

***Aquacultura ornamental – da ciência ao comércio (estágio no
CETEMARES e AquaLovers)***

João Nuno Bordonhos Amaral dos Reis

2019

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

***Aquacultura ornamental – da ciência ao comércio (estágio no
CETEMARES e AquaLovers)***

João Nuno Bordonhos Amaral dos Reis

Relatório de estágio para obtenção do Grau de Mestre em Aquacultura

Relatório de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor Sérgio Miguel Franco Martins Leandro, Professor da Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar do Politécnico de Leiria e supervisão da mestre Ana Margarida Machado Pestana da Silva, sócia-gerente da empresa AquaLovers.

2019

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Aquacultura ornamental – da ciência ao comércio (estágio no CETEMARES e AquaLovers)

Copyright © João Nuno Bordonhos Amaral dos Reis
Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar – Peniche Politécnico de Leiria
2019

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 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.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

Na vida é impossível concretizar qualquer tipo de projeto sozinho. É necessário sempre a colaboração de outras pessoas para que tudo corra pelo melhor e como desejado, e como tal todo o trabalho realizado, não só o exposto neste relatório, mas sim todo o processo académico anterior teve a colaboração de todas as pessoas com quem me cruzei neste caminho.

Em primeiro lugar e como não poderia deixar de ser, quero agradecer aos meus pais. Lúdia e João, vocês são sem dúvida alguma a maior riqueza que a vida me poderia ter dado. Espero um dia conseguir retribuir todo o esforço e dedicação que colocam em mim, e deixar-vos orgulhosos de tudo o que me deram e do que me tornei é sem dúvida o maior objetivo da minha vida. Amo-vos hoje, amanhã e sempre. Serão sempre o meu maior orgulho.

Em segundo lugar, queria agradecer ao professor Sérgio Leandro e à professora Sónia Cotrim por tudo o que investiram em mim. Nem sempre foi fácil, houve altos e baixos, mas sempre estiveram lá para me ouvir, aconselhar e apoiar as minhas decisões. Um obrigado nunca será suficiente.

Depois, à AquaLovers (Ana Margarida, Rita, Mário e Sr. António), e clientes pela forma como me receberam e por me terem passado todos os conhecimentos e experiência que adquiriram com o tempo, tornando cada um de vós uma referência neste sector. Terão sempre aqui um amigo para o que precisarem.

A ti, Rita. Como tu dizes, só tu terias paciência para me aturar. E o que aturaste neste tempo todo. Todas as raivas, choros, risos e vitórias, tudo passou por ti, e apesar de bom ou mau sempre estiveste lá, deste-me sempre a mão e nunca saíste. Independentemente do que o futuro nos reservar, terás sempre um lugar especial na minha vida. E à tua família, que sempre me tratou como um neto, filho e irmão, obrigado.

Às minhas Catarinas e Carolina, e consequentemente João, Jorge e Pedro, obrigado por terem sido os irmãos que a vida não me deu. Foram sempre o meu maior apoio quando precisei, e quando caí no chão estiveram sempre lá para me levantar. Obrigado.

Simão e Henrique. Mais que colegas de trabalho e colegas de casa, fomos amigos e confidentes. Sem vocês nada disto era possível, disso não tenham dúvida.

Um obrigado do tamanho do mundo a vocês, Natacha Moreira, Mariana Martins, Catarina Grilo, Pity (Ana Rita Ferreira), Beatriz Trindade (também por algumas fotos), Daniel Marques, Inês Morão, Andreia Raposo, Eliana Venâncio, Rodrigo Correia, Ricardo Osório, Inês Duarte, e a todos os amigos que fiz nesta terra maravilhosa e em especial aos meus colegas de mestrado, por toda a ajuda ao Geólogo do grupo.

À malta da FCUL, Ivo Martins, Filipe Ribeiro, Paulo Almeida, Marcelo Silva, Tiago Fonseca, João Pambu Reis, Miguel Teixeira, Rita Pereira, Joanas (Duarte e Araújo), Ricardo Castelinho, Inês Viegas, Flávia Silva (madrinha académica), Paula Dias (afilhada académica) entre muitos outros, por tudo, principalmente pelo apoio nos momentos mais difíceis da minha licenciatura e mestrado.

