e alcançar os meus objetivos.

Por toda a vossa amizade, apoio e compreensão que têm demonstrado sempre e especialmente por terem lido vezes sem conta o presente trabalho nas suas versões iniciais e por sempre terem partilhado as suas opiniões e ideias, no sentido de ter conseguido este produto final, a minha eterna gratidão á Ana, Catarina, Mafalda, Monica, João e Mariana.

Por último, mas não menos importantes, agradeço aos meus amigos e colegas, em especial Fátima, Guilherme, Carolina S., Rita S., Carolina V., Rita B., entre muitos outros pelo apoio incondicional que me deram, a nível académico e pessoal.

## Abstract

Aquarism is the practice used to keep aquatic organisms in aquariums for ornamental or scientific purposes, combining the aesthetic sense with various technical knowledge. This practice is a hobby of great interest worldwide, which generates a very lucrative market that has been increasingly developed in countries such as the USA, Japan and Europe, mainly in recent years, due to technological advances. Most organisms kept in aquariums come mainly from harvesting from the natural environment in developing countries, and the capture of these organisms has negative effects on habitat and non-target species. However, in some developed countries, this harvest is sustainable and legislated, which generates higher prices. Thus, one of the most sustainable ways to combat the wild catch of certain organisms is aquaculture. The organisms produced in aquaculture are of a superior quality and are better adapted to live in a captive environment compared to the wild ones.

In order to better observe how the trade in ornamental organisms works, an internship was held at the company TMC Ibéria (Tropical Marine Center Ibéria), which is a multinational company, a European leader in the supply of quality fish and marine invertebrates to the ornamental salt water aquarium market, as well as in the production and distribution of commercial filtration equipment and quality aquatic products. During the internship, part of the work carried out aimed at getting to know the company and its way of operating, reviewing parameters such as packaging, acclimatization, feeding and expedition of living organisms, but also focusing on understanding ideal parameters to maintain and develop, both in terms of colour and growth, corals of the genus *Acropora* and *Montipora*, in aquariums. These are hard corals, of the *Small Polip Scleratinian* (SPS) type, and are increasingly in demand in the ornamental market, however, there are still some difficulties for their good maintenance and development.

**Keywords:** Aquarism; Water quality; Ornamental feeds; *Small Polip Scleratinion*; Acclimatization; Stock management

## Resumo

A aquariorfilia é a prática utilizada para manter organismos aquáticos em aquários para fins ornamentais ou científicos, combinando o sentido estético com vários conhecimentos técnicos. Esta prática é um *hobby* de grande interesse a nível mundial, gerando assim, um mercado muito lucrativo e sendo cada vez mais desenvolvida em países como EUA, Japão e Europa, principalmente nos últimos anos, devido a avanços tecnológicos. A maioria dos organismos mantidos em aquários provém principalmente de apanha do meio natural em países em desenvolvimento, sendo que a captura desses organismos tem efeitos negativos no *habitat* e nas espécies não-alvo. No entanto, em alguns países desenvolvidos, essa apanha é sustentável e legislada, o que gera preços mais elevados. Assim, uma das formas mais sustentáveis de combater a apanha selvagem de certos organismos é a aquacultura. Os organismos produzidos em aquacultura têm uma qualidade superior e estão melhor adaptados para viver num ambiente em cativeiro, em comparação com os selvagens.

De modo a poder observar melhor como funciona o comércio de organismos ornamentais, foi realizado o estágio na empresa TMC Ibéria (Tropical Marine Center Ibéria), sendo esta uma multinacional, líder europeia no fornecimento de peixes e invertebrados marinhos de qualidade para o mercado ornamental de água salgada, bem como na produção e distribuição de equipamentos de filtração comercial e produtos aquáticos de qualidade. Durante este estágio, parte do trabalho realizado teve como objetivo conhecer a empresa e o seu modo de operar, revisando parâmetros como embalagem, aclimatização, alimentação e expedição de organismos vivos, com foco também na compreensão de parâmetros ideais para manter e desenvolver, tanto a nível de coloração, como de crescimento, corais do género *Acropora* e *Montipora*, em aquários. Estes são corais duros, do tipo *Small Polip Scleratinian* (SPS), e são cada vez mais procurados no mercado ornamental, porém, ainda existem algumas dificuldades para a sua boa manutenção e desenvolvimento.

**Palavras Chave:** Aquariorfilia; Qualidade da água; Alimentação ornamental; *Small Polip Scleratinian*; Aclimatização; Gestão de stocks

# Índice

Agradecimentos .....	iii
Abstract.....	iv
Resumo.....	v
Introdução .....	1
1.Enquadramento teórico .....	2
1.1. Aquariofilia .....	2
1.1.1. Aquariofilia no mundo.....	4
1.1.2. Preocupações e Impacto ambiental .....	5
1.1.3. Alternativas à captura.....	6
1.1.3.1. Proteção e conservação .....	6
1.1.3.1.1. CITES (Convention on International Trade of Endangered Species of Fauna and Flora).....	7
1.2. Aquacultura ornamental de água salgada .....	8
1.2.1. O que é? .....	8
1.2.1.1. Nutrição .....	8
1.2.1.2. Parâmetros da água e sistemas de suporte de vida.....	9
1.2.2. Vantagens e preocupações.....	10
1.2.3. Será necessária a produção de todos os peixes ornamentais em aquacultura?.....	12
1.2.3.1. Produção de espécies ornamentais .....	13
1.3. Estágio na TMC Ibéria .....	15
2. TMC Ibéria .....	16
2.1.Instalações.....	16
2.1.1.Fish house .....	16
2.1.1.1.Peixes.....	17
2.1.1.2.Invertebrados.....	19
2.1.1.3.SPS .....	20
2.1.2.Sala de aclimatização .....	20

2.1.2.1. Peixes.....	21
2.1.2.2. Invertebrados .....	21
2.1.2.3. Quarentena.....	21
2.1.2.3.1. Fases de tratamento.....	21
2.1.2.3.2. Tratamentos utilizados.....	22
2.1.3. Sala de filtração e sala de bombas.....	23
2.1.3.1. Processo de filtração .....	23
2.1.3.2. Sala das bombas .....	25
2.1.3.3. Sala da filtração .....	26
2.1.4. Área de serviço.....	27
2.1.4.1. Fabrico de Água.....	27
2.2. Rotinas diárias para verificação e manutenção de organismos vivos.....	28
2.2.1. Receção e aclimatização de novos animais .....	28
2.2.2. Controlo da qualidade da água .....	30
2.2.2.1. Temperatura .....	31
2.2.2.2. Salinidade .....	31
2.2.2.3. Nitratos, Nitritos e Amónia .....	31
2.2.2.4. Fosfatos.....	32
2.2.2.5. pH.....	33
2.2.2.6. Cálcio e magnésio .....	33
2.2.2.7. Kh .....	33
2.2.3. Checklist .....	34
2.2.4. Verificação de mortalidade.....	34
2.2.5. Alimentação .....	34
2.2.6. Manutenção de sistemas e equipamentos .....	36
2.2.7. Embalamento.....	37
2.2.8. Expedição .....	39
2.2.9. Stocklist e Stocktake .....	40
3. Sistema de SPS .....	41
3.1. Enquadramento teórico.....	41

3.1.1. O que são? .....	41
3.1.2. Relação de simbiose: coral/alga.....	41
3.1.3. Problemas e impacto ambiental .....	43
3.2. Descrição do sistema utilizado na TMC .....	45
Conclusão .....	50
Referências Bibliográficas .....	51
Webgrafia.....	58

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.1:</b> Espécies de peixes com mais importações pelos Estados Unidos em quatro anos distintos. Nota: Adaptado de Calado et al., (2017).....	3
<b>Figura 1.2:</b> Espécies de invertebrados com mais importações pelos Estados Unidos em três anos distintos. Nota: Adaptado de Calado et al., (2017).....	3
<b>Figura 1.3:</b> Mapa mundial representativo dos países importadores e exportadores de peixes ornamentais. (Fonte: Ver <i>webgrafia</i> ). <b>Legenda:</b> <b>F</b> – Peixes de água doce; <b>M</b> – Peixes marinhos; <b>Ponto cor de rosa</b> – Países classificados pelas Nações Unidas com baixo desenvolvimento humano, tendo em conta parâmetros como Esperança média de vida, interação industrial e custo de vida; <b>Ponto verde</b> – Países classificados pelas Nações Unidas como nada desenvolvidos em termos de importações, população e vulnerabilidade económica; <b>Ponto Azul</b> – Países que se encontram em ambas as listas referidas nos pontos acima; <b>Ponto Cinza Escuro</b> – Países que não se encontram em nenhuma das listas referidas nos pontos em cima; <b>Área cinzenta</b> – Países classificados como maiores mercados importadores a nível mundial -USA, Canada, Europa, China e Japão; .....	5
<b>Figura 1.4:</b> Exemplos de algumas espécies ornamentais produzidas em aquacultura. <b>Legenda:</b> Imagem <b>A, B e C</b> podemos observar espécies como <i>Lysmata spp.</i> , várias espécies do género <i>Acropora</i> e <i>Amphiprion percula</i> . Na imagem <b>D, E e F</b> encontram-se espécies como <i>Amphiprion ocellaris</i> , <i>Hippocampus reidi</i> e <i>Hippocampus guttullatus</i> . As espécies descritas são representativas de espécies ornamentais produzidas em aquacultura. (Fonte: Ver <i>webgrafia</i> ). .....	14
<b>Figura 1.5:</b> Fases de desenvolvimento larval de <b>a) Centropyge fisheri</b> , <b>b) Centropyge fisheri</b> vs. <i>Centropyge resplendens</i> e <b>c) Centropyge resplendens</b> . .....	15
<b>Figura 2.1:</b> Planta representativa das instalações do piso zero da TMC Ibéria. <b>Legenda:</b> 1- Receção; 2- <i>Fish House</i> ; 3- Quarentena; 4- Sala de Filtração; 5- Sala das Bombas; 6- <i>Cash and Carry</i> ; 7- Arca frigorífica; 8- Armazém; 9- WC's.....	16
<b>Figura 2.2:</b> Exemplo de aquários 4 <i>inch</i> . .....	18
<b>Figura 2.3:</b> Em cima podemos observar um conjunto de aquários de 8 <i>inch</i> e na Figura de baixo os aquários comunitários (a) e aquários 12 <i>inch</i> (b).....	19
<b>Figura 2.4:</b> Visão geral dos tanques dos invertebrados: <b>a) 12 inch</b> e <b>b) aquários comunitários</b> . .....	20
<b>Figura 2.5:</b> Representação esquemática dos locais de passagem da água num sistema de recirculação fechado. .....	24
<b>Figura 2.6:</b> Representação esquemática dos locais obrigatórios da passagem da água. ...	24
<b>Figura 2.7:</b> Representação esquemática dos locais para onde a água pode seguir aquando na <i>Sump</i> .....	25

<b>Figura 2.8:</b> Sala de bombas (na fotografia é visível a presença de UV'S e bombas nesta sala).	26
<b>Figura 2.9:</b> Sala de filtração. <b>Legenda:</b> <b>A-</b> Sistema de filtração dos peixes: <b>A<sub>1</sub></b> - Filtração biológica; <b>A<sub>2</sub></b> - <i>Sump</i> do sistema dos peixes; <b>A<sub>3</sub></b> - Filtração mecânica; <b>A<sub>4</sub></b> - Escumadores. <b>B-</b> Sistema de filtração dos invertebrados: <b>B<sub>1</sub></b> - Filtração biológica; <b>B<sub>2</sub></b> - <i>Sump</i> do sistema dos invertebrados; <b>B<sub>3</sub></b> - Filtração mecânica; <b>B<sub>4</sub></b> - Escumador	27
<b>Figura 2.10:</b> Representação esquemática das mesas de aclimatização e das respectivas saídas de água, dependendo da fase de aclimatização. (Fase 1 e 2).	29
<b>Figura 2.11:</b> Mesa de embalagem. Local onde se colocam os peixes após a sua apanha e onde estes são embalados em sacos que são posteriormente fechados com grampos na máquina visível à direita.	38
<b>Figura 2.12:</b> Representação esquemática do protocolo seguido desde a receção do pedido, até á fase de embalagem.	39
<b>Figura 2.13:</b> Esquema representativo do processo de expedição após embalagem dos animais.	40
<b>Figura 3.1:</b> Esquema representativo do pólipó de um coral e da respetiva localização da zooxantela (Fonte: Ver webgrafia).	42
<b>Figura 3.2:</b> Representação esquemática de alguns exemplos de nutrientes que são fornecidos pela relação simbiótica entre os corais e as zooxantelas. (Fonte: Ver webgrafia).	43
<b>Figura 3.3:</b> Figura representativa do estado de degradação de um coral após sofrer branqueamento (Fonte: Ver webgrafia). <b>Legenda:</b> <b>1º.</b> Relação de simbiose do coral com a alga, no qual estas últimas fornecem nutrientes aos hospedeiros através de energia solar e química. <b>2º.</b> Representa uma situação de stress, na qual as algas vão produzir substâncias tóxicas e vão ser “expulsas” pelo coral, levando a coloração a ficar esbranquiçada. <b>3º.</b> Ao expulsarem as algas, os corais acabam por perder a fonte de nutrientes e devido ao elevado stress tornam-se totalmente brancos o que pode levar a sua morte. <b>4º.</b> Caso exista uma redução do parâmetro da água que levou ao elevado nível de stress e a consequente libertação de zooxantelas, as mesmas poderão vir a re-habitar o coral. Se isto não acontecer os corais acabaram por morrer.	44
<b>Figura 3.4:</b> Sistema dos SPS. <b>Legenda:</b> <b>a)</b> Torneira de entrada da água para o tanque; <b>b)</b> Saída de água do tanque por <i>overflow</i> ; <b>C1)</b> <i>Sump</i> , local onde se encontra a filtração mecânica e a live rock; <b>C2)</b> Local da <i>Sump</i> onde se encontra o escumador e o Uv; <b>e)</b> Iluminação correspondente a um dos quatro tanques (como se pode observar existem cinco lâmpadas a iluminar cada um dos quatro tanques); <b>f)</b> Tanques de acrílico onde se encontram os corais SPS, colocados em bases brancas <b>(g)</b> . As letras <b>a), b), e), f), g)</b>	

representam material e funções existentes em todos os tanques. Esta legenda é meramente representativa dos tanques mais visíveis. ....	45
<b>Figura 3.5:</b> Coral do género <i>Acropora</i> que, após passar do sistema dos invertebrados para o sistema dos SPS foi visível o crescimento de novos pólipos na base de corte ( <b>A<sub>1</sub></b> , representa a base do coral no dia um e <b>A<sub>2</sub></b> representa a base do coral no dia oito, logo dezasseis dias depois, na qual se podem observar mais desenvolvimentos a nível dos polipos), assim como ao longo de todo o coral (A observação deste crescimento pode ser feita através da comparação entre a letra <b>B<sub>1</sub></b> e <b>B<sub>2</sub></b> ). ....	48
<b>Figura 3.6:</b> Coral do género <i>Acropora</i> no qual é possível a observação de evolução em termos de coloração. Também se pode observar crescimento e desenvolvimento de novos pólipos (Comparação entre <b>C<sub>1</sub></b> e <b>C<sub>2</sub></b> ). ....	48
<b>Figura 3.7:</b> Coral do género <i>Montipora</i> , no qual se pode observar uma mudança significativa na coloração após a mudança de um sistema para o outro. ....	48
<b>Figura 3.8:</b> ( <b>A</b> ) Representação esquemática do que acontecia antes do novo sistema de SPS existir e o que acontece atualmente com o novo sistema de SPS, estável ( <b>B</b> ). ....	49

## Índice de Quadros

<b>Quadro 1.1:</b> <i>Vantagens do cultivo de animais ornamentais em aquacultura</i> .....	10
<b>Quadro 1.2:</b> <i>Riscos do cultivo de animais ornamentais em aquacultura</i> .....	11
<b>Quadro 2.1:</b> <i>Quadro representativo dos testes realizados diária ou semanalmente. Legenda:</i> <b>P</b> -peixes / <b>I</b> -invertebrados / <b>S</b> -SPS .....	30
<b>Quadro 2.2:</b> <i>Alimentação fornecida a todos os peixes e a animais do filo Arthropoda</i> .....	35
<b>Quadro 2.3:</b> <i>Quadro representativo das principais diferenças entre a água dos peixes e a água dos invertebrados</i> .....	38

## Introdução

O presente relatório, realizado no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Aquacultura, é o resultado final da consolidação dos sete meses de estágio na sucursal da empresa TMC Ibéria (Tropical Marine Center Ibéria) em Portugal, localizada em São Julião do Tojal e dos conteúdos lecionados ao longo da licenciatura em Biologia Marinha e Biotecnologia, e aprofundados durante o mestrado em Aquacultura, com o intuito de desenvolver um maior conhecimento na área da aquacultura ornamental. Ao longo do estágio, foram revistos e aplicados diversos procedimentos, tal como foram aprendidas novas técnicas que mais adiante serão abordadas.

Este trabalho divide-se em três capítulos, ao longo dos quais podemos ver descritas e aprofundadas rotinas, metodologias, equipamentos e técnicas utilizadas diariamente na presente empresa, que contribuem para o sucesso da mesma.

No primeiro capítulo encontramos um enquadramento teórico no que diz respeito à aquarioria a nível mundial, e à aquacultura, revendo vantagens, preocupações, necessidades e a vantajosa relação que podem ter uma com a outra, concluindo o capítulo com uma pequena introdução e enquadramento à empresa em questão.

No segundo capítulo são apresentadas as diferentes áreas que constituem a TMC, assim como os vários processos que ocorrem em cada uma dessas áreas, seja a nível de filtração, fabrico de água, expedição, aclimatização, entre outros.

No terceiro e último capítulo há um maior foco no sistema mais recente da TMC, devido ao seu papel fundamental no decorrer do estágio, visto que um dos seus objetivos foi acompanhar o crescimento e desenvolvimento de alguns corais do género *Acropora*, provenientes do ambiente natural. Neste ponto, são descritos os objetivos que levaram à criação do sistema dos SPS (*Small Polip Scleratinan*), algumas formas de funcionamento e diferenças para com os outros sistemas também existentes. Por fim, são feitas considerações finais e conclusões que se retiram a respeito do presente estágio.

# 1. Enquadramento teórico

## 1.1. Aquariofilia

O fascínio pela vida marinha e a prática de manter a vida aquática em cativeiro remonta a civilizações antigas ( ex. Egípcias, Chinesas) (Calado et al., 2017). Nestas civilizações os peixes começaram por ser mantidos com o objetivo de serem uma fácil fonte de alimento, sempre disponível, mas rapidamente estes animais começaram a assumir um papel decorativo e de entretenimento. Uma das principais civilizações que sempre manteve e cuidou destes animais foram os Chineses que desde cedo começaram a cultivar e domesticar os vulgares peixes dourados, até que por volta do ano de 1500 começaram a sua exportação, permitindo que este se tornasse num animal de estimação omnipresente. A manutenção de peixes em cativeiro para fins ornamentais rapidamente se propagou por todo o mundo, sendo que com o passar do tempo mais espécies foram introduzidas neste hobby. (Palmtag, 2017; Rhyne et al., 2017a; Rocha, 2017)

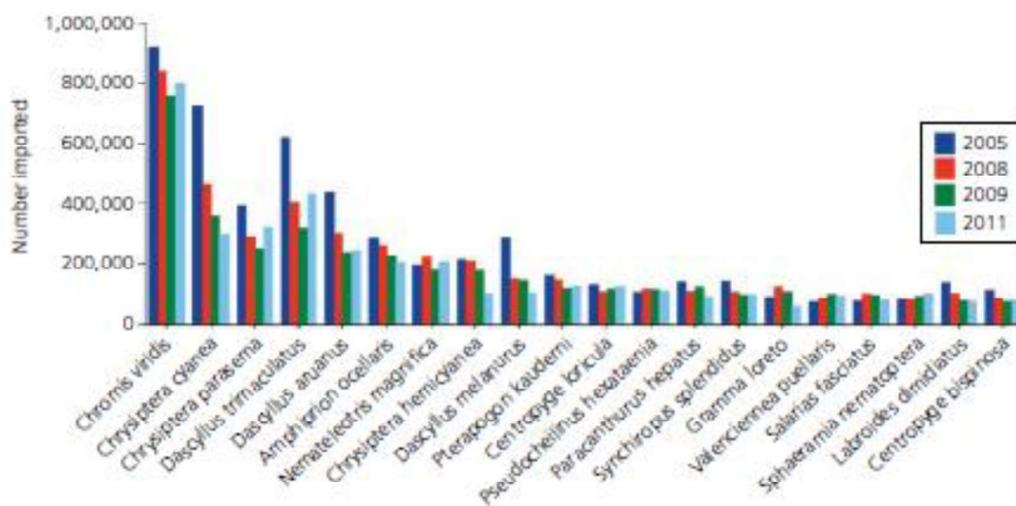
A aquariofilia como atividade económica tem vindo a expandir-se nos últimos anos, revelando um grande interesse por uma notável gama de espécies (Rhyne et al., 2012a), denominadas espécies ornamentais.