À minha família, obrigado por todo o apoio que me deram nesta “viagem”, e queria pedir desculpa por todos os momentos em que não tive presente. Espero que no futuro vos possa recompensar.

Quero agradecer também a todo o edifício CETEMARES (direção e trabalhadores/cientistas) por me terem permitido realizar parte do meu estágio com vocês, e permitido aprender todos os dias. Especialmente a todo o grupo de trabalho que me apoiou nesse período (Joana Falcão, Alina Sousa e Carlos Pinto), e que sempre se mostrou disponível quando mais precisei, seja para trabalho no laboratório ou um simples desabafo.

À Padeirinha do Infantado, D^a. Teresa e Sr. Gabriel, que me deram a mão num momento difícil da minha vida, e que sem a sua ajuda este mestrado não era possível.

Para terminar, a todas as pessoas não mencionadas, e que tiver contribuído, por mais pequeno que seja, no meu percurso académico ou simplesmente para a minha boa disposição diária.

Muito obrigado a todos!

Resumo

O aquariorfilia é um *hobby* que tem tido um crescimento de popularidade a nível mundial. Ao contrário do que acontece com os organismos de água doce, em que a maioria dos animais comercializados já são produzidos em cativeiro, a produção de organismos ornamentais de água salgada ainda é escassa, sendo que ainda é necessário recorrer à captura de organismos selvagens o que levanta, conseqüentemente, muitos problemas ecológicos. Assim sendo, o estudo dos ciclos larvares desses organismos é extremamente importante, assim como a sua boa manutenção em cada aquário.

A espécie *Lysmata debelius* é uma das mais populares de crustáceos ornamentais marinhos. Contudo, a sua produção em cativeiro ainda é um desafio muito devido ao seu longo período larvar e elevada mortalidade. Assumindo que a alimentação de reprodutores pode ter influência nos primeiros estágios larvares, foram fornecidas diferentes dietas a pares de *Lysmata debelius* de forma a verificar se a modificação de dieta tinha efeito na qualidade das desovas e das larvas.

Considerando que se trata de uma espécie extremamente prolifera, os resultados das desovas obtidos não foram os esperados. Em relação às dietas fornecidas (numa primeira fase foi fornecido lula, mexilhão e ovas de salmão, e depois foi adicionado ração à dieta), não existiram diferenças significativas em relação à qualidade das larvas, mas em comparação com resultados obtidos por outros autores, verifica-se a existência de uma melhoria da qualidade das larvas. Neste estudo observou-se também que o fornecimento de ração aos reprodutores levou a que algumas larvas tivessem a capacidade de mudança do estágio de desenvolvimento I para o II.

Devido ao crescente interesse do público em relação à aquariorfilia, tem existido um cada vez maior número de espaços especializados no *hobby*. A AquaLovers é uma loja especializada em aquariorfilia relativamente recente, que oferece vários tipos de serviços ao seu público, como por exemplo a montagem e manutenção de sistemas, e que aposta na sustentabilidade do *hobby* através da aquacultura de espécies muito populares no meio, tal como num melhor aconselhamento das pessoas em relação à manutenção dos organismos. Assim, a empresa tem uma forma de trabalho bem rigorosa, seja tanto em loja como na manutenção dos sistemas de clientes, que foram cuidadosamente descritos nesta dissertação.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

Aquarium Hobby is an activity that has been growing in popularity worldwide. Contrary to what happens with freshwater organisms, in which most animals sold are already produced in captivity, the production of live organisms in saltwater is still scarce, and it is still necessary to resort to the capture of wild organisms, which consequently raise many ecological problems. Therefore, the study of larval cycles of these organisms is extremely important, as well as its good maintained in each aquarium.

Lysmata debelius is one of the most popular marine ornamental crustaceans. However, their captive larval development is still a challenge, largely due to their long larval period and high mortality. Assuming that broodstock feeding may have an influence on early larval stages, different diets were provided to pairs of *Lysmata debelius* in order to verify whether diet modification had an influence on spawning and larval quality.

Considering that it is an extremely prolific species, the spawning results obtained were not as expected. Regarding the diets provided (in the first phase, squid, mussel and salmon roe were provided, and then ration was added to the diet), there were no significant differences in larvae quality, but compared to results obtained by other authors, verifies there is an improvement in larval quality. In this study, it was also observed that the supply of feed to the breeders led to some larvae having the ability to change from developmental stage I to II.

Due to the growing public interest in aquarium hobby, there is an increasing number of hobby spaces. AquaLovers is a relatively recent aquarium shop which offers various types of services to its audience, such as system assembly and maintenance. With this, it has focused on the sustainability of the hobby through the aquaculture of very popular species in the aquarium business environment, such as a better advice of people regarding the maintenance of organisms. Thus, the company has a very rigorous way of working, both in store and in maintaining customer systems, which were carefully described in this dissertation.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Aquariofilia	1
1.1.1. Enquadramento histórico	1
1.1.2. Dimensão do mercado a nível global e tendências de mercado	1
1.2. Aquacultura ornamental.....	4
1.2.1. Problemas associados à captura de organismos ornamentais.....	4
1.2.2. Aquacultura ornamental de organismos de água salgada.....	5
1.2.3. Benefícios e riscos associados à aquacultura ornamental	7
1.2.4. Problemas associados à aquacultura de organismos ornamentais marinhos .	10
1.2.5. Alimentação larvar de organismos ornamentais marinhos.....	11
2. Objetivos do trabalho	15
3. Manutenção e reprodução de crustáceos em cativeiro – Camarão de fogo (<i>Lysmata debelius</i>).....	17
3.1. Crustáceos ornamentais	17
3.1.1. Crustáceos ornamentais de água doce	18
3.1.2. Crustáceos ornamentais marinhos	19
3.1.2.1. A aquacultura de <i>Lysmata debelius</i>	19
3.1.2.2. Nutrição de larvas de <i>Lysmata debelius</i>	22
3.2. Ensaio experimental.....	23
3.2.1. Materiais e Métodos	23
3.2.1.1 Aquisição, aclimação e manutenção de reprodutores	23
3.2.1.2. Alimentação de reprodutores	24
3.2.1.3. Ensaio qualidade larvar	25
3.2.1.4. Estimativa de sobrevivência das larvas	26
3.2.1.5. Identificação das fases larvares	26
3.2.1.6. Análise estatística.....	27
3.2.2. Resultados e Discussão	27
3.2.3. Conclusão	32
4. Desenvolvimento de rotinas associadas a uma empresa de aquariofilia.....	33
4.1. Parâmetros de água – a importância de manutenções regulares de aquários.....	33
4.2. Descrição da empresa – AquaLovers, Lda	35
4.3. Tarefas diárias e semanais	37
4.3.1. Tarefas diárias.....	37
4.3.2. Alimentação.....	38
4.3.3. Tarefas semanais.....	39

4.4.	Equipas de trabalho.....	39
4.5.	Atividade comercial da AquaLovers, Lda	40
4.5.1.	Trabalho na loja	40
4.5.1.1.	Aquacultura	43
4.5.2.	Trabalho fora da loja.....	44
4.5.2.1.	Fornecimento de água a clientes.....	44
4.5.2.2.	Montagens de aquários	45
4.5.2.3.	Manutenção de aquários	46
4.6.	Conclusão.....	53
5.	Bibliografia.....	55
6.	Anexos.....	65