O *hobby* de produção e manutenção de espécies ornamentais divide-se em duas grandes áreas: a produção de animais de água doce e a produção de animais de água salgada. A manutenção destes últimos representa um desafio enorme e dispendioso, em comparação com os organismos de água doce, tanto em termos de sistema de filtração, como de qualidade da água, volume e valor das espécies comercializadas no mercado ornamental (Moorhead & Zeng, 2010).

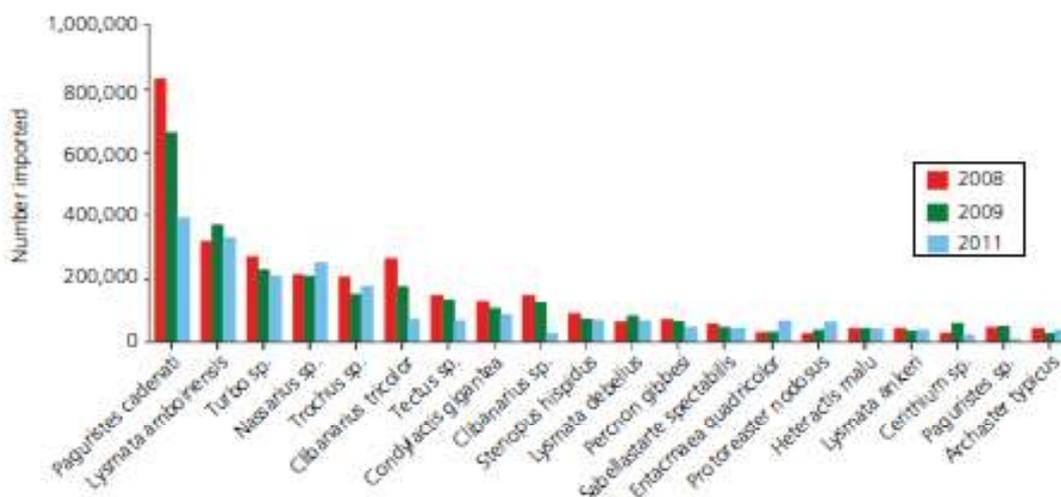
No entanto, o desenvolvimento tecnológico, mais acentuado na última década, tanto na parte mais técnica (ex. sistema de suporte de vida, alimentação), como na parte digital, permitiu a evolução e desenvolvimento de novas técnicas e práticas de manutenção. Assim, o *hobby* da aquariofilia de água salgada tornou-se mais apelativo, fácil e acessível aos domicílios comuns (Livengood & Chapman, 2007; Lucas & Southgate, 2013; Moorhead & Zeng, 2010; Rhyne et al., 2017a). O desenvolvimento tecnológico facilitou, ainda, a comunicação entre *hobbyist - hobbyist*, *hobbyist - cientistas*, pequenas empresas, cientistas - pequenas empresas, entre outras combinações. Isto gera uma livre troca de ideias e técnicas sem fronteiras geográficas ou profissionais e contribui para o crescimento da indústria ornamental marinha, particularmente na produção de organismos provenientes de recifes de coral (Moorhead & Zeng, 2010; Rhyne, 2010), que anteriormente eram impossíveis de manter e de obter (Palmtag, 2017; Rhyne et al., 2017a; Rocha, 2017).

Apesar de toda esta evolução, atualmente, muitos dos organismos ornamentais (acima de 90%) são capturados do meio ambiente (Wabnitz et al., 2003) por ser uma prática mais barata

(Tlustý, 2002), o que leva a um elevado número de exportações e importações de várias espécies de interesse, como podemos observar nas Figuras 1.1 e 1.2, relativamente aos Estados Unidos. Assim sendo, os peixes ornamentais tropicais compõem uma lista variada de espécies com diversas cores e formas do corpo, assim como os invertebrados (ex. corais, crustáceos, moluscos, equinodermes) e, ainda, a rocha viva (rochas porosas provenientes do oceano, onde se alojam bactérias nitrificantes e juntos formam um eficiente bio filtro para um aquário de corais) (Livengood & Chapman, 2007). Cada espécie possui os seus próprios requisitos peculiares para a produção comercial, sendo o mercado ornamental tão variado quanto as espécies existentes.



**Figura 1.1:** Espécies de peixes com mais importações pelos Estados Unidos em quatro anos distintos.  
Nota: Adaptado de Calado et al., (2017)



**Figura 1.2:** Espécies de invertebrados com mais importações pelos Estados Unidos em três anos distintos.

Nota: Adaptado de Calado et al., (2017)

### 1.1.1. Aquariofilia no mundo

A aquariofilia ornamental é uma atividade comercial relevante, bem como um dos passatempos mais populares do mundo (Tlusty et al., 2013), sendo que as pessoas tem demonstrado cada vez mais interesse nesta atividade. Para tal, vários têm sido os países que disponibilizam as suas espécies nativas para serem comercializadas, de forma a que o mercado ornamental consiga fornecer um vasto conjunto de organismos, sendo este *hobby* bastante importante para a economia de alguns desses países, ajudando no seu desenvolvimento. De entre os principais exportadores estão os países do Indo-Pacífico como as Filipinas, Indonésia, Ilhas Salomão, Sri Lanka, Fiji, Maldivas e Palau (Calado, et al., 2017; Leal et al., 2016; Rhyne et al., 2012b ), como podemos ver na Figura 1.3. A Austrália é um país desenvolvido, com um mercado de exportação de organismos ornamentais cada vez maior. Apesar do seu elevado custo, comparativamente aos países em desenvolvimento, a captura e os processos ambientais são progressivamente mais sustentáveis, dando assim ao consumidor um maior interesse nos mesmos (Leal et al., 2014). Os Estados Unidos, a Europa e o Japão são os principais importadores (Thornhill, 2012; Wabnitz et al., 2003; Wood, 2001).

Mais de mil e oitocentas espécies de peixes e setecentas espécies de invertebrados, incluindo cnidários, moluscos, artrópodes, equinodermes e anelídeos (Wabnitz et al., 2003), são comercializados a nível mundial (Maceda-Veiga et al., 2014; Sharma et al., 2015; Yanar et al., 2019), sendo cerca de 90% dos animais comercializados de água doce e 10% de água salgada (Evers et al., 2019; Raghavan et al., 2013). Mais de metade dos últimos organismos referidos são organismos que provêm de recifes de coral (Calado, 2006; Ostrowski & Laidley, 2001), sendo que este valor tem aumentado devido ao forte crescimento comercial que tem vindo a ocorrer nos últimos anos (Livengood & Chapman, 2007; Olivier, 2003, 2001; Whittington & Chong, 2007).



**Figura 1.3:** Mapa mundial representativo dos países importadores e exportadores de peixes ornamentais. (Fonte: Ver *webgrafia*). **Legenda:** **F** – Peixes de água doce; **M** – Peixes marinhos; **Ponto cor de rosa** – Países classificados pelas Nações Unidas com baixo desenvolvimento humano, tendo em conta parâmetros como Esperança média de vida, interação industrial e custo de vida; **Ponto verde** – Países classificados pelas Nações Unidas como nada desenvolvidos em termos de importações, população e vulnerabilidade económica; **Ponto Azul** – Países que se encontram em ambas as listas referidas nos pontos acima; **Ponto Cinza Escuro** – Países que não se encontram em nenhuma das listas referidas nos pontos em cima; **Área cinzenta** – Países classificados como maiores mercados importadores a nível mundial -USA, Canada, Europa, China e Japão;

### 1.1.2. Preocupações e Impacto ambiental

Os ecossistemas aquáticos saudáveis são essenciais, tanto para a biodiversidade, como para a humanidade. Contudo os biomas marinhos sofrem ameaças cada vez mais severas (Prasitnok et al., 2017), principalmente devido à crescente apanha para o comércio da aquariofilia ornamental.

Os ecossistemas tropicais de recifes de coral são os mais ricos e biologicamente produtivos (Olivotto et al., 2011), ocupando menos de 0,1% do fundo oceânico e fornecendo *habitat* a pelo menos 25% das espécies marinhas conhecidas (Fisher et al., 2015; Hoegh-Guldberg et al., 2017). Contudo, o crescimento e a elevada procura de espécies ornamentais, devido a atividades antropogénicas que levam a uma mudança na dinâmica natural (Baskett et al., 2010; Olivotto et al., 2011; Rocha et al., 2015), têm gerado e manifestado um problema, com efeitos negativos a nível de espécies, ecossistemas e parâmetros biofísicos, pois quanto maior a procura de organismos vivos, maior terá de ser a sua apanha do meio natural. Isto suscita preocupações relativamente à continuação da captura de organismos ornamentais

marinhos, a qual pode impactar as espécies-alvo e provocar efeitos irreversíveis nas componentes de todo o ecossistema.

Reid et al. (2010) detalham os impactos antropogénicos diretos e indiretos no meio marinho e as suas consequências para a biodiversidade e o bem-estar humano. As principais ameaças a nível mundial que, tanto os organismos ornamentais, como os seus *habitats* sofrem, são o turismo, a sobrepesca e a poluição. Para se efetuar a sua captura (Krieger & Chadwick, 2013; Spalding & Brown, 2015), por vezes, são utilizadas técnicas de pesca altamente destrutivas e não seletivas, com o auxílio de substâncias tóxicas (cianeto) que podem conduzir a efeitos secundários em toda a biodiversidade (Leal et al., 2016; Olivotto et al., 2011; Rhyne & Lin, 2004). No entanto, há quem defenda a continuidade de tais práticas, dada a importância económica para o sustento de alguns países, especialmente os países em desenvolvimento (Yanar et al., 2019). Para além da sobrepesca, que pode esgotar as unidades populacionais selvagens, a introdução de organismos não nativos (Rhyne, 2010) e a utilização de explosivos para a apanha de peixes e corais (Friedlander, 2001) são outros fatores antropogénicos que merecem ser mencionados.

### **1.1.3. Alternativas à captura**

#### **1.1.3.1. Proteção e conservação**

Os organismos ornamentais marinhos são os bens mais valiosos que existem num recife de coral e, portanto, uma captura bem gerida, consciente e sustentável (Evers et al., 2019; Raghavan et al., 2013; Tlusty, 2002) proporciona às comunidades um incentivo para proteger os recursos e utilizá-los de forma suportável (Wabnitz et al., 2003). Para tal, deve avaliar-se a magnitude e a biodiversidade das importações para os principais países consumidores (Calado et al., 2017), bem como identificar e conservar os *habitats*, pois a diversidade, a qualidade e a extensão do *habitat* são os fatores ambientais mais importantes da distribuição, abundância e variedade de organismos vivos num recife de coral. Deste modo, e para colocar em prática os fatores descritos acima, foram gerados apelos ao estabelecimento de planos de gestão, nomeadamente, zonas de recolha especificadas, zonas de exclusão de capturas, proibições, quotas, limites de tamanho, restrições de apanha por género e de equipamentos de apanha, limites de exportação (Calado et al., 2017) e criação de mais Áreas Marinhas Protegidas (MPA'S) (Johnston et al., 2019).

Uma alternativa à pesca de certas espécies e à consequente sobre-exploração, particularmente dos recifes de coral (Tlusty, 2002), é a produção de peixes em aquacultura (Johnston et al., 2003; Ogawa & Brown, 2001), que reduz a apanha selvagem, através da produção sustentável de animais. Restringir, ou mesmo proibir, a apanha de algumas espécies ornamentais marinhas, para fornecer o comércio da aquariofilia, está a tornar-se uma opção crescente ao defender a conservação dos recifes (Dee et al., 2014). Com o intuito

de conservar os habitats e as suas espécies e de sensibilizar as pessoas, os aquários públicos e as organizações de proteção ambiental também têm desempenhado um papel fundamental, ao fornecerem conhecimentos em técnicas de reprodução e restauro de corais em habitats naturais (Silva et al., 2019), e ao educarem as pessoas, em específico os pescadores, sobre as consequências de práticas irresponsáveis (Toller et al., 2001).

#### **1.1.3.1.1. CITES (Convention on International Trade of Endangered Species of Fauna and Flora)**

Aumentar a sustentabilidade da indústria de organismos ornamentais deve ser considerada uma iniciativa primária (Rhyne, 2014; Tlustý et al., 2013). Para ajudar a aumentar tal sustentabilidade, e de modo a ajudar a acabar com a sobre-exploração das populações naturais e a garantir a sobrevivência das espécies na natureza, vários Estados e organizações regionais de integração económica (referidas como Partes) uniram-se, em 1973, para criar a *Convention on International Trade of Endangered Species of Fauna and Flora* (CITES). A CITES constitui um obstáculo intencional ao comércio internacional, dando ênfase a espécies que foram consideradas em risco de extinção, ou nas quais a sustentabilidade seja afetada devido ao comércio. As espécies abrangidas pela CITES agrupam-se em três Apêndices, consoante o grau de proteção que necessitam. Uma espécie listada no CITES, pode ser comercializada desde que tenha determinada documentação (licença de importação) e a mesma terá de ser apresentada no ponto de saída e no ponto de entrada do animal nos diversos países. No entanto, é necessário obter-se informação das leis do país para o qual se quer importar, pois um animal com Documentação CITES pode não ser legal em todos os países aderentes da Convenção, visto que a lei de cada país se sobrepõe à legislação da Convenção. Para se proceder ao pedido de um CITES, em Portugal, deve-se contactar o ICNF. Entre várias espécies de animais e plantas, vivos e mortos, podemos observar algumas espécies marinhas como tubarões e atuns, que são, atualmente, insustentavelmente apanhados e comercializados (Clarke et al., 2006), e corais duros, *Tridacnas* e cavalos-marinhos, representando apenas uma pequena porção do comércio total de animais aquáticos ornamentais (Smith et al., 2009, 2008).

Infelizmente, estudos anteriores demonstram que os registos CITES podem ser imprecisos, incompletos ou insuficientes para proteger as espécies listadas (Bickford et al., 2011; Blundell & Mascia, 2005).

## 1.2. Aquacultura ornamental de água salgada

### 1.2.1. O que é?

A aquacultura ornamental de água salgada surgiu com a finalidade de conservar e minimizar a captura de organismos do meio ambiente, reduzindo a pressão exercida pela mesma (Pomeroy et al., 2004). Esta veio intervir como suporte para resolver problemas e sustentar as necessidades do *hobby* que é a aquariofilia (Sicuro, 2018; Tlustý, 2002), fornecendo um elevado valor ao produto final (Watson & Hill, 2006). Algumas práticas de aquacultura sustentáveis estão bem desenvolvidas e prevalecem em muitos países à volta do globo (Frankic & Hershner, 2003), permitindo que esta seja uma grande alternativa à captura no meio natural.

#### 1.2.1.1. Nutrição

A nutrição é um dos parâmetros mais importantes, se não mesmo o mais importante, quando se fala de aquacultura e, nomeadamente, de espécies ornamentais. Uma boa alimentação e nutrição dos organismos ornamentais pode fornecer vantagens a nível da saúde, coloração, digestibilidade, maturidade sexual, assim como sucesso no cultivo larvar. Todavia, e como demonstrado por Sun et al. (2012), um grande problema que assola a aquacultura de peixes ornamentais, para além das dificuldades técnicas quanto à maturação de reprodutores, indução de postura e cultivo larvar, prende-se com o desafio de produzir animais com as cores que a sua espécie apresenta no meio ambiente. Para tal acontecer, e como é descrito acima, é importante uma boa alimentação e nutrição. No entanto, existe um nível de investigação desproporcional quando se compara este fator na produção de peixes para alimentação humana e na indústria de peixes ornamentais (Sales & Janssens, 2003). A primeira, apesar de ter também em conta fatores como a coloração e a saúde, foca-se mais na taxa de crescimento e reprodução. Já na segunda, esses fatores possuem menor relevância, pois é preferível que os peixes demorem mais a crescer, ou que sejam mesmo mais pequenos, mas que possuam atributos mais desejados pelos consumidores, tais como a coloração e anatomia das barbatanas.

Uma boa alimentação e nutrição consiste em fornecer aos organismos ornamentais dietas equilibradas e diversificadas, ricas em proteínas, minerais, lípidos, vitaminas e carotenoides que podem ser fornecidos através de algas, alimento vivo, produtos que se diluem na água (enriquecimento líquido) ou alimento inerte (*pellets*) (Calado et al., 2017). Da mesma forma, se podem fornecer probióticos que conferem benefícios a várias espécies (Pintado et al., 2011; 2014).

O alimento fornecido deve ser adequado ao nível nutricional e ao estágio de vida em que se encontra o animal, variando consoante o tamanho da sua boca. Em geral, a maioria das

espécies ornamentais em cativeiro aceitará alimentos naturais que tenham sido produzidos ou recolhidos, congelados, embalados e disponibilizados prontamente para o mercado de aquarofilia e aquaculturas (ex. lulas, peixes, mexilhões, camarões, artémia, matéria vegetal aquática ou terrestre), complementado com dietas formuladas ou presas vivas cultivadas (ex. artémia viva ou *mysis*) (Moorhead & Zeng, 2010). A maioria destas dietas está disponível em formas cruas que, muitas vezes, requerem descongelamento e enriquecimento para satisfazer as exigências nutricionais. Assim, durante os primeiros estádios de vida, os animais ornamentais devem alimentar-se de copépodes, pequenas presas naturais, pois deverão ter o tamanho adequado para a sua boca. Outros alimentos fornecidos para o crescimento de espécies ornamentais são rotíferos, artémia e *mysis*, sendo estes últimos bastante utilizados para estádios de vida mais avançados. Estas presas vivas possuem uma utilização muito recorrente em aquacultura ornamental, porque são fáceis de cultivar em alta densidade.

### **1.2.1.2. Parâmetros da água e sistemas de suporte de vida**

Para além da nutrição, outros fatores bastante importantes são a qualidade da água e o sistema de suporte de vida, tanto para a aquarofilia, como em aquacultura. Os equipamentos técnicos para manter ou melhorar a qualidade da água nos sistemas devem ser cuidadosamente selecionados, a fim de satisfazer os requisitos específicos das espécies produzidas/mantidas.

Os sistemas de filtração são geralmente divididos em físicos, biológicos e químicos (Stickney, 2009). Todas estas partes do sistema de filtração são bastante relevantes, visto que o primeiro remove partículas sólidas, de grande dimensão assim como ; o segundo realiza a degradação de matéria orgânica (ex. ciclo do azoto) e de outros compostos biológicos que se encontrem na água; o terceiro complementa ambos os anteriores, realizando a remoção de substâncias dissolvidas na água do aquário a nível molecular. Exemplos de tipos de filtração mecânica, biológica e química são filtros de saco, escumadores, filtros de areia, carvão ativado, ozonizadores, entre outros.

Além da filtração da água, há outros fatores técnicos que se deve ter em conta para o bom funcionamento de um aquário/tanque, como é o caso da recirculação da água, que é possível através do auxílio de bombas de recirculação, permitindo assim um maior movimento da água dentro dos tanques; da desinfecção da água, realizada por reatores UV'S (Luz Ultra Violeta), que através da passagem da água numa câmara com uma lâmpada UV, emite radiações nesta gama de modo a eliminar micro-organismos. Este é o meio eficaz de controlar agentes patógenos e complementar todo o processo de filtração; da iluminação, que também desempenha um papel fundamental, especialmente em organismos fotossintéticos, quando não é possível confiarmos na iluminação natural (Calado et al., 2017).

Para além do sistema de recirculação da água e, independentemente das exigências específicas dos organismos produzidos, existem parâmetros a serem monitorizados diariamente (ex. temperatura, concentração de oxigénio, pH, salinidade, concentração de compostos azotados, amónia, nitritos e nitratos, e concentração de cálcio) (Olivotto et al., 2011; Rocha et al., 2015), pois são essenciais para se conseguir reproduzir e manter qualquer espécie ornamental (Ostrowski & Laidley, 2001). Assim, a monitorização e o controlo, tanto dos parâmetros químicos da água, como do sistema de suporte de vida, são fundamentais para o bom funcionamento da aquacultura ou de qualquer aquário.