Índice de figuras

Figura 1 - Top 10 de produtores de peixes ornamentais de água doce (valores em percentagem). Adaptado de (Evers et al., 2019).....	2
Figura 2 - Comércio de peixes ornamentais marinhos na União Europeia de 2000 a 2011. (a) total de importações dos países da União Europeia; (b) Os cinco países que mais importam; e (c) os cinco maiores exportadores. Adaptado de Leal et al., (2015).....	3
Figura 3 - Valor total (€) importado pela União Europeia (a) e principais países exportadores (b) no comércio de peixes ornamentais marinhos entre os anos 2000 e 2011. Adaptado de Leal et al. (2015).....	4
Figura 4 - Comparação entre o valor (milhões de toneladas) das pescas e de produção em aquacultura nas últimas décadas. Adaptado de FAO (2018).....	6
Figura 5 - Uso dos produtos aquícolas. Adaptado de FAO (2018).	7
Figura 6 - <i>Lysmata debelius</i> : a) Adulto (retirado do site https://www.aquaticlog.com/showcase/image.jpeg?imageId=101027 no dia 25 de setembro de 2019; b) Juvenil de <i>Lysmata debelius</i> criado no CETEMARES.....	20
Figura 7 - Tanques de reprodutores: A) visão superior, B) visão lateral. 1 – Divisão para o par de reprodutores, 2 – divisão amovível para separação de reprodutores, 3 – rede amovível de separação entre reprodutores e larvas, 4 – rede de menor dimensões (com dimensões entre 500 µm e 150 µm), 5 – Tubo de saída de água, 6 – iluminação, 7 – tubo de entrada de água, 8 – topo da coluna de água. As setas claras indicam o fluxo unidirecional da água, e a seta preta indica a entrada de água no aquário. Adaptado de Calado et al., 2007a.	21
Figura 8 - Esquema teórico dos tipos de alimento fornecido a camarões ornamentais marinhos com onze estádios larvares (Z - Zoea) (barras cinzentas). Adaptado de Calado (2008).....	23
Figura 9 - - Esquema do sistema de manutenção de reprodutores: a) Sump; b) Saco de 200 µm; c) Saco de biobolas; d) Escumador; e) Termostato; f) Bomba de recirculação; g) Refrigerador; h) Filtro UV; i1 e i2) tanques de manutenção de reprodutores.....	24
Figura 10 - Esquema do sistema usado para a realização do ensaio de qualidade larvar. a) Aquário; b1, b2 e b3) Copos de 2L; c) Termostato; d) Sistema de arejamento do edifício; e1, e2 e e3) Sistema de arejamento do copo.....	26
Figura 11 - Sobrevivência larvar (%), de 12 em 12 hora, com variação do tipo de dieta fornecida aos reprodutores (cinza claro - ovas, mexilhão e lula; cinza escuro - ovas, mexilhão, lula e ração comercial).....	28
Figura 12 - Estágio de desenvolvimento de larvas de <i>L. debelius</i> , expostas a ausência de alimento, em função do tempo pós-eclosão (cinza claro - estágio de desenvolvimento I (Zoea I); cinzento escuro - estágio de desenvolvimento II (Zoea II)).	31

Figura 13 - Logotipo da empresa AquaLovers, Lda. (Fotografia retirada do site www.aqualovers.pt/main no dia 26 de junho de 2019).	35
Figura 14 - Estrutura hierárquica da empresa AquaLovers.	36
Figura 15 - Planta das instalações da AquaLovers. a) área de pessoal; b) zona de arrumações; c) zona de aquacultura/cultivo larvar e de produção de alimento vivo; d) zona de venda de vivos; e) zona de lavagens/bancada de trabalho.	36
Figura 16 - Chegada de encomenda de vivos. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.	40
Figura 17 - Chegada de encomenda de plantas. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.	41
Figura 18 - Chegada de encomenda de equipamentos para a montagem e manutenção de aquários. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.	41
Figura 19 - Processo de aclimação dos vivos: a) à temperatura existente no sistema; b) aos restantes parâmetros de água do sistema.	42
Figura 20 – Aquacultura de <i>Amphiprion ocellaris</i> . a) casal com postura; b) juvenis já produzidos na empresa.	43
Figura 21 - Fotos de uma saída para recolha de água salgada natural: a) Equipamento utilizado para a recolha; b) local da recolha; c) bomba utilizada para auxiliar a recolha de água. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.	44
Figura 22 – Processo de remontagem de um aquário: a) colocação do aquário no local a montar; b) disposição do layout; c) finalização da montagem; d) resultado final da montagem. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.	45
Figura 23 – Processo de montagem de um aquário: a) disposição do layout; b) aquário montado e cheio; c) aquário um mês após a montagem.	46
Figura 24 - Manutenção de um aquário.	47
Figura 25 - Aquário de recife com microalgas no vidro.	48
Figura 26 - Sump antes da manutenção.	48
Figura 27 - Limpeza da sump: a) Material de filtração física; b) Sump após a retirada de todas as matérias filtrantes e a limpeza dos vidros.	49
Figura 28 - Filtro externo montado após limpeza.	49