### 1.2.2. Vantagens e preocupações

A aquacultura ornamental marinha desempenha um papel essencial na obtenção de um equilíbrio entre viabilidade económica e uma boa prática ambiental. A produção de organismos pode ser vantajosa em relação aos animais capturados do meio ambiente, mas também pode trazer algumas preocupações sociais, porque a captura de organismos ornamentais é a fonte de rendimento de muitas populações.

Segundo Tlustý.(2002), as vantagens de uma qualidade superior dos organismos ornamentais produzidos em aquacultura, comparadas às de organismos capturados do meio selvagem, podem ter impacto a vários níveis, como se pode observar no Quadro 1.1.

**Quadro 1.1:**

*Vantagens do cultivo de animais ornamentais em aquacultura.*

<b>Benefícios</b>	
<b>Económicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A aquariofilia é uma indústria em crescimento, sendo que a produção deste tipo de organismos em cativeiro seria uma mais valia económica para os países importadores, apesar de poder vir a acarretar elevados custos (ex. fabrico de água, manutenção da temperatura ideal, entre outros).</li> </ul>
<b>Stocks Naturais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A produção em cativeiro deste tipo de organismos leva a uma redução drástica da necessidade de ir capturar peixes ao ambiente natural;</li> <li>• Pode ser uma solução para a produção de animais raros;</li> <li>• Melhor capacidade no manuseio e transporte destes indivíduos, levando a menores mortalidades.</li> </ul>
<b>Produção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior previsibilidade em relação à produção e aos preços dos indivíduos;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de espécies e estirpes que são difíceis de capturar na Natureza ou o cruzamento de espécies para a produção de híbridos;</li> <li>• Melhor qualidade dos indivíduos comparando com os capturados na Natureza.</li> </ul>
<b>Pesquisa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior conhecimento sobre a biologia das espécies comercializadas, levando a novos métodos de produção (como o desenvolvimento larval ou o tipo de alimentação).</li> </ul>
<b>Conservação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A produção total destes organismos em cativeiro leva a que não exista a necessidade de captura de organismos no seu ambiente natural;</li> <li>• Possibilidade de reintrodução de espécies e recuperação de <i>habitats</i> degradados.</li> </ul>
<b>Uso de farinha de peixe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao contrário do que acontece com a produção de peixe para alimentação humana, as quantidades de farinha de peixe utilizadas em aquacultura ornamental são menores, substituindo-a por outras fontes de proteína vegetal; para além da utilização de alimento inerte, também se pode fornecer alimento congelado ou vivo, assim como suplementar a alimentação com algas.</li> </ul>

Apesar de todas estas vantagens, a produção de peixes em aquacultura ornamental pode resultar em algumas preocupações, nomeadamente, em fatores como a nutrição complexa das fases iniciais da sua vida e a exigência de produção de muitas espécies populares, especialmente nas fases larvares (Olivotto et al., 2011; Ostrowski & Laidley, 2001). Deste modo, estes fatores podem ser melhorados com o desenvolvimento de novas técnicas e sistemas de produção.

No Quadro 1.2 podemos aferir os principais riscos e pontos que ainda precisam de ser desenvolvidos.

#### **Quadro 1.2:**

##### *Riscos do cultivo de animais ornamentais em aquacultura*

<b>Riscos</b>	
<b>Impactos económicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A captura destas espécies é a principal fonte económica de muitos povos em zonas pouco desenvolvidas. Devido à maior capacidade económica dos países desenvolvidos, com a produção em aquacultura de espécies ornamentais, pode levar ao desaparecimento do sustento desses povos. Uma alternativa, á apanha de espécies em elevado risco de</li> </ul>

	extinção e que a sua apanha seja restrita é a aquacultura nos países onde se realizaria a apanha/exportadores, pois têm as condições ideais tanto a nível de temperatura como de água. Isto permitiria que as pessoas que são afetadas com as restrições da apanha pudessem continuar a trabalhar e que o seu rendimento não fosse afetado.
<b>Impacto nos stocks naturais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A contínua necessidade de capturar na Natureza por parte dos produtores para aquisição de reprodutores;</li> <li>• A possibilidade de libertação de espécies não endógenas na Natureza, que pode levar à competição por parte desses indivíduos com os endémicos e consequentemente originar problemas ecológicos.</li> </ul>
<b>Impactos nos predadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em produções outdoors são utilizadas proteções para controlo da predação (por exemplo redes). Esse tipo de proteções pode levar à morte de predadores (essencialmente aves) por ficarem presas nas mesmas.</li> </ul>

Na atualidade, é possível encontrar, no mercado, algumas espécies ornamentais de água salgada provenientes de aquacultura (Calado et al., 2017), visto que esta é uma indústria em crescimento, devido à evolução científica e tecnológica, e tornar-se-á cada vez mais importante à medida que são impostas restrições à recolha de espécies no ambiente selvagem (Wabnitz et al., 2003).

### **1.2.3. Será necessária a produção de todos os peixes ornamentais em aquacultura?**

É improvável que a aquacultura possa substituir totalmente o comércio de apanha do meio natural, visto que, nas condições adequadas, a produção sustentável de ornamentais marinhos poderá ser realizada simultaneamente em áreas de apanha com maior pressão (Teitelbaum et al., 2010). Os esforços coletivos de cientistas, profissionais da aquacultura, aquaristas profissionais e *hobbyist*, nas últimas seis décadas, resultaram na produção bem-sucedida de algumas espécies ornamentais marinhas (Townsend, 2011). Mas será necessário que todos os animais possam, e devam ser produzidos em aquacultura ao invés de serem apanhados do meio ambiente? A resposta é sim, porém, a recolha de espécies da natureza não deve ser proibida. Tal proibição só deve acontecer quando estiver a influenciar negativamente as espécies-alvo ou qualquer outra espécie não-alvo (Calado et al., 2017). Se a recolha das espécies selvagens for efetuada de forma regulamentada e sustentável, poderá contribuir para um progresso e aumento de sustentabilidade económica e social das

populações que realizam a apanha natural, e a aquacultura das mesmas, não deve ser promovida (Calado et al., 2017).

Os ambientalistas defendem a proibição de qualquer tipo de pesca, de modo a suportar a indústria da aquacultura, o que faz com que as populações locais se oponham à produção dos organismos ornamentais, porque para estas populações a apanha destes organismos é a única fonte de rendimento e, se estas espécies começarem a ser produzidas noutras regiões (ex. nos países importadores), a sua atividade cessará. Para tal, deve ser efetuada uma análise detalhada de riscos, ponderando vários fatores importantes, com o intuito de avaliar se vale a pena substituir e produzir uma espécie apanhada no meio natural, por uma de aquacultura, dando ênfase a questões-chave (ex. estado de conservação e potencial para se tornar invasivo), o que contribui para a sustentabilidade da indústria (Calado et al., 2017), tendo em conta as preocupações descritas no ponto anterior.

### **1.2.3.1. Produção de espécies ornamentais**

Atualmente, somente cinquenta e uma das mais de duas mil e trezentas espécies encontradas nos recifes de coral, presentes no mercado ornamental são produzidas em aquacultura e, para obter as restantes, recorre-se à captura de indivíduos selvagens nos seus ecossistemas naturais (Madhu & Madhu, 2014; Rhyne et al., 2017b).

Enquanto alguns indivíduos das famílias Pomacentridae, Gobiidae, *Pseudochromidae*, Syngnathidae e *Pomacanthidae* são regularmente produzidos a nível comercial, outros peixes (ex. Família Callionimidae) ainda não possuem uma viabilidade comercial regular.

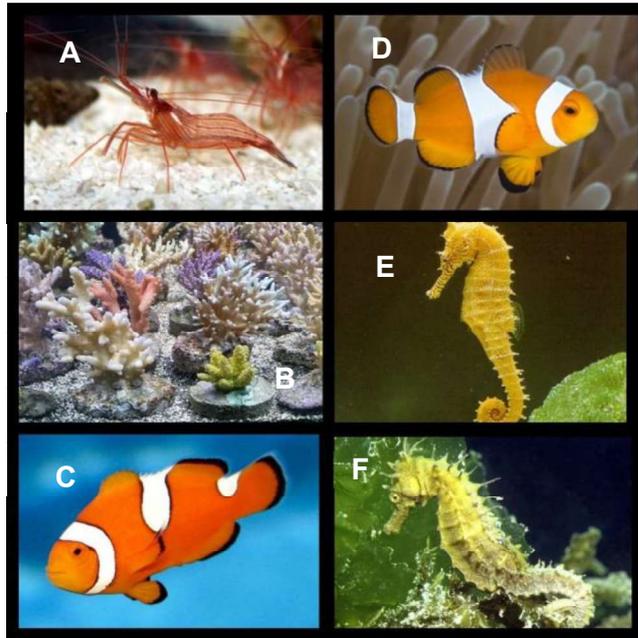
Alguns exemplos de espécies produzidas em aquacultura são a *Lysmata seticaudata*, a *Lysmata spp*, a *Amphiprion percula*, a *Amphiprion ocellaris*, com uma notável gama de cores únicas sendo fornecido para o comércio apenas através de espécies de aquacultura, e algumas espécies de corais como *Acropora spp*. (Ver Figura 1.4), corais de várias famílias como Euphylliidae, Pocilloporidae, Zoanthidae, entre muitas outras.

Adicionalmente, na aquacultura ornamental marinha, pode haver uma diversificação do produto final, através da hibridização de espécies. Isto gera a produção de ornamentais únicos, associados à produção em aquacultura, geograficamente isolada, como por exemplo, *Centropyge fisheri vs. C. resplendens* (Baensch & Tamaru, 2009). Os híbridos têm a vantagem de juntarem o melhor das duas espécies. Na Figura 1.5 podemos observar as fases de desenvolvimento larvar de ambas as espécies referidas acima e do seu híbrido.

Alguns cavalos marinhos (ex. *Hippocampus reidi*, *Hippocampus guttulatus*) também são espécies com alta procura e valor comercial. Estes animais, ao serem de cultivo e não selvagens, aceitam melhor o alimento congelado (Ver Figura 1.4).

Como descrito no ponto 1.1.3.1.1, as espécies como cavalos marinhos, Bivalves do género *Tridacnas* e corais duros, mesmo que produzidos em aquacultura, necessitam de CITES, permitindo um maior controlo dos mesmos e evitando a compra e venda ilegal.

Espécies que deveriam possuir uma maior produção e comercialização em aquacultura são a por exemplo *Pterapogon kauderni*, *Synchiropus spp.*



**Figura 1.4:** Exemplos de algumas espécies ornamentais produzidas em aquacultura. **Legenda:** Imagem **A**, **B e C** podemos observar espécies como *Lysmata spp.*, várias espécies do género *Acropora* e *Amphiprion percula*. Na imagem **D**, **E e F** encontram-se espécies como *Amphiprion ocellaris*, *Hippocampus reidi* e *Hippocampus guttullatus*. As espécies descritas são representativas de espécies ornamentais produzidas em aquacultura. (Fonte: Ver webgrafia).



**Figura 1.5:** Fases de desenvolvimento larval de **a) *Centropyge fisheri***, **b) *Centropyge fisheri* vs. *Centropyge resplendens*** e **c) *Centropyge resplendens***.

Nota: Adaptado de Baensch & Tamaru, (2009).

### 1.3. Estágio na TMC Ibéria

O comércio de espécies ornamentais marinhas é uma indústria a nível mundial que proporciona vida marinha selvagem e de aquacultura para os consumidores. Os ornamentais marinhos são fornecidos aos consumidores finais (ex. aquaristas domésticos, aquários públicos), através de uma rede de artesãos, produtores de aquacultura, empresários e empresas (Calado et al., 2017). Neste meio, a Tropical Marine Center (TMC) é líder europeu relativamente ao fornecimento de organismos marinhos.

A TMC é o principal grossista de espécies marinhas para o comércio, com espécies obtidas, manuseadas e importadas de origens eticamente controladas, e detém um investimento num comércio sustentável, importando mais de mil e oitocentas espécies de animais vivos de vinte e seis países do mundo inteiro. A empresa divide-se em quatro sucursais, uma em Portugal e outras três no Reino Unido (Londres, Manchester e Bristol), o que gera facilidade e rapidez na distribuição dos organismos vivos para a Europa, garantindo sempre a melhor qualidade e um baixo nível de stress para os organismos transportados. Para além de ser um intermediário entre o país de recolha (fornecedor) e as lojas de aquarofilia/aquários, a TMC também fabrica e distribui equipamentos de filtração, iluminação, qualidade da água, assim como produtos para alimentação e suplementação alimentar.

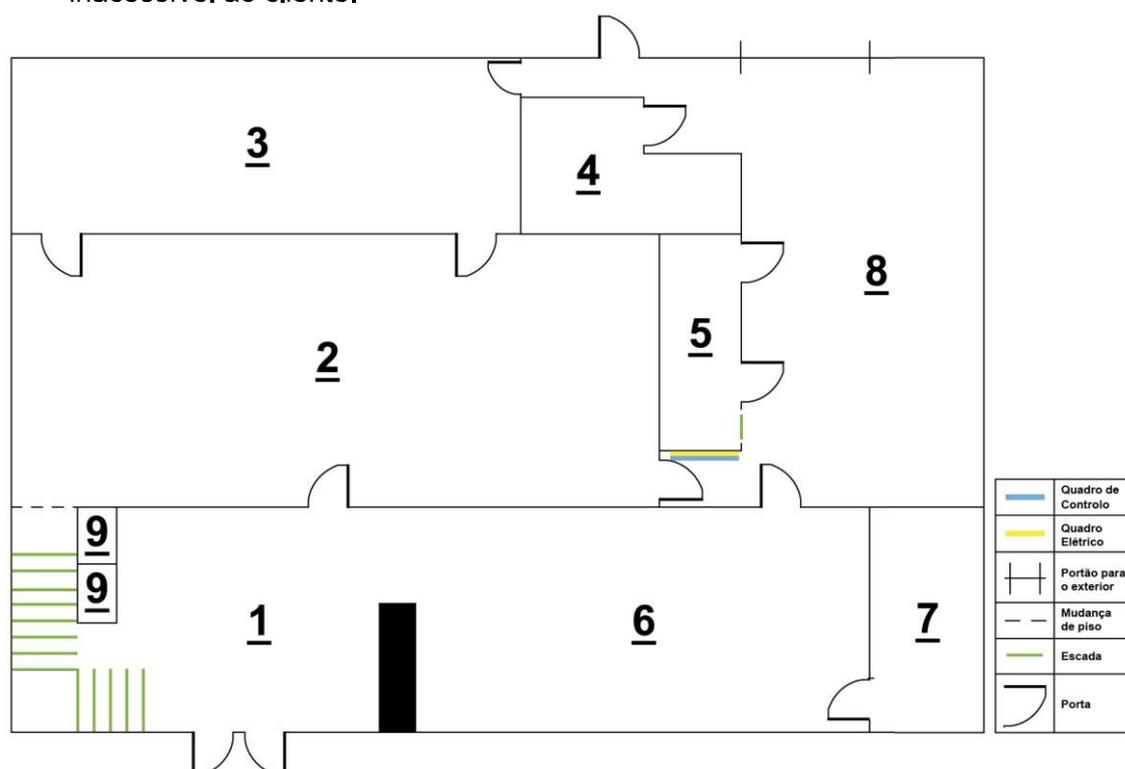
## 2. TMC Ibéria

### 2.1. Instalações

As instalações da TMC podem dividir-se em duas partes, sendo que o critério de divisão é a acessibilidade aos clientes. Assim, a parte acessível ao cliente é o *Cash and Carry* (6), *Fish House* (2) e Receção (1), todas situadas no piso zero da empresa. As restantes salas são apenas acessíveis aos trabalhadores (3,4,5,7,8) (Figura 2.1).

Existem duas salas onde podemos encontrar animais vivos:

- a) *Fish House* – Sala onde se encontram os peixes e invertebrados para compra, e onde os clientes podem entrar e escolher os animais que pretendem adquirir.
- b) Quarentena – Sala onde se encontram animais em aclimatização/recuperação, inacessível ao cliente.



**Figura 2.1:** Planta representativa das instalações do piso zero da TMC Ibéria. **Legenda:** 1- Receção; 2- *Fish House*; 3- Quarentena; 4- Sala de Filtração; 5- Sala das Bombas; 6- *Cash and Carry*; 7- Arca frigorífica; 8- Armazém; 9- WC's.

#### 2.1.1. *Fish house*

A *Fish House* foi o local onde foi realizado a maior parte do trabalho prático durante o estágio, sendo este um dos locais com maior importância na empresa. É neste local que se encontram os animais em “exposição”, após a aclimatização e antes de serem vendidos/expedidos. Qualquer cliente da TMC pode visitar a *Fish House*, escolhendo assim

os seus animais sem restrições, salvo exceções, como o caso de peixes que se apresentem no sistema dos invertebrados.

Todos os animais que se encontram na *Fish House* estão divididos por fornecedor e tenta-se, primeiramente, uma expedição dos animais mais antigos, ou seja, recebidos há mais tempo, de modo a manter-se uma melhor organização do espaço e das espécies.

A *Fish House* é dividida em quatro zonas, em que três correspondem aos sistemas de Peixes, Invertebrados e Corais *Small Polip Scleratinian* (SPS). A quarta zona é o local onde se procede diariamente ao embalamento dos organismos vivos para expedição (ver Capítulo 2.2.7).

Todos os tanques que compõem a *Fish House* possuem uma entrada, na parte superior do aquário, e uma saída de água na parte inferior, garantindo assim que a água que sai não poderá retornar a outro tanque antes de passar pela filtração (ver Capítulo 2.1.3).

O fotoperíodo deste local é de onze horas de luz e de treze horas de escuro para os peixes e nove horas de luz e quinze de escuro para os invertebrados. As luzes são ligadas de forma lenta e gradual. Esta discrepância acontece, pois há necessidade de manter as luzes dos peixes mais tempo acesas, por uma questão de manutenção e trabalho de funcionários.

#### **1.1.1.1. Peixes**

Os peixes ocupam mais de metade do espaço da *Fish House* e estão distribuídos em tanques de várias dimensões. No sistema dos peixes, apenas existem peixes, com exceção de uns caranguejos que são resistentes ao tratamento utilizado neste sistema.

a) Aquários 4 *inch* - Aquários de pequenas dimensões (1,85 litros), onde são colocados peixes individualmente (Figura 2.2). Estes peixes são geralmente pequenos e gostam de se encontrar isolados. Podem apresentar comportamentos agressivos, acabando por entrar em confronto com outros quando em comunidade. Podem, por algum motivo, entrar em stress, libertando toxinas, e prejudicar o resto da comunidade. Poderão também, ser últimas unidades para venda ou, ainda, poderão ser peixes pequenos/nervosos. Tenta-se sempre que estes aquários sejam organizados por espécies para ajudar na procura dos mesmos quando chega um pedido.



**Figura 2.2:** Exemplo de aquários 4 *inch*.

b) Aquários 8 *inch* - Aquários de 8,66 litros, utilizados para pequenas comunidades (tentando não exceder mais de três peixes), ou para peixes individuais, consoante o tamanho do mesmo (Figura 2.3).

c) Aquários 12 *inch* - Aquários de 28,59 litros, utilizados para a mesma função dos 8 *inch*, com a diferença de não exceder um máximo de dez peixes por tanque, sendo que também podem ser aqui colocados peixes de pequeno porte ou peixes individuais, consoante o seu tamanho (Figura 2.3).

d) Aquários de comunidades - Há vários volumes de aquários de comunidade, visto que estes foram adquiridos com a função de colocar comunidades ou peixes individuais de grande porte (Figura 2.3).

A organização de cada tanque é feita com base nas características comportamentais de cada espécie, de forma a garantir o bem-estar dos organismos. Devido à diversidade de organismos mantidos em stock, não devem ser colocados no mesmo tanque espécies de animais muito vorazes e agressivos com animais mais calmos, pois os animais mais vorazes poderão apoderar-se de todo o alimento fornecido, prejudicando assim as outras espécies.



**Figura 2.3:** Em cima podemos observar um conjunto de aquários de 8 *inch* e na Figura de baixo os aquários comunitários (a) e aquários 12 *inch* (b).

### 1.1.1.2. Invertebrados

Os invertebrados ocupam uma porção mais pequena que a ocupada pelos peixes, possuindo tanques menos diversificados, mas adequados às suas necessidades (Ver ponto a) e b)). Neste sistema, e ao contrário do que acontece no sistema dos peixes, podem existir tanto invertebrados como peixes, sendo que estes últimos são aqui colocados excepcionalmente, se houver necessidade de estarem isolados e não haja temporariamente espaço no sistema dos peixes (necessidade de isolamento, mas devido ao elevado porte ou comportamento não possam ser colocados em 4 *inch* ou 8 *inch*).

a) Aquários 12 *inch* - Aquários de 28,59 litros, utilizados com o mesmo critério utilizado para distribuição de peixes (Figura 2.4).

b) Tanques comunitários, que tal como nos peixes, também podem apresentar vários volumes. Possuem uma menor profundidade, comparativamente ao dos peixes, de modo a aumentar a disponibilidade de luz para a realização da fotossíntese dos corais (Figura 2.4). Os Corais moles encontram-se separados em tanques diferentes dos corais duros.

Os mesmos critérios de organização de peixes aplicam-se para os invertebrados. Não se deve sobrelotar comunidades e deve-se evitar colocar espécies mais agressivas, ou com pinças, com animais menos agressivos e mais lentos (moluscos).



**Figura 2.4:** Visão geral dos tanques dos invertebrados: **a)** 12 inch e **b)** aquários comunitários.

### 1.1.1.3. SPS

SPS é o sistema mais recente da TMC Ibéria e, comparativamente aos dois sistemas anteriormente descritos, ocupa uma menor porção, sendo apenas constituído por quatro tanques e respetivo sistema de filtração, com aproximadamente 2000L. Apesar deste ser um sistema para corais SPS, também existem peixes e invertebrados que se alimentam única e exclusivamente de algas que crescem nas suas paredes, permitindo um controlo de parâmetros de qualidade da água e uma maior manutenção, sendo igualmente benéfico para os seus habitantes (para melhor explicação deste sistema, ver ponto 3). Tal como no sistema de invertebrados, estes animais (peixes e invertebrados, sem ser SPS) não podem ser vendidos.

### 2.1.2. Sala de aclimatização

Esta sala é de acesso exclusivo aos trabalhadores da TMC e é onde se encontram organismos ornamentais em aclimatização, organismos já aclimatizados que estão à espera de lugar vago para serem colocados na *Fish House*, e outros que estão em tratamento. Deste modo, a sala pode dividir-se em duas zonas: aclimatização e quarentena.

A zona de aclimatização procede os mesmos critérios que a divisão da *Fish House*, pois é separada em peixes e invertebrados, sendo os SPS aclimatizados no próprio sistema, que dispõe de mecanismos para tal.

### **1.1.2.1. Peixes**

Visto apresentarem um maior número de indivíduos na *Fish House* e um maior volume de carga, há seis mesas de aclimatização para este sistema. Cada mesa possui divisórias para que haja possibilidade de aclimatização de várias espécies de peixes em simultâneo. Nestas, pode-se realizar diretamente a aclimatização, caso seja uma quantidade elevada de peixes da mesma espécie ou de espécies que possam pertencer à mesma comunidade, ou pode-se aclimatizar em cima da mesa, dentro de caixas. Há três tipos de caixas, sendo que se utiliza a caixa mais adequada aos animais que se pretende aclimatizar.

### **1.1.2.2. Invertebrados**

Tal como na *Fish House*, os invertebrados ocupam uma pequena porção, tendo apenas quatro mesas de aclimatização. As mesas dos invertebrados são diferentes das mesas dos peixes, pois estas servem só como suporte, não se podendo aclimatizar dentro da mesa, apenas em cima dela. Há dois tipos de caixas de possível utilização aquando a aclimatização de invertebrados.

### **1.1.2.3. Quarentena**

A quarentena é a outra área da sala de aclimatização e é onde se encontram peixes doentes, ou que possuem pequenos problemas a nível natatório ou respiratório. Esta área possui um conjunto de tanques 8 *inch*, apenas para peixes, separados do exterior para se poder tratar destes animais, aplicando tratamentos tanto preventivos como curativos.

#### **2.1.2.3.1. Fases de tratamento**

Na zona de recuperação há quatro fases em que o processo de tratamento/recuperação se pode dividir:

- **Triagem**

Local onde os peixes são colocados quando estão doentes ou têm algum tipo de lesão, ou estão muito magros. Nesta fase, eles são avaliados e distribuídos pelos níveis dois ou três, dependendo da gravidade do seu problema. É a fase na qual os peixes se encontram mais débeis e na qual, independentemente do seu problema, são sempre sujeitos a um banho de água doce.

- **Nível três**

Fase onde se encontram peixes com feridas, parasitas, ou doenças mais graves, na qual é necessário dar, a todos os peixes, banho de água doce até regressão da doença, ajudando a expulsão dos parasitas que possam estar no corpo. Caso o peixe tenha uma pequena malformação, ferida ou esteja magro, o banho não se realiza, visto que não irá ajudar em nada. Após o banho de água doce, há uma avaliação para ver se o peixe está apto a passar ao nível seguinte ou se permanecerá neste nível.

- **Nível dois**

Os peixes, neste nível, encontram-se em recuperação, pois possuem doenças minimalistas (ex. barbatanas corroídas, magreza). Deve-se insistir na alimentação para uma melhor recuperação, de modo a poderem passar para o nível um.

- **Nível um**

Local onde os peixes já se encontram num estado perfeito para venda. Muitas vezes, por falta de espaço na *Fish House*, muitos peixes permanecem nestes aquários, podendo ser vendidos na mesma. Os peixes encontram-se neste local somente por uma questão de logística. Estes animais estão prontos a transitar para outro local, como a *Fish House*, as mesas e outros tabuleiros.

#### **2.1.2.3.2. Tratamentos utilizados**

A TMC recebe, diariamente, espécies provenientes dos mais diversos locais do mundo. Desta forma, é impossível garantir que todos os animais venham em perfeitas condições de saúde, pois podem ser portadores de parasitas externos e internos, infeções, entre outros. Além disso, o stress e a longa duração da viagem também os deixa mais débeis. Contudo, no país de origem, é feito um trabalho extraordinário e rigoroso de seleção de animais, o qual é supervisionado por profissionais experientes, para que o que é enviado esteja em boas condições.

Os animais provêm de fornecedores que realizam uma apanha cuidadosa e consciente. Muitas das empresas de apanha de animais trabalham exclusivamente para a TMC, de modo a garantir uma qualidade melhorada e exclusiva, permitindo um foco rigoroso e de apanha. Tenta-se que todos os animais apanhados sejam os animais que foram requisitados e que todos estes sejam expedidos, de modo a que a instalação no país de origem seja apenas um ponto de passagem e não um local de manutenção. Assim, e como já explicado, há animais que podem ser portadores de algumas doenças à chegada ou que as podem vir a manifestar, mais tarde, aquando nas instalações. Para isto, na TMC realizam-se alguns tratamentos

preventivos, principalmente no sistema dos peixes, contra possíveis parasitas, propagação de infecções bacterianas ou outros microrganismos. A realização destes tratamentos (alguns confidenciais a empresa), é uma das razões pela qual existem dois sistemas (peixes e invertebrados), visto que os invertebrados são intolerantes a sua aplicação no sistema. Entre eles podem estar:

- **Banhos de água doce** – Realizados apenas em peixes com o objetivo remover e eliminar parasitas que se encontrem no corpo dos peixes, pois esses parasitas não são resistentes a baixas salinidades. Há certos peixes que são pouco tolerantes a banho de água doce, por isso estes têm de ser rápidos.
- **Tropic Marin Elimi-Phos Rapid®** – Adiciona-se, diariamente, no sistema dos invertebrados com vista à eliminação rápida de fosfatos, através de uma solução constituída à base de lantânio. São adicionados 25 ml diariamente.

### **2.1.3. Sala de filtração e sala de bombas**

#### **1.1.3.1. Processo de filtração**

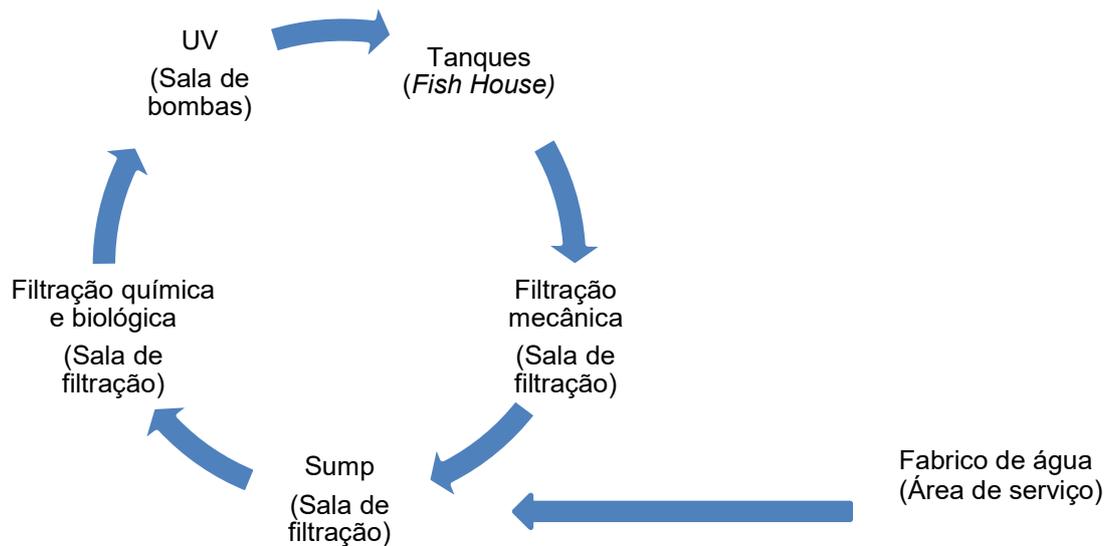
O contínuo avanço tecnológico na filtração mecânica, química e biológica, bem como os métodos de desinfecção, tornaram a manutenção de um tanque de recife vivo um desafio muito menos assustador do que era há uma década. Como consequência destas melhorias incrementais na tecnologia dos tanques de recife, a exposição pública e o conhecimento popular dos organismos de recife têm aumentado constantemente.

Assim, a filtração é um dos processos fulcrais para qualquer aquacultura/aquário, pois permite manter os parâmetros da água estáveis. Para não ocorrer nada fora do esperado e para que todo o processo de filtração esteja sempre a funcionar da melhor forma, há uma verificação diária de todos estes parâmetros (Ver capítulo 2.2.3).

Existem dois grandes sistemas de filtração, sendo explicadas as razões desta separação no ponto 2.1.1:

- Sistemas de peixes – Maior sistema de filtração, pois ocupa uma maior porção da *Fish House* e quarentena.
- Sistemas de invertebrados – O sistema de filtração de invertebrados é mais pequeno do que o dos peixes, visto que a zona de invertebrados também é menor.
- Sistema dos SPS – Composto apenas por um pequeno escumador, um UV *titanium®* e uma bomba. Este sistema tem apenas quatro tanques com corais SPS, por isso não é necessário um sistema industrial como nos peixes e nos invertebrados.

Os três sistemas de filtração existentes são sistemas fechados (Figura 2.5).

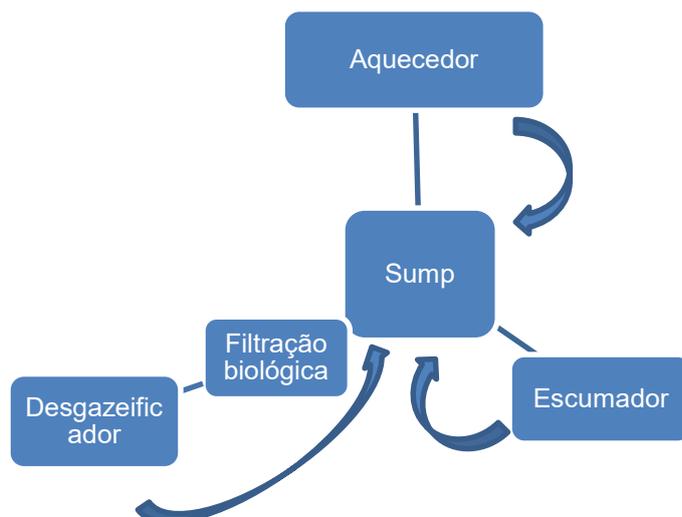


**Figura 2.5:** Representação esquemática dos locais de passagem da água num sistema de recirculação fechado.

Por ser um sistema de recirculação fechado, a água deve passar por todas as fases de filtração obrigatoriamente, mas não é o que acontece. Na TMC, existe um sistema de filtração fechado em que a água passa obrigatoriamente pela filtração mecânica, pela *Sump* que funciona como um reservatório de água, e pelo UV antes de retornar ao tanque (Figura 2.6). Enquanto está na *Sump* e antes de ir para o UV, a massa de água pode ir para a filtração biológica (composta por bio bolas e filtros de areia), para o aquecedor, para o escumador, ou apenas seguir para o UV diretamente, sem passar por nenhuma destas fases (Figura 2.7). Este tipo de filtração não afeta em nada a qualidade da água, pois a massa de água está sempre em recirculação e acaba por passar em todos os tipos de filtração dentro de um curto espaço de tempo



**Figura 2.6:** Representação esquemática dos locais obrigatórios da passagem da água.



**Figura 2.7:** Representação esquemática dos locais para onde a água pode seguir quando na *Sump*.

Este processo de filtração e de desinfecção decorre em duas salas: a sala onde se encontram as bombas e as torres de UV'S, e a sala onde estão ambas as *Sumps*, os escumadores, filtros biológicos, ozonizadores e torres de desgaseificação. Após regressar do tratamento anterior, a água é distribuída pelos diversos tanques. A pressão em todos os tanques é constante, porque, tanto nos peixes como nos invertebrados, a água é distribuída por uma válvula comum (estrutura em anel) que regula a pressão da água enviada para cada conjunto de tanques. Posto isto, cada tanque, ou conjunto de pequenos tanques, tem uma válvula individual de forma a controlar-se a pressão da água individualmente.

### 1.1.3.2. Sala das bombas

Como o nome indica, a sala das bombas é a sala onde se encontra todo o sistema de bombeamento da água, tanto para os tanques, como para o processo de filtração (Figura 2.8).

Existem dois tipos de bombas:

- Bombas para envio de água que levam água das *Sumps* para os UV'S e, conseqüentemente, para o sistema.
- Bombas que conduzem a água para o aquecedor, filtro de areia, torres de desgaseificação ou refrigerador e retorna à *Sump*.

Nesta sala encontram-se todas as bombas que fazem recircular a água, à exceção de três (ver Capítulo 2.1.3.3), assim como os reatores ultravioleta (UV'S), sendo ambos divididos em sistemas de peixes e invertebrados. Os UV'S trabalham vinte e quatro horas por dia, com função de prevenção. Posto isto, e visto que estão a trabalhar vinte e quatro horas durante sete dias por semana, as lâmpadas são trocadas de seis em seis meses, de forma preventiva, garantindo assim uma eficiência de 100%, o que leva maior desinfecção da água. (Figura 2.8)



**Figura 2.8:** Sala de bombas (na fotografia é visível a presença de UV'S e bombas nesta sala).

### 1.1.3.3. Sala da filtração

Esta é uma das salas mais importantes da TMC, visto que é onde se realiza a filtração biológica e a filtração mecânica. Esta encontra-se dividida em dois sistemas RAS (Sistema de Recirculação de Água, método de produção onde a água do sistema é continuamente tratada e reutilizada, permitindo a produção com o reuso total ou parcial da água) (Figura 2.9), sendo o dos invertebrados de menor dimensão relativamente ao dos peixes.

Como referido anteriormente, embora exista uma divisão exclusiva para o bombeamento de água, na sala de filtração existem três bombas associadas ao respetivo escumador. Estas têm como principal função o bombeamento da água e ar através do efeito de *Venturi* para o escumador (Figura 2.9) e, quanto mais longe estiverem do mesmo, menor será a sua eficácia.

É nesta sala que também se encontra o ozonizador, que visa produzir ozono e injetá-lo no escumador, o que permite tanto, ajudar na oxidação da matéria orgânica, como ajudar a aumentar a eficácia do escumador.

Devido à aclimatização, limpeza, embalagem e envio de peixes e invertebrados, existem perdas de água diárias, que são controladas e repostas todos os dias, consoante o nível de água existente na *Sump*. Este nível varia conforme o número de animais que se recebe no dia anterior e o número de encomendas que a TMC recebe diariamente. Normalmente, é necessário proceder-se a uma maior reposição de água durante a semana, comparativamente ao fim de semana, visto que, durante este período, as perdas de água poderão ser menores.



**Figura 2.9:** Sala de filtração. **Legenda:** A- Sistema de filtração dos peixes: A<sub>1</sub>- Filtração biológica; A<sub>2</sub>- *Sump* do sistema dos peixes; A<sub>3</sub>- Filtração mecânica; A<sub>4</sub>- Escumadores. B- Sistema de filtração dos invertebrados: B<sub>1</sub>- Filtração biológica; B<sub>2</sub>- *Sump* do sistema dos invertebrados; B<sub>3</sub>- Filtração mecânica; B<sub>4</sub>- Escumador

#### 2.1.4. Área de serviço

A área de serviço está localizada no piso superior do armazém, é a área onde se encontram armazenadas as caixas para embalagem e onde se realiza o fabrico de água salgada. Neste local, existem dois tanques de 1000L e um de 2000L para fabricar a água para os dois sistemas principais. Existe, igualmente, um tanque mais pequeno, de 500L, e um de 100L, para fabricar água de osmose para os SPS.

##### 1.1.4.1. Fabrico de Água

A água salgada utilizada em todos os sistemas da TMC é fabricada na empresa e recircula num sistema fechado, permitindo a manutenção e controlo de todos os parâmetros físicos e químicos da água.

O fabrico de água salgada para sistemas de peixes e invertebrados procede-se da mesma maneira, sendo que a água da rede é colocada num tanque de 2000L, onde fica a circular com a ajuda de uma bomba, que ao gerar movimento na água, leva também à libertação de cloro presente na mesma. Deste tanque, a água é distribuída para dois outros tanques mais pequenos de 1000L, onde se mistura o sal e de onde, depois, a água é enviada para o sistema,

quando necessário. A proporção utilizada é de 30 kg de sal para 900L de água e a salinidade deste tanque é de aproximadamente 35.

Quando se pretende enviar água doce para qualquer um dos sistemas, tem de se esvaziar um dos tanques de 1000L, e enchê-los com água doce, pois a canalização não permite enviar diretamente água doce do tanque de 2000L para o sistema.

Para os SPS, a água salgada é produzida de um modo diferente, pois a água da rede passa por um filtro de osmose e é armazenada num tanque de 100L e, conseqüentemente, num tanque de 500L, onde se procede à mistura do sal. Todas as segundas-feiras realiza-se o processo de *backwash* do filtro de osmose inversa para poder limpar as impurezas do filtro.

O sal utilizado é da marca Tropic Marin Reef®. Todavia, o sal utilizado no sistema dos SPS é diferente do utilizado no sistema de peixes/ invertebrados (ver Capítulo 3).

## **2.2. Rotinas diárias para verificação e manutenção de organismos vivos**

### **2.2.1. Receção e aclimatização de novos animais**

A aclimatização é um processo extremamente relevante, porque consiste na exposição/habituação lenta e progressiva de um animal a novos parâmetros físico-químicos da água. Todos os animais, quando rececionados na TMC e antes de entrarem na *Fish House*, ou antes de trocarem do sistema de peixes para invertebrados, ou vice-versa, passam pelo processo de aclimatização, que se realiza de modo a evitar que o animal sofra qualquer tipo de stress.

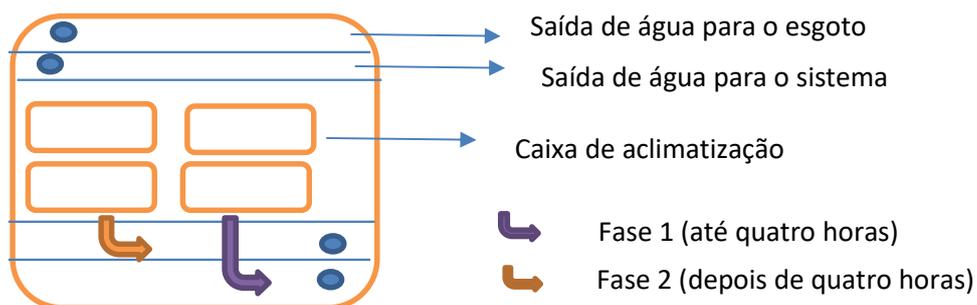
Habitualmente, os organismos ornamentais chegam durante a noite e provêm dos mais diversos locais, sendo que as caixas são abertas e os organismos aclimatizados, num curto espaço de tempo. Para tal processo acontecer, deve-se apagar as luzes azuis (luzes diárias da quarentena) e acender-se as luzes vermelhas (apenas utilizadas na aclimatização), gradualmente, pois os peixes têm uma fotossensibilidade reduzida a luz neste espetro, o que evita ainda mais stress, para além do que já trazem da viagem. Se este processo não se realizasse e os peixes ou invertebrados fossem logo expostos a luz azul, poderia aumentar o seu nível de stress, gerando uma recuperação muito lenta da viagem.

Após a abertura das caixas, retiram-se todos os sacos e confere-se os animais que foram rececionados. Para facilitar este trabalho, há fornecedores que enviam uma lista de espécies de animais que estão presentes dentro de cada caixa de embalagem. De seguida, observa-se, o estado geral dos animais, abrem-se os sacos e dividem-se os animais consoante a espécie, tamanho ou grupo, colocando-os numa caixa de aclimatização com divisões ou sem divisões baixa, ou alta, dependendo do critério de divisão utilizado. Animais que possam libertar substâncias tóxicas, ou que têm tendência a ferir outros animais da mesma espécie, são aclimatizados sozinhos. Os outros animais podem aclimatizar-se em comunidade, desde

que não excedam um número elevado por caixa de aclimatização, pois se isso acontecesse poderia haver alteração de parâmetros da água. As caixas de aclimatização devem ser previamente desinfetadas, com peróxido de hidrogénio diluído, antes de se poderem abrir os sacos e aclimatizar. Isto realiza-se como uma medida preventiva, de modo a evitar que animais menos expostos a doenças ou parasitas os possam contrair aquando da aclimatização.

Após a colocação dos animais em caixas de aclimatização e, antes de se iniciar este processo, procede-se às análises da água onde vinham os animais. Mede-se a temperatura, o pH e a salinidade da água que estava dentro do saco e preenche-se uma folha informativa com estes dados. Nesta folha, é apontada a mortalidade de animais que, por alguma razão, já cheguem mortos ou que morram aquando do processo da aclimatização. Depois, esta informação é passada ao fornecedor, para que possam existir melhoramentos. O teste de pH, dos parâmetros descritos acima, é o mais importante, porque os peixes são muito sensíveis a variações bruscas deste parâmetro, logo este fator é o que vai ditar qual o tempo de aclimatização (Um menor pH vai levar a um maior tempo de aclimatização, pois um menor pH (meio mais ácido) vai provocar um desequilíbrio iónico entre o peixe e o meio, e a recuperação e estabilização tem de ser realizada de forma lenta e gradual).

Após as análises realizadas, coloca-se uma entrada de água que vai introduzindo água do sistema da TMC (aclimatização). O fluxo começa por ser reduzido e vai, primeiramente, aumentando a cada quinze minutos e, depois, a cada trinta minutos até perfazer as quatro horas. Animais que provêm de um transporte curto, de apenas algumas horas, sofrem uma aclimatização menor, de cerca de três horas.



**Figura 2.10:** Representação esquemática das mesas de aclimatização e das respectivas saídas de água, dependendo da fase de aclimatização. (Fase 1 e 2).

No tempo de aclimatização (três a quatro horas), a água que sai da caixa por *overflow* vai para o esgoto (fase 1). Ao fim deste tempo, a saída da água da caixa é colocada na divisória de dentro e a água começa a ser libertada para o sistema (fase 2). Depois de se iniciar o processo de aclimatização e, até este estar completo, as caixas de aclimatização permanecem tapadas para se poder acender a luz normal sem afetar ou stressar os peixes.

No final da aclimatização, todas as caixas de transporte são armazenadas de forma a poderem ser reutilizadas.

### 2.2.2. Controlo da qualidade da água

O nível de especialização necessário na gestão da qualidade da água é mais elevado para a produção/manutenção de peixes ornamentais do que qualquer outro tipo de aquacultura, mais uma vez, devido à variedade de espécies encontradas. Todos os peixes ornamentais de água salgada provêm de regiões tropicais, o que pode levar a variação da qualidade da água, comparativamente aos parâmetros encontrados no meio natural. Atualmente, estão disponíveis uma variedade de *kits* de monitorização para a medição de uma gama de parâmetros de química da água, sendo que o equipamento utilizado para manter um ambiente químico e biológico estável no interior dos aquários marinhos em recirculação está constantemente a melhorar e a expandir-se (Ogawa & Brown, 2001).

Na instalação, todos os dias de manhã, são realizadas análises da água aos três sistemas, como podemos observar no Quadro 2.1. Estas são fundamentais, devido ao elevado número de animais que existe em *stock* (gerando uma maior acumulação de alimento no fundo dos tanques e também maior defecação, o que pode alterar a qualidade da água), querendo sempre garantir o bem-estar e a prevenção de doenças. Ao serem realizadas de manhã, as análises permitem que se possa agir caso haja algum parâmetro menos correto, podendo monitorizá-lo e testá-lo ao longo do dia. Todos os testes realizados são testes de coloração simples, exceto para o sistema de SPS, onde se utilizam testes profissionais, nos quais os resultados, comparativamente com os dos testes simples, são mais específicos e precisos, para certos parâmetros (ex. nitratos, nitritos, KH, fosfatos). O teste de cálcio / magnésio é um teste profissional, e é o único que é comum a todos os sistemas.

#### Quadro 2.1:

Quadro representativo dos testes realizados diária ou semanalmente. **Legenda:** P-peixes / I-invertebrados / S-SPS

	Temp.	Salin.	pH	KH	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca	Mg	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
2 <sup>a</sup>	PIS									
3 <sup>a</sup>	PIS						S			S
4 <sup>a</sup>	PIS						S	S	S	S
5 <sup>a</sup>	PIS						S			S
6 <sup>a</sup>	PIS						S	S	S	S
Sábado	PIS									S
Domingo	PIS						S			S

Os valores são anotados numa folha com todos os parâmetros (*CheckList*) e, se houver a observação de valores fora do normal, procede-se a alterações e à repetição dos testes.

Sendo o sistema dos SPS um sistema mais recente e ainda um pouco instável, a sua monitorização é realizada de perto e com elevado rigor, permitindo uma estabilidade e parâmetros da água mais controlados.

### **1.2.2.1. Temperatura**

A barreira ecológica mais importante na propagação geográfica dos organismos aquáticos é a temperatura da água, sendo esta um fator extremamente relevante, tanto no meio ambiente, como em qualquer aquacultura. A TMC não é exceção e, por isso, tenta manter sempre a temperatura em cada sistema, utilizando, como auxílio, um refrigerador e um aquecedor.

Como todos os outros parâmetros físicos e químicos da água variam consoante o sistema, no sistema dos invertebrados e dos peixes, é mantida uma temperatura da água que ronda os 26 °C; já no sistema dos SPS, a temperatura ronda os 25,5 °C.

### **1.2.2.2. Salinidade**

A salinidade é extremamente importante para manter os corais e outros animais marinhos vivos e qualquer sistema estável, pois representa a quantidade de sais dissolvidos na água. Uma alteração brusca deste parâmetro pode gerar grandes perdas. Para tal, as salinidades são medidas várias vezes ao dia, porque podem alterar-se devido a perdas de água por evaporação e a perdas de água devido à aclimatização e ao embalamento. Para a sua medição, é utilizado um refratómetro devidamente calibrado. No sistema dos peixes, esta deve manter-se a 25,9; no dos invertebrados, a 35; e nos SPS, a 35 (valores médios, que não devem sofrer grandes oscilações). Ao contrário dos invertebrados, os peixes adaptam-se a salinidades inferiores, nesse sentido e por medida profilática, tendo em conta que a maioria dos agentes patogénicos não toleram estas salinidades. Caso haja uma variação deste parâmetro, o problema é corrigido adicionando água doce ou salgada consoante a variação.

### **1.2.2.3. Nitratos, Nitritos e Amónia**

A amónia é o resultado da mineralização do nitrogénio, na qual este é decomposto e convertido por bactérias aeróbias e anaeróbias, a partir de restos alimentares e excrementos. Dependendo do valor do pH, existe um equilíbrio entre os iões de amónia  $\text{NH}_4^+$  e o amoníaco  $\text{NH}_3$  na água. Se o valor do pH for menor que 7, os iões de amónia amplamente inofensivos

são dominantes, enquanto que, se pH for superior a 7, ocorre um aumento de amoníaco. O amoníaco é muito perigoso e altamente tóxico, pois prejudica a capacidade respiratória dos seres vivos, inibindo as funções vitais. Num sistema maturado e estável, os iões de amónia são rapidamente oxidados pelas bactérias nitrificantes em nitrito e, por sua vez, em nitratos. Mas se essa cadeia de eventos for interrompida, a concentração de amónia pode aumentar repentinamente e gerar elevada mortalidade.

Os iões nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) são formados a partir da amónia ( $\text{NH}_4^+$ ) como parte do processo de nitrificação. Os nitritos, surgem do primeiro processo de degradação da amónia, mas a sua toxicidade continua sendo elevada para as espécies, pois em excesso podem impedir a boa oxigenação do sangue dos animais, problemas de osmorregulação e podem mesmo causar a morte, se houver uma exposição muito prolongada. Se o processo de nitrificação funcionar, o nitrito é convertido em nitrato, na segunda fase, menos tóxico para os animais aquáticos. Maiores concentrações de nitrato nos aquários de água salgada podem gerar consequências graves, como a inibição do crescimento de corais e um *bloom* de algas. Para prevenir tal variação, na empresa, são testados todos os dias em todos os sistemas, de modo a haver uma correção, por exemplo, através de trocas de água, redução na adição de matéria orgânica, adição de algum composto externo que ajude na remoção de nitritos e nitratos, aumento do arejamento do aquário, caso algum valor esteja mais elevado (no sistema dos SPS são utilizados testes mais rigorosos para se obterem valores mais específicos). A concentração máxima de amónia admitida, tanto no sistema dos invertebrados, como nos peixes deve rondar os  $0,05 \text{ mgL}^{-1}$ ; o mesmo acontece para os nitritos. Já nos SPS, a amónia e os nitritos não devem exceder os  $0,02 \text{ mgL}^{-1}$ , sendo que os nitratos têm o valor máximo de  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ . Para que esses valores se mantenham estáveis e de modo a evitar que seja necessária alguma correção, procede-se a limpezas regularmente e a várias alimentações ao longo do dia em pequenas quantidades.

#### **1.2.2.4. Fosfatos**

Os fosfatos representam um nutriente importante para o metabolismo energético de todas as células vivas, sendo estes libertados na água do aquário através dos alimentos e do processo de decomposição da matéria orgânica. Porém, quando em excesso, podem causar danos graves nos sistemas, como o crescimento de algas fotossintéticas, a descida da alcalinidade ou o retardamento do crescimento de corais, visto que influenciam negativamente o esqueleto de carbonato de cálcio, e a sua perda de coloração, especialmente em SPS e LPS. Os níveis de fosfatos podem aumentar, tal como a amónia, através de degradação de matéria orgânica e alimentação em excesso.

O máximo de fosfatos atingido nos sistemas da TMC é referente ao sistema dos peixes (sistema com mais quantidade de alimento fornecida), sendo que possui o valor médio de 1

mgL<sup>-1</sup>. Os invertebrados possuem um valor que ronda os 0,2 mgL<sup>-1</sup> e, por fim, os SPS, onde é realizado um teste mais específico, têm um valor igual ou inferior a 0,01 mgL<sup>-1</sup>.

#### **1.2.2.5. pH**

O pH é uma escala de valores que mede a acidez ou alcalinidade relativa da água (íons de hidrogénio presentes na água). Os valores variam entre 0 e 14, correspondendo respetivamente à acidez e à alcalinidade máxima. Um pH neutro resulta num pH igual a 7. Este regula a função orgânica dos organismos que habitam no aquário e uma variação poderia causar danos muito graves, levando mesmo à morte. O pH é de extrema importância, devido à sua influência nos metabolismos dos seres vivos aquáticos. É verificado diariamente e, nos três sistemas existentes, varia entre 8,2 e 8,4, visto que em condições ótimas o pH, num aquário de água salgada, nunca deveria descer abaixo de 8 (Sasala, 2013).

#### **1.2.2.6. Cálcio e magnésio**

O cálcio e o magnésio, juntamente com sódio, potássio, cloreto e sulfato, são componentes principais da água do mar. O magnésio e o cálcio são importantes fatores de crescimento para organismos que formam esqueletos calcários, como corais duros e algas coralinas, estando, ambos também envolvidos em vários processos bioquímicos. Sem cálcio e outros elementos residuais, os invertebrados não podem formar adequadamente o seu exoesqueleto e não sobreviverão. Assim, tanto o cálcio como o magnésio devem ser doseados e testados regularmente para manter os valores estáveis.

Estes parâmetros são confidenciais à TMC, por isso não se encontram discriminados.

#### **1.2.2.7. Kh**

A dureza de carbonato (Kh), ou alcalinidade de uma amostra de água, caracteriza a capacidade de manter o valor de pH da água (efeito tampão). A alcalinidade deve ser testada em todos os aquários com grande regularidade. Se a alcalinidade no aquário for muito baixa, o valor do pH pode diminuir até um nível que ameaça a vida de muitos peixes e invertebrados (necessário adicionar um suplemento calcário). Nos aquários de recife, um nível adequado de alcalinidade é essencial para o forte crescimento de corais. Por outro lado, uma alcalinidade excessivamente alta em tanques de água salgada pode levar a precipitados de carbonato de cálcio e, também, ter um impacto negativo no crescimento de corais.

Durante o período de estágio, o Kh de todos os sistemas apresentou valores dentro do normal, a variar entre 7 e 9 ° dH. Inicialmente, o sistema dos SPS era muito instável quanto a este fator, mas, depois, acabou por estabilizar. Neste último, ao contrário dos outros dois

sistemas, quando há uma variação de Kh, é utilizado bicarbonato de sódio, pois é um sistema mais débil e o bicarbonato é mais específico para estabilizar este parâmetro, não influenciando outros parâmetros, como o pH ou a dureza da água (cálcio e magnésio). Para tal doseamento, foi instalado um doseador de bicarbonato de sódio para, quando necessário, poder ser libertado lentamente.

O Triple Buffer<sup>®</sup>, um produto da marca Tropic Marin<sup>®</sup>, é utilizado nos sistemas de peixes e invertebrados para estabilizar o Kh quando este sofre alguma alteração. No entanto este produto para além de regular a alcalinidade, aumentando-a e estabilizando-a, vai também regular o valor de ph, assim como poderá alterar os valores da dureza (parâmetros como cálcio e magnésio).

### **2.2.3. Checklist**

Diariamente, duas vezes por dia, é preenchida uma tabela de verificação de parâmetros bastante relevantes para o bom funcionamento e manutenção da empresa, para além dos parâmetros físico-químicos da água. Esta tabela é preenchida de manhã e antes da última pessoa sair da empresa, e contém parâmetros importantes e que não podem ser esquecidos, tais como, limpeza, análises da água e manutenção de equipamentos.

### **2.2.4. Verificação de mortalidade**

Uma das principais tarefas realizadas de manhã é a remoção de organismos mortos dos tanques da *Fish House* e da quarentena, pois a mortalidade leva a um aumento do nível de amónia e outros parâmetros tóxicos. Os organismos mortos são apontados diariamente numa folha e os dados de mortalidade, quando analisados semanalmente/mensalmente, permitem perceber que espécies sofreram mais mortalidade e o que pode ser alterado para reduzir esse número.

### **2.2.5. Alimentação**

É impraticável o fornecimento de dietas muito específicas a indivíduos num ambiente de aquário, porque as características físicas da dieta e do regime alimentar fornecido devem ser adequadas para todos os habitantes dos mesmos, que podem incluir herbívoros, omnívoros e carnívoros, podendo variar entre animais pelágicos ou bentónicos. Estes organismos, não só terão diferentes necessidades nutricionais, como também a digestibilidade de vários componentes da dieta diferirá consoante a dieta natural e a morfologia intestinal. As partículas alimentares precisam de ser suficientemente pequenas para as espécies mais pequenas ingerirem, mas suficientemente grandes para serem identificadas e consumidas pelas

espécies maiores (Sales & Janssens, 2003). Assim, deve-se tentar fornecer uma alimentação variada de modo a abranger todos os requisitos alimentares das espécies presentes.

**Quadro 2.2:**

*Alimentação fornecida a todos os peixes e a animais do filo Arthropoda.*

<i>Feeding bottle</i>	<i>Nanofood</i>	Placas
<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Mysis</i></li><li>• <i>Nano marine cuisine</i></li><li>• <i>Red Plancton</i></li><li>• Rotíferos</li><li>• Copépodes</li><li>• Artémia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Copépodes</li><li>• Rotíferos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Mysis</i></li></ul>

A tarefa de alimentação é uma das mais importantes realizadas na TMC pois, quando bem realizada, permite aos peixes uma boa nutrição e manutenção das suas funções vitais.

A alimentação é fornecida várias vezes ao longo do dia e a quantidade varia consoante o número de animais que estão presentes na *Fish House*. Normalmente, são fornecidas entre quatro a oito placas de *mysis* para todos os peixes e invertebrados do filo Arthropoda, distribuídas entre a manhã e a tarde; apenas ao fim de semana se fornece menor quantidade. O mesmo acontece para o *feeding bottle*, fornecido a animais presentes nos aquários 4 *inch*, assim como em aquários com comunidades mais diversas, e para a *nanofood*, fornecida apenas a animais mais pequenos que se estejam a habituar a uma alimentação por comida congelada (inerte) ou que possuam bocas mais pequenas (Quadro 2.2). Uma das regras fundamentais é dar o alimento em menor quantidade, devagar, mas mais vezes, para que os animais consigam comer sem que a comida seja desperdiçada.

Para além de todo o alimento congelado fornecido, a alguns peixes, são também suplementados produtos em forma de *pellet* ou bolas, á base de alga (ex. Gamma Nutrapellets Alga<sup>®</sup>, Colour Boost<sup>®</sup> e o Vitality Boost<sup>®</sup>), para que haja uma alimentação variada, melhorando certos aspetos como a coloração e aspeto físico. Os suplementos em forma de bolas, aderem à parede do aquário, fornecendo aos animais um doseamento lento de alimento. Algumas das espécies, às quais se costuma fornecer maior quantidade de suplementos de alga, são cirurgiões, peixes palhaços e borboletas. Para obter este suplemento de forma natural, e para garantir manutenção dos tanques, alguns cirurgiões são colocados nos tanques dos corais, comendo a alga que se vai acumulando.

Nos invertebrados, especificamente em animais do filo Cnidária, a alimentação não é uma tarefa comum, porque estes animais realizam a fotossíntese para obterem alimento e o

sistema onde se encontram apresenta-se muito estável e a adição de alimento desnecessário poderia provocar grandes alterações nos parâmetros da água. No entanto, ocasionalmente, animais deste filo com pólipos maiores podem-se fornecer Zootonic, da marca Tropic Marin®, e de Coralife delte, da marca Hakari®. No sistema dos invertebrados, para além de filo Cnidaria e Arthropoda também existem animais do filo Mollusca (bivalves do género *Tridacna*) alimentadas diariamente de manhã, com uma mistura de microalgas.

### **2.2.6. Manutenção de sistemas e equipamentos**

Na TMC há necessidade, quase diária, de limpeza dos tanques, tanto na quarentena, como na *Fish House* para evitar uma acumulação de detritos e algas em larga escala, mas também de forma a fornecer um ambiente limpo para todos os animais e a garantir uma visualização perfeita dos mesmos, para os clientes e para os trabalhadores. Assim, diariamente, são efetuadas pequenas limpezas aos tanques para prevenir que restos de alimento, excreções e outras sujidades se acumulem com o tempo. O método de limpeza utilizado varia consoante o tamanho do tanque.

Para remover sobras de alimento ou outras partículas sólidas acumuladas no fundo de cada tanque, remove-se o tubo do *overflow* que se encontra na parte de trás do aquário. Este método de limpeza somente remove partículas em suspensão da água, e não a sujidade que se acumula no vidro do aquário, sendo esta apenas removida com o auxílio de uma escova. Para se obter uma limpeza mais rigorosa, utiliza-se desinfetante à base de peróxido de hidrogénio diluído. Aquando da sua utilização, deve-se envergar máscara, óculos e luvas, devido ao seu odor bastante ativo. Para tal, e durante a sua utilização para limpeza, os animais e a água do sistema devem ser removidos, e só colocados depois do tanque lavado e passado por água doce, garantindo que não fica nenhum vestígio do mesmo. Caso o aquário possua areão (como no caso dos corais), este deve ser colocado numa caixa e lavado, passando por água doce, diversas vezes.

O sistema dos SPS é limpo, única e exclusivamente, quando há um excesso de algas acumulado no fundo e nas paredes do tanque, sendo que não é utilizado qualquer tipo de produto químico para garantir que não deixa vestígio que possa alterar a estabilidade do mesmo.

Ao fim de cada semana, todos os tanques devem ter sido limpos pelo menos uma vez. Os filtros devem, igualmente, ser limpos/renovados todas as semanas, de modo a garantir uma filtração mais eficaz. Mensalmente, são efetuadas limpezas mais gerais, como escumadores, cestos de bombas, tanques de mistura, *Sump's*, entre outros equipamentos de filtração. Em caso de necessidade, os equipamentos podem ser substituídos.

Todos os dias, ao fim do dia, é realizada uma limpeza geral exterior a todos os aquários, com o intuito de remover restos de alimento seco e sal, que estejam acumulados na parte

exterior dos aquários e nas estantes dos mesmos. O chão é lavado, tanto da quarentena, como da *Fish House* para remover quaisquer partículas indesejáveis. Às sextas-feiras, é efetuada uma limpeza a fundo, consoante o tamanho do tanque, e consequentes trocas de águas nos aquários, caso estas sejam necessárias. Também se procede à limpeza de um reservatório de água utilizado como pré *sump*, a uma desinfecção de todas as redes, colocando-as em água doce e desinfetando-as, quando possível. São, ainda, limpas as tampas que são colocadas sobre os aquários, com o propósito de os peixes não saltarem, e procede-se à limpeza normal diária.

### **2.2.7. Embalamento**

A TMC é uma empresa intermediária entre o país de origem/recolha de animais e os lojistas/aquários. Para tal, e como referido no ponto 2.2.1, após chegarem à TMC, os animais sofrem uma aclimatização e são mantidos nas melhores condições possíveis, tentando prevenir qualquer tipo de doença.

Quando há um pedido de um animal, seja pelo *dealer portal*, plataforma utilizada pelos lojistas, seja diretamente ao vendedor, ou até mesmo nas instalações, os peixes são escolhidos com todo o rigor.

Os embalamentos para expedição são realizados após o meio dia, permitindo uma redução do stress, devido ao diminuto tempo em que os organismos ornamentais têm de estar embalados num saco e respetiva caixa de envio. Para tal, e após os peixes serem apanhados, são colocados em recipientes de 5L na mesa de embalamento, local onde ocorre este processo, com água do sistema em que se encontravam, de modo a poderem defecar, visto que na parte da manhã lhes foi fornecida a alimentação. Permanecem nestes recipientes de 5L até ao seu embalamento (processo que dura dez a quinze minutos), prevenindo que defequem no saco de transporte após fechado e que, consequentemente, venham a degradar os parâmetros da água do mesmo. Após o período de defecação, os organismos são embalados, em sacos de transporte consoante o seu tamanho ou fragilidade e estes são constituídos por polietileno, podendo o seu tamanho variar consoante o tamanho ou a sensibilidade do animal. No saco de transporte é colocada água do sistema onde os animais se encontravam, que é retirada da mesa de embalamento, lugar que possui duas cubas com água de ambos os sistemas (Figura 2.11), que se encontra em constante renovação. As diferenças entre ambas podem ser vistas no Quadro 2.3. Quando o coral a ser embalado é do sistema dos SPS, a água para o embalamento é recolhida diretamente do sistema, através de uma torneira própria que se encontra ao lado do sistema.

Depois de se terminar o procedimento de embalagem no saco de transporte, é colocado oxigénio medicinal, no estado gasoso, dentro do mesmo e este é, selado numa máquina de grampear (Figura 2.11).



**Figura 2.11:** Mesa de embalagem. Local onde se colocam os peixes após a sua apanha e onde estes são embalados em sacos que são posteriormente fechados com grampos na máquina visível à direita.

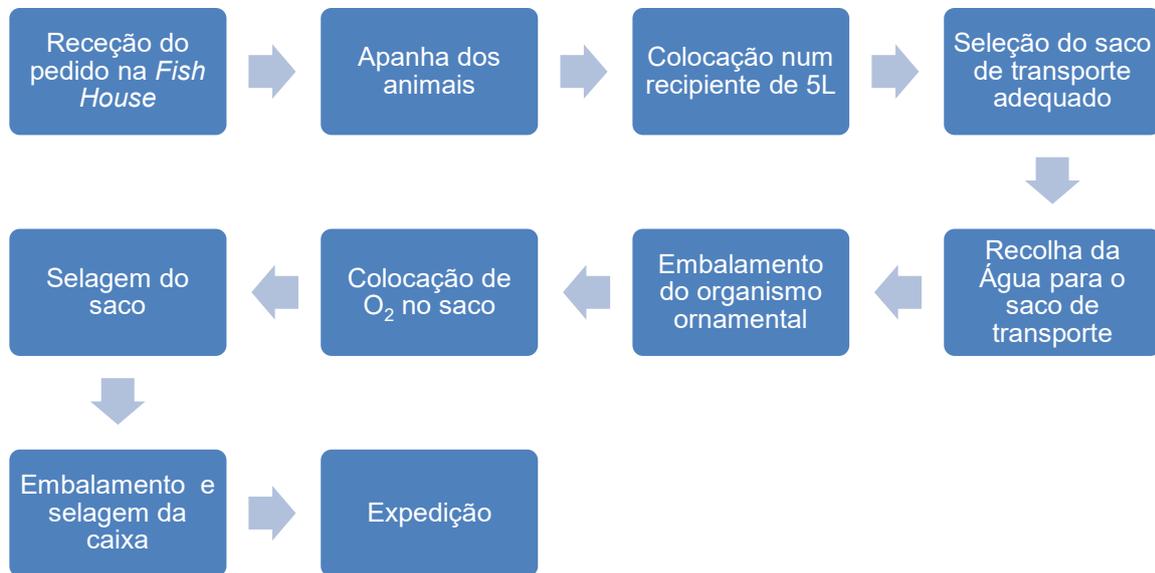
**Quadro 2.3:**

*Quadro representativo das principais diferenças entre a água dos peixes e a água dos invertebrados.*

<b>Invertebrados</b>	≈1026 kg/m <sup>3</sup>	≈0,05 mgL <sup>-1</sup>	≈0,05 mgL <sup>-1</sup> <sub>1</sub>	≈0,5mg L <sup>-1</sup>	≈ 0,2 mgL <sup>-1</sup>
<b>Peixes</b>	≈1019 kg/m <sup>3</sup>	≈0,05 mgL <sup>-1</sup>	≈0,05 mgL <sup>-1</sup> <sub>1</sub>	≈0,5mg L <sup>-1</sup>	≈1 mgL <sup>-1</sup>
	<b>Salinidade</b>	<b>Amónia</b>	<b>Nitritos</b>	<b>Nitratos</b>	<b>Fosfato</b>

Após todo o processo anteriormente descrito, os sacos de transporte são colocados numa caixa de poliestireno expandido, forrada com um saco de plástico com as dimensões apropriadas, prevenindo a perda de água caso algum dos sacos de transporte rompa, e plástico de bolha no fundo da caixa, evitando a perda de calor quando em contacto com o solo. Nos meses mais frios, dentro da caixa, é também colocado um saco de água quente para manter todos os animais a uma temperatura estável, evitando reduções bruscas deste parâmetro, particularmente quando são enviados para países com temperaturas negativas. A caixa de esferovite é, por sua vez, colocada numa caixa de cartão que irá conter as

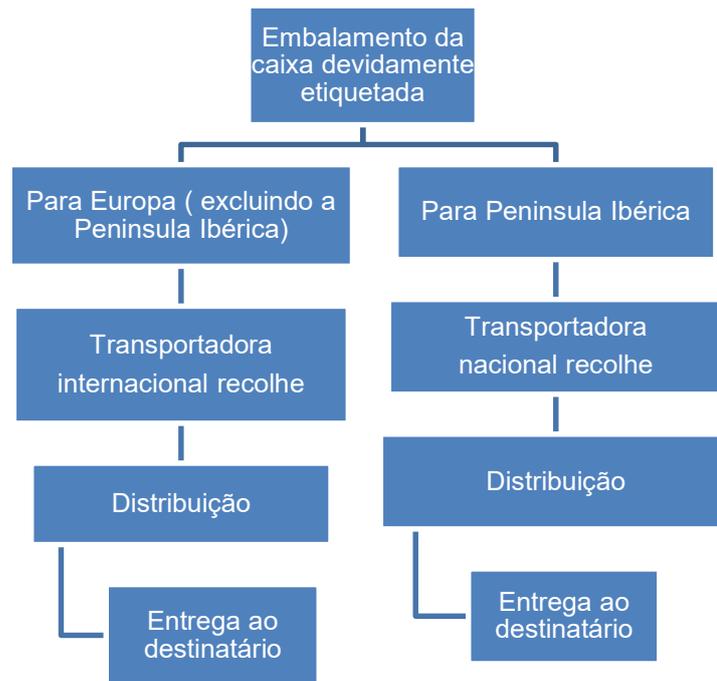
informações de expedição (nome do local de entrega e de onde é proveniente, neste caso, TMC e respetiva morada). Para melhor visualização deste processo, pode observar-se a Figura 2.12.



**Figura 2.12:** Representação esquemática do protocolo seguido desde a receção do pedido, até á fase de embalagem.

### 2.2.8. Expedição

De segunda a quinta-feira, há expedições nacionais e internacionais, que são realizadas durante a noite por uma transportadora, dependendo do destino final, para que no dia seguinte o cliente receba os animais que comprou (Figura 2.13). À sexta-feira não há qualquer tipo de expedição, utilizando transportadora; apenas poderá haver se o cliente proceder à compra de animais nas instalações da TMC. Caso o cliente se desloque às instalações para comprar animais vivos, o transporte e a expedição fica a seu cargo, a menos que este dê ordens em contrário.



**Figura 2.13:** Esquema representativo do processo de expedição após embalagem dos animais.

### 2.2.9. Stocklist e Stocktake

Apesar de o estágio não se ter focado nesta área, observou-se que todas as semanas é realizada uma revisão à *Stocklist*, lista que possui todas as espécies que existe em *stock* no momento, em que é revista toda a disponibilidade da lista a que os clientes têm acesso. Este processo realiza-se numa base diária, mas à sexta-feira é feita uma revisão geral para garantir que está tudo correto. Mensalmente, é realizado o *Stocktake*, que é a contagem de todos os animais existentes na *Fish House*, por tanque e por espécie, de modo a perceber quantos animais se encontram na *Fish House*, no final de cada mês, e se os valores obtidos correspondem aos valores de chegada e de expedição de animais. Isto é realizado, tanto para o stock de vivos, como para os produtos secos vendidos no *Cash and Carry*. A contagem de animais vivos é realizada tanque a tanque e anotada numa folha. Cada tanque deve dividir-se por filões de animais, isto é, comunidades onde existam animais do filo cnidária, do filo molusca, entre outros, sendo todos contados em separado.

## 3. Sistema de SPS

### 3.1. Enquadramento teórico

#### 3.1.1. O que são?

Os recifes de coral são dos ecossistemas mais diversos e produtivos da Terra e suportam uma enorme biodiversidade (Fisher et al., 2015), fornecendo bens e serviços a meio bilião de pessoas, incluindo a oferta alimentar, rendimentos financeiros e proteção contra riscos naturais (Ferrario et al., 2014.; Hughes et al., 2012; Teh et al., 2013).

O género *Acropora* são corais duros que formam grandes, diversas e importantes estruturas nos recifes de coral (Wallace & Rosen, 2006). Estes corais possuem ramificações características e encontram-se em águas não muito profundas, pois necessitam de captar luz para poderem realizar a fotossíntese. Esta localização também permite que estejam mais acessíveis e mais recetivos a técnicas de mapeamento baseadas em deteção remota por satélite ou em aeronaves. Este género de corais contribui para a formação de ilhas e para a proteção costeira (Bruckner, 2002), abrigando uma enorme variedade de espécies, apesar de pouco visíveis (ex. crustáceos, decápodes e alguns peixes).

O fluxo de água do mar é uma das qualidades abióticas mais relevantes para o desempenho dos corais em águas pouco profundas, porque influencia o crescimento e o metabolismo dos organismos marinhos, atua na remoção de resíduos (Boch & Morse, 2012) e afeta a fotossíntese (Nakamura et al., 2005). Os microrganismos são igualmente importantes para os ecossistemas de recifes de coral, através dos seus papéis no ciclo do azoto (Sunagawa et al., 2010), na nutrição dos corais (Brown & Bythell, 2005), na resposta ao stress e na saúde e doenças (Breitbart et al., 2005; Rosenberg et al., 2007).

O cultivo e propagação das colónias de corais do género *Acropora* remonta ao final do século XX, devido aos seus elevados valores económicos e ecológicos (Wang et al., 2019). Nas últimas décadas, tem havido um aumento do comércio destes corais para utilização ornamental em aquários (Bongiorni et al., 2011; Delbeek, 2001), o que faz com que a gestão e o cultivo de várias espécies do género *Acropora* aumente (Wang et al., 2019).

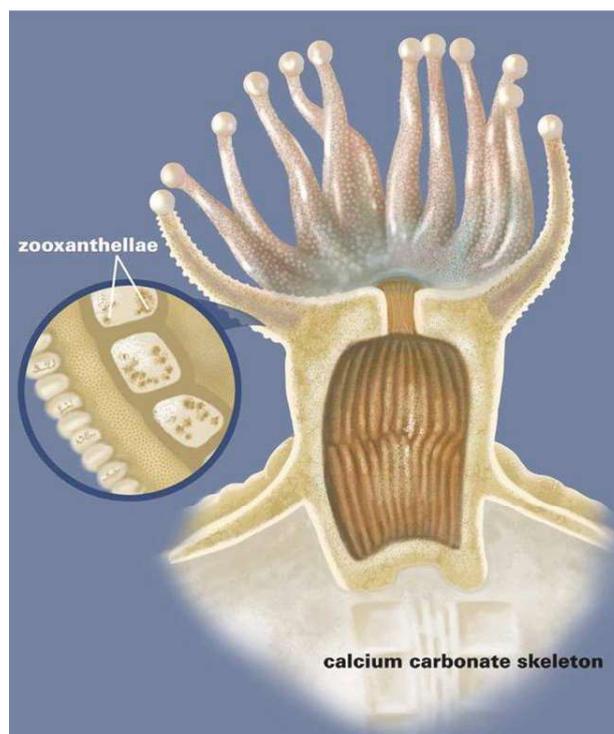
A aquacultura pode trazer alguns problemas, entre a perda de tecidos em corais coloridos (Work & Aeby, 2011), causada por pequenos decápodes e crustáceos (*Tetralia glaberrima*) presentes nestes corais, podendo afetá-los de forma negativa, ao ponto de os matarem. Porém, é bastante benéfica, no sentido em que previne e reduz a apanha do meio ambiente.

#### 3.1.2. Relação de simbiose: coral/alga

Os corais do género *Acropora* são corais mixotróficos ou seja, autotróficos pois obtêm uma grande parte dos seus nutrientes através da fotossíntese, estando dependentes de luz para tal processo, mas também heterotróficos, visto que obtêm nitrogénio, fósforo e outros

nutrientes através da captura de matéria particulada em suspensão (ex. zooplâncton, fitoplâncton, detritos e compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos), nutrientes incapazes de obter através da fotossíntese (Houlbrèque & Ferrier-Pagès, 2009; Nahon et al., 2013). Para poderem realizar a fotossíntese, estes seres vivem numa relação de simbiose obrigatória com microalgas fotossintéticas do género *Symbiodinium* (Hoegh-Guldberg et al., 2017), como é o caso das Zooxantelas, que formam uma associação simbiótica com alguns protozoários e vários invertebrados marinhos (ex. platelmintos, esponjas, moluscos bivalves, corais e vários cnidários) (Francisca et al., 2015) (Figura 3.1). Estes dinoflagelados e os corais possuem relações simbióticas obrigatórias e vantajosas para ambos, pois, os dinoflagelados fotossintéticos fornecem açúcares, glicerol, lípidos, entre outros compostos orgânicos, e oxigénio (Cropp & Norbury, 2020; Stat et al., 2006), para além da sua coloração característica (Esquema 7) e, por sua vez, o coral, fornece à zooxantela o dióxido de carbono e proteção que ela necessita para sobreviver e crescer.

A simbiose entre o coral e a alga também é responsável pela produção do calcário que forma o exoesqueleto, o qual recobre o coral e serve de proteção (Muller-Parker, 1997).

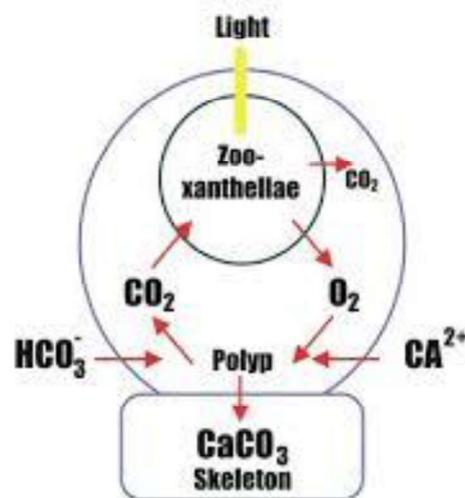


**Figura 3.1:** Esquema representativo do pólipo de um coral e da respetiva localização da zooxantela (Fonte: Ver webgrafia).

A relação entre a zooxantela e o coral é muito sensível, sofrendo com mudanças de temperatura e alterações no pH (acidificação) da água, ao ponto de poder afetar por completo a produção do esqueleto de carbonato de cálcio (Chen et al., 2015; WMO, 2010). Os oceanos

realizam trocas de  $\text{CO}_2$  com a atmosfera e são responsáveis pela absorção de 25% do gás carbônico produzido pelo Homem (WMO, 2010). Em contacto com a água, o  $\text{CO}_2$  produz reações químicas que geram acidificação (Chen et al., 2015). Desde o início do século XX, o pH médio das águas superficiais dos oceanos onde ocorrem os corais decresceu, o que representa um aumento de 30% na acidez do mesmo (Chen et al., 2015; WMO, 2010). O branqueamento dos corais está relacionado com mudanças ambientais, tais como, a incidência de luz, poluição ou aumento da temperatura (Speers et al., 2016; WMO, 2010). Estas mudanças afetam diretamente a vida das zooxantelas e, sem estas, o coral perde a principal forma de nutrição.

No âmbito das alterações climáticas globais, os recifes de coral estão muito ameaçados pela redução da produtividade e pela precipitação do carbonato de cálcio (Chen et al., 2015). Os dinoflagelados simbióticos nos corais contribuem com cerca de 95% dos requisitos energéticos e desempenham um papel central na manutenção e produtividade dos recifes de coral. Além disso, a resiliência dos recifes de coral às futuras alterações climáticas depende fortemente da adaptação da simbiose coral-algas (Baker, 2014).



**Figura 3.2:** Representação esquemática de alguns exemplos de nutrientes que são fornecidos pela relação simbiótica entre os corais e as zooxantelas. (Fonte: Ver webgrafia).

### 3.1.3. Problemas e impacto ambiental

A pressão das atividades humanas tem vindo a crescer ao longo dos últimos anos, afetando cada vez mais a vida na terra, perturbando muitos ecossistemas através da apanha, poluição e destruição de *habitats*, e afetando-os através de alterações climáticas (Cropp & Norbury, 2020).

Nos últimos 30 anos, observou-se um declínio global nos recifes de coral em todo o mundo (Hughes, 2003). Entre outras ameaças, as epidemias e os eventos de branqueamento em

massa foram apontadas como causas frequentes e graves (Toller et al., 2001), possivelmente devido aos impactos antropogénicos e às alterações climáticas globais, em especial, ao aumento da temperatura da água do mar e à irradiação solar (Hughes, 2003).

Como referido anteriormente, a simbiose do coral com a zooxantela é extremamente sensível, o que leva a que alterações nos parâmetros da água, ou a clareza da mesma, afete bastante estes seres, gerando branqueamento e até morte de ambos os organismos (Douglas, 2003). Os eventos de "branqueamento de corais" caracterizam-se por uma súbita perda de zooxantelas (perda de pigmentação), deixando visível o esqueleto de calcário dos corais, o que geralmente aumenta a mortalidade em massa das colónias de corais (Douglas, 2003; Jones, 2008). Os fatores que desencadeiam eventos de branqueamento provocam a redução da atividade fotossintética da zooxantela (foto-inibição) e a expulsão de zooxantelas por corais (Douglas, 2003; Muller-Parker, 1997) (Figura 3.3).

Uma compreensão da adaptação da simbiose coral-algas, em resposta a diferentes condições ambientais, é essencial para desenvolver estratégias de conservação dos recifes de coral no âmbito das futuras alterações climáticas.

Os recifes de coral de águas rasas cobrem apenas 0,1% do meio marinho e ocorrem, principalmente, em águas quentes e oligotróficas, onde estão sujeitos a muitos stresses antropogénicos, incluindo sobrepesca e alterações climáticas (Hoegh-Guldberg et al., 2017). A complexidade dos recifes de coral torna-os locais fundamentais para a biodiversidade (Cropp & Norbury, 2020). Sendo que estes também são importantes do ponto de vista económico, com o turismo a gerar cerca de 36 mil milhões de dólares por ano (Spalding et al., 2017), e do ponto de vista medicinal, para a descoberta de novos compostos bioquímicos (Miththapala, 2006).

A possível valorização da recuperação dos recifes de coral, através da reabilitação ativa, continua a ser um desafio devido aos custos, ao trabalho envolvido e aos fatores mal compreendidos que se envolvem no sucesso da sobrevivência (Edwards & Gomez, 2007; Spurgeon & Lindahl, 2000). Na atualidade, a maioria dos esforços de repovoamento tem-se centrado na utilização da propagação assexuada de coral, isto é, fragmentação e geração de corais naturais existentes para transplantação numa fase maior (Boch & Morse, 2012).



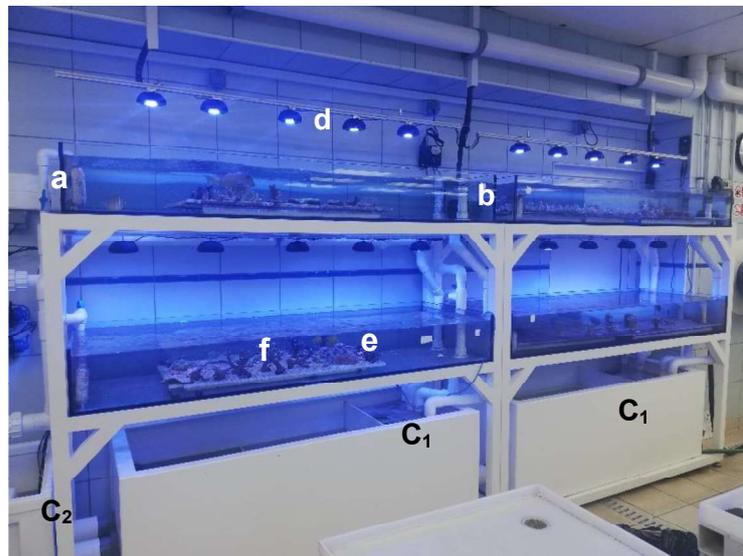
**Figura 3.3:** Figura representativa do estado de degradação de um coral após sofrer branqueamento (Fonte: Ver webgrafia). **Legenda:** 1.º. Relação de simbiose do coral com a alga, no qual estas últimas

fornece nutrientes aos hospedeiros através de energia solar e química. **2º.** Representa uma situação de *stress*, na qual as algas vão produzir substâncias tóxicas e vão ser “expulsas” pelo coral, levando a coloração a ficar esbranquiçada. **3º.** Ao expulsarem as algas, os corais acabam por perder a fonte de nutrientes e devido ao elevado *stress* tornam-se totalmente brancos o que pode levar a sua morte. **4º.** Caso exista uma redução do parâmetro da água que levou ao elevado nível de *stress* e a consequente libertação de zooxantelas, as mesmas poderão vir a re-habitar o coral. Se isto não acontecer os corais acabaram por morrer.

### 3.2. Descrição do sistema utilizado na TMC

Para conseguir manter corais SPS, como corais do género *Acropora* e *Montipora*, de forma saudável, ou seja, para estes não perderem a sua coloração original desde a sua chegada até à sua expedição ou até se fragmentar o coral, a TMC criou um sistema próprio, com parâmetros mais específicos para corais SPS, totalmente independente dos outros sistemas referidos, tanto a nível de *Sump*, como de fabrico de água.

O sistema é constituído por quatro tanques, sendo que cada um possui uma bomba de circulação e cinco luzes (Figura 3.4). A *Sump* é comum a todos os tanques e é composta por seis filtros de meia (um desses filtros é um filtro de rede com carvão), filtração biológica de *live rock*<sup>®</sup> (utilização de rochas porosas provenientes do oceano, onde se alojam bactérias nitrificantes e juntos formam um eficiente bio filtro para um aquário de corais), um escumador da gama *Reef*<sup>®</sup> e um UV *Titanium*<sup>®</sup>.



**Figura 3.4:** Sistema dos SPS. **Legenda:** **a)** Torneira de entrada da água para o tanque; **b)** Saída de água do tanque por *overflow*; **C1)** *Sump*, local onde se encontra a filtração mecânica e a *live rock*; **C2)** Local da *Sump* onde se encontra o escumador e o UV; **d)** Iluminação correspondente a um dos quatro tanques (como se pode observar existem cinco lâmpadas a iluminar cada um dos quatro tanques); **e)**

Tanques de acrílico onde se encontram os corais SPS, colocados em bases brancas (**f**). As letras a), b), e), f), g) representam material e funções existentes em todos os tanques. Esta legenda é meramente representativa dos tanques mais visíveis.

Durante o período de estágio, o sistema esteve consideravelmente estável, apenas com pequenas oscilações no parâmetro de Kh. Neste sentido, seria possível colocar corais do género *Acropora* em bom estado neste local, mantendo-as por muito tempo, sem que os corais deste género com boa coloração perdessem zooxantelas, ou que estas sofressem um grande desenvolvimento a fim de se tornassem castanhas, e que corais que já apresentassem uma coloração castanha pudessem voltar a recuperar a sua cor normal.

Este novo sistema possui parâmetros de água e componentes físicos distintos do sistema dos invertebrados presentes nas instalações. Em baixo, podemos ver descritas todas as diferenças entre ambos os sistemas:

a) Parâmetros físico-químicos da água (como observado no ponto 2.2.2) são vigiados diariamente e são rigorosamente controlados, utilizando testes profissionais, para caso haja algum problema, se possa agir de imediato, de modo a minimizar o impacto da alteração. A necessidade de utilização destes testes deve-se à fragilidade do sistema. No sistema dos invertebrados, os testes utilizados não são os profissionais, porque o sistema é maior e mais estável, não tendo, portanto, a necessidade de ser vigiado tão rigorosamente.

b) Iluminação, visto que cada tanque do sistema dos SPS possui cinco luzes Reef Photon<sup>®</sup>, reguladas para um PAR ( comprimento de onda da luz, dentro da faixa visível que conduz a fotossíntese) de cerca 225  $\mu\text{Mol}/\text{m}^2/\text{s}$ , que variam ao longo do dia, simulando um fotoperíodo de nove horas de luz, sendo que sete destas nove horas as luzes se encontram em *full power* ( intensidade máxima). Estas luzes emitem todas as cores do espectro em diferentes intensidades em seis canais, podendo ser reguladas se e quando necessário. Estas luzes são mais intensas e possuem um espectro de luz mais focado para o desenvolvimento e coloração de SPS, comparativamente ao do sistema dos invertebrados.

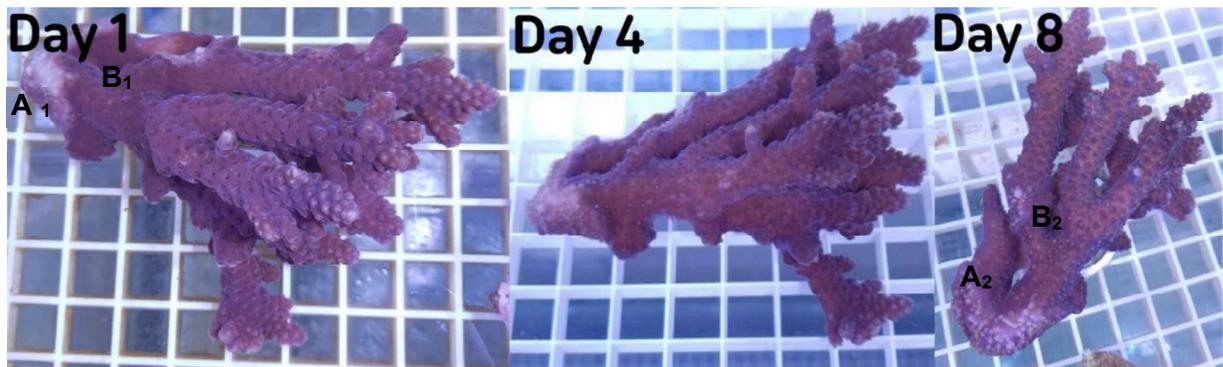
c) Diminuta carga orgânica, comparativamente ao sistema dos invertebrados, visto que este último apresenta certos animais, como crustáceos, decápodes, alguns teleósteos e peixes, o que gera maior nível de alimentação e defecação. Uma menor presença de nutrientes é mais benéfica para os SPS, pois as zooxantelas, na presença de muitos nutrientes, começam a desenvolver-se muito e a ganhar coloração castanha, o que não é pretendido. Durante o período de estágio, houve um *bloom* algal em dois dos aquários utilizados. Após este acontecimento, reduziu-se a alimentação congelada para os animais presentes neste sistema, de modo a que apenas e exclusivamente se alimentassem de algas, dando-lhes benefícios a eles e a todo o sistema dos SPS.

d) O reator UV também é uma variante, comparativamente aos UV'S utilizados no sistema dos peixes e no dos invertebrados. O UV utilizado neste sistema pertence à nova geração de UV'S produzidos pela TMC. Este UV, além da eficácia da desinfecção tradicional, graças à sua tecnologia foto catalítica, garante uma eliminação dos microorganismos mais eficaz, melhorando a transparência da água e produzindo radicais hidróxidos, que ajudam na oxidação da matéria orgânica e inorgânica da água.

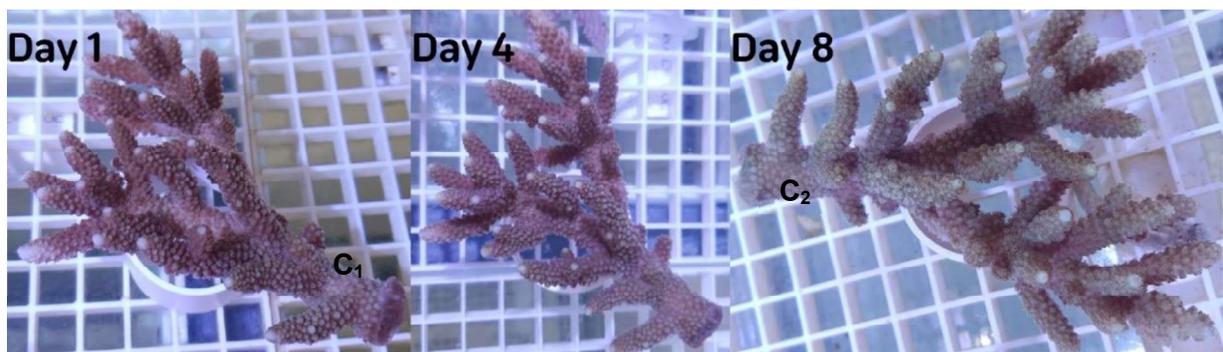
e) O Sal é a última diferença de um sistema para o outro. Como referido no ponto 2.1.4.1, a salinidade é um parâmetro fundamental, pelo que, no sistema dos SPS, se utiliza um sal próprio para corais duros, denominado Pro Reef Sea Salt, da marca Tropic Marin®. Este sal otimiza as concentrações de cálcio e magnésio e a alcalinidade, estabilizando, também, os valores de pH e dureza carbonatada, sendo que é próprio para sistemas que requeiram elevadas concentrações de cálcio, não possuindo nitratos, fosfatos nem químicos indesejáveis. Resumindo, o sal utilizado fornece condições mais estáveis e naturais para o delicado e exigente ambiente marinho destes tanques, comparativamente ao sal utilizado no sistema dos peixes e invertebrados, Reef Mix da marca Tropic Marin®, que não é tão específico para corais, visto ser ideal para aquários com bastante ocupação de diferentes espécies. Este último sal referido possui um estabilizador de pH, mas não é tão adequado para corais com elevadas necessidades de cálcio.

Sempre que necessário, e de modo a manter os parâmetros, há uma limpeza de escumadores, limpeza/substituição de filtros mecânicos e limpeza dos tanques, como explicado no ponto 2.2.6, podendo ser realizadas adições para estabilizar o sistema.

Durante o período de estágio (início da terceira semana), houve a oportunidade de vigiar de perto este novo sistema SPS (que estava montado apenas há três meses), com o propósito de validar se os parâmetros/materiais de filtração utilizados atualmente são vantajosos para a manutenção e o crescimento de corais SPS. Para tal validação, foram retiradas fotografias aos corais do sistema, com recurso a uma câmara fotográfica, sempre à mesma hora (quando a iluminação está no seu máximo) e todas as mudanças e alterações que eram realizadas neste sistema eram apontadas numa folha de Excel, a qual era analisada semanalmente, de modo a aplicar alterações vantajosas no sistema, quando necessário. Durante o período em que foram retiradas as fotografias (cerca de um mês) ocorreram apenas duas mortalidades. Foram utilizados dois lotes de *Acropora* e, em ambos os lotes, observou-se o crescimento dos pólipos, não só nos pólipos já existentes, mas também no local onde foi efetuado o corte para remoção ou fragmentação da *Acropora*. Em geral, também se notou um melhoramento na coloração (Figura 3.5, 3.6 e 3.7).



**Figura 3.5:** Coral do género *Acropora* que, após passar do sistema dos invertebrados para o sistema dos SPS foi visível o crescimento de novos pólipos na base de corte (**A<sub>1</sub>**, representa a base do coral no dia um e **A<sub>2</sub>** representa a base do coral no dia oito, logo dezasseis dias depois, na qual se podem observar mais desenvolvimentos a nível dos polipos), assim como ao longo de todo o coral (A observação deste crescimento pode ser feita através da comparação entre a letra **B<sub>1</sub>** e **B<sub>2</sub>**).



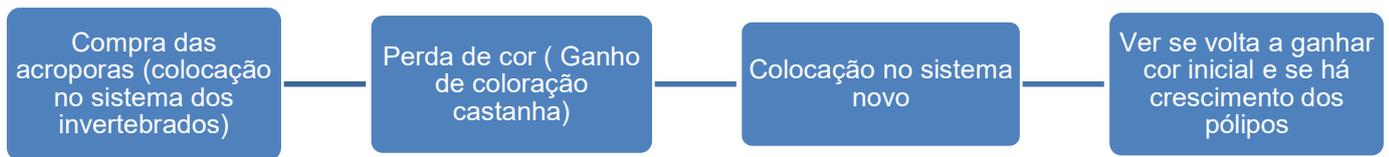
**Figura 3.6:** Coral do género *Acropora* no qual é possível a observação de evolução em termos de coloração. Também se pode observar crescimento e desenvolvimento de novos pólipos (Comparação entre **C<sub>1</sub>** e **C<sub>2</sub>**).



**Figura 3.7:** Coral do género *Montipora*, no qual se pode observar uma mudança significativa na coloração após a mudança de um sistema para o outro.

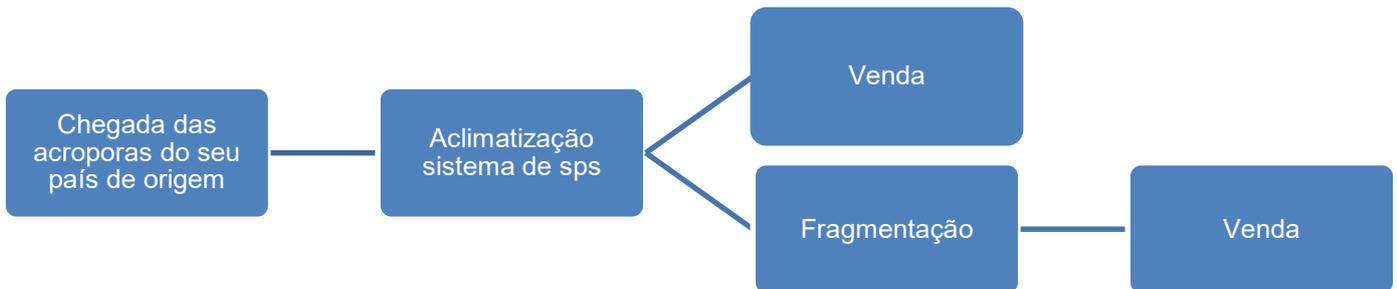
Neste sentido, pode dizer-se que o investimento feito para a criação deste sistema será recompensado e que se pode investir num elevado número de corais SPS, pois estes vão manter-se saudáveis e rentáveis (observar Figura 3.8 A e 3.8 B para uma melhor perceção de qual o objetivo da criação deste sistema).

**O que acontecia no início do estágio:**



**A**

**O que acontece agora:**



**B**

**Figura 3.8:** (A) Representação esquemática do que acontecia antes do novo sistema de SPS existir e o que acontece atualmente com o novo sistema de SPS, estável (B).

## Conclusão

A realização do estágio permitiu consolidar, complementar e aprender novas técnicas e conhecimentos científicos adquiridos durante o Mestrado em Aquacultura, bem como empregar muitos dos conhecimentos adquiridos durante a Licenciatura em Biologia Marinha e Biotecnologia.

Durante o período de realização de estágio na TMC Ibéria, foi possível uma experiência em diversas áreas da empresa, propiciando a observação dos vários trabalhos e das rotinas num retalhista de organismos ornamentais, assim como uma visão mais concreta do modo de funcionamento do mercado de trabalho. O contacto com o público foi uma ferramenta de desenvolvimento pessoal, na medida em que permitiu a melhoria da capacidade comunicativa.

Para além de todos os conhecimentos adquiridos da minha parte, o estágio também foi vantajoso para a própria empresa. Nesta pude aplicar conhecimentos e técnicas que permitiram a melhoria de certas rotinas na empresa, para além de que, a confirmação de um bom funcionamento no novo sistema, permitiu um aumento na qualidade dos corais. Este melhoramento e investimento da empresa acabou por só trazer vantagens á mesma na medida em que aumentou a comercialização de SPS, assim como melhorou os mesmos a nível qualitativo, quantitativo e financeiro.

Conclui-se, portanto, que todos os objetivos foram alcançados e que a experiência adquirida foi benéfica tanto a nível empresarial quanto pessoal. A nível empresarial, houve um crescimento e melhoramento em certas técnicas e rotinas, assim como o desenvolvimento financeiro e de qualidade dos animais. Pessoalmente, houve um desenvolvimento devido á aquisição de conhecimentos, competências e mecanismos de trabalho, tanto a nível de sistemas de suporte de vida e filtração, como na parte química de parâmetros da água e, em geral, com espécies ornamentais. Deste modo, foi possível conhecer melhor a sua morfologia, fisiologia, os seus nomes científicos e comuns, bem como os cuidados a ter com os referidos organismos, com vista ao aumento do seu bem-estar.

## Referências Bibliográficas

- Baensch, F.U. & Tamaru, C.S. (2009). Captive hybridization of two geographically isolated pygmy angelfish species, *Centropyge fisheri* and *Centropyge resplendens*. *Journal Fish Biology*, 75, 2571–2584.
- Baker, A.C. (2014). Climate change: Many ways to beat the heat for reef corals. *Current Biology*, 24, 1166–1168.
- Baskett, M.L., Nisbet, R.M., Kappel, C.V., Mumby, P.J., Gaines, S.D. (2010). Conservation management approaches to protecting the capacity for corals to respond to climate change: A theoretical comparison. *Global Change Biology*, 16, 1229–1246.
- Bickford, D., Phelps, J., Webb, E.L., Nijman, V., Sodhi, N.S. (2011). Boosting CITES through research: Response. *Science*, 331, 857-858.
- Blundell, A.G. & Mascia, M.B. (2005). Discrepancies in reported levels of international wildlife trade. *Conservation Biology*, 19, 2020–2025.
- Boch, C.A. & Morse, A.N.C. (2012). Testing the effectiveness of direct propagation techniques for coral restoration of *Acropora* spp. *Ecological Engineering*, 40, 11–17.
- Bongiorni, L., Giovanelli, D., Rinkevich, B., Pusceddu, A., Chou, L.M., Danovaro, R. (2011). First step in the restoration of a highly degraded coral reef (Singapore) by in situ coral intensive farming. *Aquaculture*, 322–323, 191–200.
- Breitbart, M., Bhagooli, R., Griffin, S., Johnston, I., Rohwer, F. (2005). Microbial communities associated with skeletal tumors on *Porites compressa*. *FEMS Microbiology Letters*, 243, 431–436.
- Brown, B.E. & Bythell, J.C. (2005). Perspectives on mucus secretion in reef corals. *Marine Ecology Progress Series*, 296, 291-309
- Bruckner, A.W. (2002). Proceedings of the Caribbean Acropora Workshop: Potential Application of the U.S. Endangered Species Act as a Conservation Strategy. *Proceedings of the Caribbean Acropora Workshop*, 199.
- Calado, R., Olivotto, I., Oliver, M. P., Holt, G.J.(2017). *Marine Ornamental Species Aquaculture*, 175-176.
- Calado, R. (2006). Marine ornamental species from European waters: A valuable overlooked resource or a future threat for the conservation of marine ecosystems? *Scientia Marina*, 70, 389–398.
- Chen, P.Y., Chen, C.C., Chu, L.F., McCarl, B. (2015). Evaluating the economic damage of climate change on global coral reefs. *Global Environment Change*, 30, 12–20.
- Clarke, S.C., McAllister, M.K., Milner-Gulland, E.J., Kirkwood, G.P., Michielsens, C.G.J., Agnew, D.J., Pikitch, E.K., Nakano, H., Shivji, M.S. (2006). Global estimates of shark catches using trade records from commercial markets. *Ecology Letters*, 9, 1115–1126.

- Cropp, R. & Norbury, J. (2020). The potential for coral reefs to adapt to a changing climate - an eco-evolutionary modelling perspective. *Ecological Modelling*, 426, 109038.
- Dee, L., Horii, S., Thornhill, D. (2014). Conservation and management of ornamental coral reef wildlife: Successes, shortcomings, and future directions. *Biological Conservation*, 169, 225-237
- Delbeek, J. (2001). Coral farming: past, present and future trends. *Aquarium Science and Conservation*, 3, 171–181.
- Douglas, A. (2003). Coral bleaching-how and why? *Marine Pollution Bulletin*, 46, 385–392.
- Edwards, A.J. & Gomez, E.D. (2007). *Reef restoration concepts and guidelines: Making sensible management choices in the face of uncertainty*, pp. 38.
- Evers, H., Pinnegar, J.K., Taylor, M.I. (2019). Where are they all from? – sources and sustainability in the ornamental freshwater fish trade. *Journal Fish Biology*, 94, 909-915.
- Ferrario, F., Beck, M.W., Storlazzi, C.D., Micheli, F., Shepard, C.C., Airoldi, L. (2014). The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. *Nature Communications*, 5, 1-9.
- Fisher, R., O'Leary, R.A., Low-Choy, S., Mengersen, K., Knowlton, N., Brainard, R.E., Caley, M.J. (2015). Species richness on coral reefs and the pursuit of convergent global estimates. *Current Biology*, 25, 500–505.
- Francisca, C., Sassi, R., Gorch-lira, K. (2015). Uma abordagem metodológica para o estudo das zooxantelas de corais do Brasil, *Boletim do Laboratorio de Hidrobiologia*, 21, 83-94.
- Frankic, A. & Hershner, C.,(2003). Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture. *Aquaculture International*, 11, 517–530.
- Friedlander, A., (2001). Essential fish habitat and the effective design of marine reserves: Application for marine ornamental fishes. *Aquarium Science Conservation*, 3, 135–150.
- Hoegh-Guldberg, O., Poloczanska, E.S., Skirving, W., Dove, S. (2017). Coral reef ecosystems under climate change and ocean acidification. *Frontiers in Marine Science*, 4.
- Hughes, S., Yau, A., Max, L., Petrovic, N., Davenport, F., Marshall, M., McClanahan, T.R., Allison, E.H., Cinner, J.E. (2012). A framework to assess national level vulnerability from the perspective of food security: The case of coral reef fisheries. *Environmental Science & Policy*, 23, 95–108.
- Hughes, T.P. (2003). Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. *Science*, 301, 929–933.
- Johnston, J.R., Needham, M.D., Cramer, L.A., Olsen, C.S., Swearingen, T.C. (2019). Public perceptions of marine wilderness as a marine protected area designation. *Ocean Coastal Management*, 178, 104873.
- Johnston, G., Kaiser, H., Hecht, T., Oellermann, L. (2003). Effect of ration size and feeding frequency on growth, size distribution and survival of juvenile clownfish, *Amphiprion percula*.

- Journal of Applied Ichthyology*, 19, 40–43.
- Jones, R. (2008). CITES, corals and customs: The international trade in wild corals. *Advance Coral Husbandry Public Aquariums*, 2, 351–361.
- Krieger, J.R. & Chadwick, N.E. (2013). Recreational diving impacts and the use of pre-dive briefings as a management strategy on Florida coral reefs. *Coastal Conservation*, 17, 179–189.
- Leal, M.C., Ferrier-Pagès, C., Petersen, D., Osinga, R. (2014). Coral aquaculture: Applying scientific knowledge to ex situ production. *Reviews in Aquaculture*, 8, 136–153.
- Leal, M.C., Vaz, M.C.M., Puga, J., Rocha, R.J.M., Brown, C., Rosa, R., Calado, R., (2016). Marine ornamental fish imports in the European Union: An economic perspective. *Fish and Fisheries*, 17, 459–468.
- Livengood, E. & Chapman, F. (2007). *The Ornamental Fish Trade: An Introduction with Perspectives for Responsible Aquarium Fish Ownership*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, pp. 1-8
- Lucas, J.S. & Southgate, P.C. (2013). *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants: Second Edition*. Wiley Blackwell, pp. 1-629
- Maceda-Veiga, A., Dominguez-Dominguez, O., Escribano-Alacid, J., Lyons, J. (2014). The aquarium hobby: can sinners become saints in freshwater fish conservation? *Fish and Fisheries*, 17(3), 860–874.
- Madhu, K. & Madhu, R. (2014). Captive spawning and embryonic development of marine ornamental purple firefish *Nemateleotris decora* (Randall & Allen, 1973). *Aquaculture*, 424–425.
- Miththapala, S. (2006). *Conserving Medicinal Species: Securing a healthy future*. pp 1-15
- Moorhead, J.A. & Zeng, C. (2010). Development of captive breeding techniques for marine ornamental fish: A review. *Reviews in Fisheries Science*, 18, 315-343.
- Muller-Parker G, D.C. (1997). Interactions between corals and their symbiotic algae, in: *Coral Reefs in the Anthropocene*, pp. 99-116
- Nahon, S., Richoux, N.B., Kolasinski, J., Desmalades, M., Pages, C.F., Lecellier, G., Planes, S., Lecellier, V.B. (2013). Spatial and temporal variations in stable carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) isotopic composition of symbiotic scleractinian corals. *PLoS One* 8, 1–17.
- Nakamura, T., Van Woesik, R., Yamasaki, H. (2005). Photoinhibition of photosynthesis is reduced by water flow in the reef-building coral *Acropora digitifera*. *Marine Ecology Progress Series*, 301, 109–118.
- Ogawa, T. & Brown, C.L. (2001). Ornamental reef fish aquaculture and collection in Hawaii. *Aquarium Science Conservation*, 3, 151–169.
- Olivier, K. (2003). World trade in ornamental species, in: *Marine Ornamental Species: Collection*,

*Culture and Conservation*, pp. 49–63.

Olivier, K. (2001). The Ornamental Fish Market. GLOBEFISH Research Program, pp. 1–99.

Olivotto, I., Planas, M., Simões, N., Holt, G.J., Avella, M.A., Calado, R. (2011). Advances in Breeding and Rearing Marine Ornamentals. *Journal World Aquatic Society*, 42, 135–166.

Ostrowski, A. C. & Laidley, C.W. (2001). Application of marine foodfish techniques in marine ornamental aquaculture: Reproduction and larval first feeding. *Aquarium Science Conservation*, 3 (1-3), 191–204.

Palmtag, M.R. (2017). The Marine Ornamental Species Trade, in: *Marine Ornamental Species Aquaculture*. pp. 3–14.

Pintado, J., Planas, M. & Makridis, P. (2014). Live feeds: microbial assemblages, probiotics and prebiotics. *Aquaculture Nutrition*, 419–422.

Pintado, J., Prol, M.J., Balcázar, J.L., Planas, M. & Makridis, P. (2011). *New strategies for the control of bacterial infections in marine fish larval rearing*, pp. 1-30.

Pomeroy, R.S., Agbayani, R., Duray, M., Toledo, J., Quinitio, G. (2004). The financial feasibility of small-scale grouper aquaculture in the Philippines. *Aquaculture Economics & Management*, 8, 61–83.

Prasitnok, K, Bulacu, M., Shen, Z., Ye, H., Zhou, C., Kröger, M., Li, Y., Fonner, E., Drph, J., Acid, P., Grunewald, F., Rossi, G, De Vries, A., Marrink, S.J., Monticelli, L., Jiang, J.W., Wang, J.S., Li, B., Mukherjee, A.K., Avenue, O.S., ... , Cho, K. (2017). The Ocean conference. *Journal of Physical Chemistry A*, 8, 28–48.

Raghavan, R., Dahanukar, N., Tlusty, M.F., Rhyne, A.L., Krishna Kumar, K., Molur, S., Rosser, A.M. (2013). Uncovering an obscure trade: Threatened freshwater fishes and the aquarium pet markets. *Biological Conservation*, 164, 158–169.

Reid, P.C., Fischer, A.C., Lewis-Brown, E., Meredith, M.P., Sparrow, M., Andersson, A.J., Antia, A., Bates, N.R., Bathmann, U., Beaugrand, G., Brix, H., Dye, S., Edwards, M., Furevik, T., Gangstø, R., Hátún, H., Hopcroft, R.R., Kendall, M., Kasten, S., Keeling, R., Le Quéré, C., Mackenzie, F.T., Malin, G., Mauritzen, C., Ólafsson, J., Paull, C., Rignot, E., Shimada, K., Vogt, M., Wallace, C., Wang, Z., Washington, R. (2010). Impacts of the oceans on climate change. *Advances in Marine Biology*, 56, 1-150.

Rhyne, A.L., Tlusty, M.F., Szczebak, J.T. (2017a). Early Culture Trials and an Overview on U.S. Marine Ornamental Species Trade, in: *Marine Ornamental Species Aquaculture*. pp. 51–70.

Rhyne, A.L., Tlusty, M.F., Szczebak, J., Holmberg, R.J. (2017b). Expanding our understanding of the trade in marine aquarium animals. *PeerJ* 5, e2949.

Rhyne, A.L., Tlusty, M.F. & Kaufman, L. (2014). Is sustainable exploitation of coral reefs possible? A view from the standpoint of the marine aquarium trade. *Environmental Sustainability*, 7, 101–107.

Rhyne, A.L., Tlusty, M.F. & Kaufman, L. (2012a). Long-term trends of coral imports into the United

- States indicate future opportunities for ecosystem and societal benefits. *Conservation Letters*, 5a, 478–485.
- Rhyne, A.L., Tlustý, M.F., Schofield, P.J., Kaufman, L., Morris, J.A., Bruckner, A.W. (2012b). Revealing the appetite of the marine aquarium fish trade: The volume and biodiversity of fish imported into the United States. *PLoS One* 7, e35808.
- Rhyne, A.L. (2010). “The Importance of Open Access in Technology Transfer for Marine Ornamental Aquaculture: The Case of Hobbyist-Led Breeding Initiatives.” *Aquaculture, Aquariums, Conservation & Legislation*, 3, 269–272.
- Rhyne, A.L. & Lin, J. (2004). Effects of different diets on larval development in a peppermint shrimp (*Lysmata* sp. (Risso)), in: *Aquaculture Research*. pp. 1179–1185.
- Rocha, J.A.M. (2017). *Suitability of marine ornamental shrimp Lysmata unicoloris Holthuis and Maurin 1952 to commercial aquaculture and comparative performance with Lysmata seticaudata*. Departamento de Biologia, Universidade do Porto.
- Rocha, R.J.M., Bontas, B., Cartaxana, P., Leal, M.C., Ferreira, J.M., Rosa, R., Serôdio, J., Calado, R. (2015). Development of a Standardized Modular System for Experimental Coral Culture. *Journal World Aquaculture Society*, 46, 235–251.
- Rosenberg, E., Koren, O., Reshef, L., Efrony, R., Zilber-Rosenberg, I. (2007). The role of microorganisms in coral health, disease and evolution. *Nature Reviews Microbiology*, 5, 355–362
- Sales, J. & Janssens, G.P.J. (2003). Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources*, 16, 533–540.
- Sasala, T. (2013). Água Salgada, Antes de Comprar os Peixes. Disponível em: <http://fins.actwin.com/mirror/pt/sbegin-setup.html>
- Sharma, S., Burark, S., Shivani, A., Waged, M. S., & Gocher, S. (2015). Present status and marketing strategies of aquarium fish trade in Kota district of Rajasthan: A case study. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 29, 101–113.
- Sicuro, B. (2018). Nutrition in ornamental aquaculture: the raise of anthropocentrism in aquaculture? *Reviews in Aquaculture*, 10, 791–799.
- Silva, R., Pearce-Kelly, P., Zimmerman, B., Knott, M., Foden, W., Conde, D.A. (2019). Assessing the conservation potential of fish and corals in aquariums globally. *Journal Nature Conservation*, 48, 1–11.
- Smith, K.F., Behrens, M., Schloegel, L.M., Marano, N., Burgiel, S., Daszak, P. (2009). Reducing the risks of the wildlife trade. *Science*, 324, 594–595.
- Smith, K.F., Behrens, M.D., Max, L.M., Daszak, P. (2008). U.S. drowning in unidentified fishes: Scope, implications, and regulation of live fish import. *Conservation Letters*, 1, 103–109.
- Spalding, M., Burke, L., Wood, S.A., Ashpole, J., Hutchison, J., zu Ermgassen, P. (2017). Mapping the global value and distribution of coral reef tourism. *Marine Policy*, 82, 104–113.

- Spalding, M.D. & Brown, B.E. (2015). Warm-water coral reefs and climate change. *Science*, 350, 769–771.
- Speers, A.E., Besedin, E.Y., Palardy, J.E., Moore, C. (2016). Impacts of climate change and ocean acidification on coral reef fisheries: An integrated ecological-economic model. *Ecology. Economics*, 128, 33–43.
- Spurgeon, J.P.G. & Lindahl, U. (2000). Economics of Coral Reef Restoration in: *Collected Essays on the Economics of Coral Reefs*. pp.125–136.
- Stat, M, Carter D, H.-G.O. (2006). The evolutionary history of Symbiodinium and scleractinian hosts: symbiosis, diversity, and the effect of climate change. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 8, 23–43.
- Stickney, R.R. (2009) *Aquaculture: An Introductory Text*, 2nd edn. Cabi, London, UK.
- Sun, X., Chang, Y., Ye, Y., Ma, Z., Liang, Y., Li, T., Jiang, N., Xing, W., Luo, L. (2012). The effect of dietary pigments on the coloration of Japanese ornamental carp (koi, *Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 342–343, 62–68.
- Sunagawa, S., Woodley, C.M., Medina, M. (2010). Threatened corals provide underexplored microbial habitats. *PLoS One*, 5, e9554.
- Teh, L.S.L., Teh, L.C.L., Sumaila, U.R. (2013). A Global Estimate of the Number of Coral Reef Fishers. *PLoS One*, 8, e65397.
- Teitelbaum, A., Yeeting, B., Kinch, J., Ponia, B. (2010). Aquarium trade in the Pacific. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, 19, 3–6.
- Thornhill, D.J. (2012) Ecological impacts and practices of the coral reef wildlife trade. *Defenders Wild*, 1–179.
- Tlusty, M.F., Rhyne, A.L., Kaufman, L., Hutchins, M., Reid, G.M., Andrews, C., Boyle, P., Hemdal, J., Mcgilvray, F., Dowd, S. (2013). Opportunities for Public Aquariums to Increase the Sustainability of the Aquatic Animal Trade. *Zoo Biology*, 32, 1-12.
- Tlusty, M. (2002). The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. *Aquaculture*, 205, 203–219.
- Toller, W.W., Rowan, R., Knowlton, N. (2001). Repopulation of zooxanthellae in the Caribbean corals *Montastraea annularis* and *M. faveolata* following experimental and disease-associated bleaching. *Biological Bulletin*, 201, 360–373.
- Townsend, D. (2011). Sustainability, equity and welfare: A review of the tropical marine ornamental fish trade. *Live Reef Fish Information Bulletin*, 20, 1–12.
- Wabnitz, C., Taylor, M., Green, E., Razak, T. (2003). From Ocean to Aquarium: The global trade in marine ornamental species. *World Conservation Monitoring Centre*, pp. 65.
- Wallace, C.C. & Rosen, B.R. (2006). Diverse staghorn corals (*Acropora*) in high-latitude Eocene assemblages: Implications for the evolution of modern diversity patterns of reef corals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273, 975–982.

- Wang, Q., Li, Y., Zheng, X. (2019). Morphological and histological characterization of a new Acropora-eating flatworm: A potential threat to captive acroporid corals. *Aquaculture*, 512, 734384.
- Watson, C.A. & Hill, J.E. (2006). Design criteria for recirculating, marine ornamental production systems. *Aquaculture Engineering*, 34, 157–162.
- Whittington, R.J.& Chong, R. (2007). Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: The case for revised import risk analysis and management strategies. *Preventive Veterinary Medicine*, 81, 92–116.
- WMO. (2010). Climate, Carbon and Coral Reefs, *Climate, Carbon and Coral Reefs*, pp. 30.
- lovWood, E. (2001). Collection of coral reef fish for aquaria: global trade, conservation issues and management strategies. *Marine Conservation Society* , pp. 80.
- Work, T.M. & Aeby, G.S. (2011). Pathology of tissue loss (white syndrome) in Acropora sp. corals from the Central Pacific. *Journal of Invertebrate Pathology*, 107, 127–131.
- Yanar, M., Erdoğan, E., Kumlu, M. (2019). Thermal tolerance of thirteen popular ornamental fish Species. *Aquaculture*, 501, 382–386.

## Webgrafia

**Figura 1.3:** <http://wildcaughtornamentals.org/> (Site visitado dia 13/05/2020)

**Figura 1.4: (A)-** <https://marine-world.co.uk/collections/livestock/products/peppermint-shrimps-lysmata-wurde-manni-livestock-marine-world-aquatics>;

**Figura 1.4: (B)**

[https://www.youtube.com/watch?v=k2xfh6ea6Q&ab\\_channel=FishlandAqu%C3%A1rios](https://www.youtube.com/watch?v=k2xfh6ea6Q&ab_channel=FishlandAqu%C3%A1rios);

**Figura 1.4: (C)-** [https://aquaorinoco.com/pt/vivos/agua-salgada/peixes\\_2/amphiprion-percula](https://aquaorinoco.com/pt/vivos/agua-salgada/peixes_2/amphiprion-percula);

**Figura 1.4: (D)-** <https://fishesofaustralia.net.au/home/species/1275>;

**Figura 1.4: (E)-** <http://www.klimanaturali.org/2011/05/cavalo-marinho-hippocampus-reidi.html>;

**Figura 1.4: (F)**

<https://www.fishbase.se/FieldGuide/FieldGuideSummary.php?GenusName=Hippocampus&SpeciesName=guttulatus&sps=&print=> (Sites visitados dia 02/10/2020)

**Figura 3.1:** <https://ocean.si.edu/ocean-life/invertebrates/what-coral-coral-polyp-and-zooxanthellae> (Site visitado dia 20/09/2020)

**Figura 3.2:** <http://reefprostore.com/Is-Feeding-Corals-Necessary-and-How-Does-it-Benefit-Them.html> (Site visitado dia 05/06/2020)

**Figura 3.3:** <https://www.publico.pt/2019/11/19/infografia/anatomia-coral-385> ( Site visitado dia 18/07/2020)