Figura 29 - Observação de uma planta (<i>Anubia barteri</i>) com alga filamentosa.	50
Figura 30 - Esquema ilustrativo do processo de sifonagem. a) fluxo de água; b) interrupção do fluxo de água e consequente sedimentação do substrato e suspensão de matéria orgânica; c) recomeço da circulação de água com a remoção dos detritos orgânicos.	51
Figura 31 - Sump após ser limpa e montada, com substituição de matérias filtrantes.	52
Figura 32 - Aquário de ciclídeos africanos após manutenção.	52
Figura 33 - Água ligeiramente turva devido à aplicação de medicação para tratamento de peixes.	53

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice de tabelas

Tabela i - Benefícios associados à aquacultura de ornamentais. Adaptado de Tlusty (2002).	8
Tabela ii - Riscos associados à aquacultura de ornamentais. Adaptado de Tlusty (2002). ...	9
Tabela iii - Número de estágios larvares, duração dos mesmos e diferenciação sexual de camarões da espécie <i>Neocaridina navidi</i> . Adaptado de Pantaleão et al., (2015a).	18
Tabela iv – Número de larvas vivas obtidas por desova. Legenda: M – Muda; Ab – Aborto.	28
Tabela v - Comparação dos resultados obtidos neste trabalho com os de Calado et al. (2008) em sobrevivência larvar na ausência total de alimento.	30

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de abreviaturas

Ab - Aborto

AC – Antes de Cristo

ARA – Ácido araquidónico (*Arachidonic acid*)

Desenv. - Desenvolvimento

DHA – Ácido docosahexaenoico (*Docosahexaenoic Acid*)

EPA – Ácido eicosapentanoico (*Eicosapentaenoic Acid*)

Eq. - Equação

FAO – Organização das Nações Unidas para alimentação e agricultura (*Food and Agriculture Organization of United Nations*)

L. – *Lysmata*

Lda. – Limitada

M - Muda

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

1. Introdução

1.1. Aquariofilia

1.1.1. Enquadramento histórico

A aquariofilia é uma prática ancestral. Desde o ano de 2000 AC que povos Egípcios, Chineses e Assírios mantinham peixes em cativeiro (Palmtag, 2017), tendo esta prática como principal objetivo a manutenção de organismos para o consumo humano, mantendo sempre uma fonte de alimento constante disponível. Na Europa, os primeiros povos a adotar este tipo de cultura foram os Romanos e os Turcos (Palmtag, 2017; Rhyne *et al.*, 2017; Rocha, 2017).

Rapidamente se verificou o aparecimento de organismos com características fenotípicas diferentes nas culturas, que levou à separação desses exemplares e à sua criação com um cariz ornamental. Os vulgos peixes dourados, ainda hoje muito vendidos nas lojas de animais por todo o Mundo, é uma seleção artificial realizada pelo Homem há muitos séculos na Ásia, sendo este uma variação fenotípica da espécie *Carrassius auratus*. A manutenção de peixes em cativeiro para fins ornamentais rapidamente se espalhou por todo o mundo, sendo que com o passar do tempo mais espécies foram introduzidas neste *hobby* (Palmtag, 2017; Rhyne *et al.*, 2017; Rocha, 2017).

Rapidamente este interesse se estendeu para os animais marinhos, sendo que a manutenção destes organismos representa um desafio maior do que os organismos de água doce. Mas com os avanços tecnológicos, essencialmente a nível de sistemas de filtração, aumentou do interesse pela aquariofilia de água salgada (Rhyne *et al.*, 2017).

1.1.2. Dimensão do mercado a nível global e tendências de mercado

De acordo com os dados mais recentes, estima-se que a aquariofilia tenha tido um crescimento médio de 14% ao ano desde a década de 1970. Atualmente, mais de mil milhões de peixes são comercializados por ano a nível mundial (Calado *et al.*, 2003a; Sharma *et al.*, 2015; Maceda-Veiga *et al.*, 2016; Yanar *et al.*, 2019), pertencentes a mais de 5300 espécies de água doce e mais de 1800 de água salgada (Sales & Janssens, 2003; Raghavan *et al.*, 2013). Os peixes de água doce dominam o mercado mundial, já que cerca de 90% dos animais comercializados são de água doce, sendo que os restantes 10% são de água salgada

(Raghavan *et al.*, 2013; Evers *et al.*, 2019). Evers *et al.*, (2019) estimaram que os países Asiáticos sejam os maiores exportadores, com 57% de todo o comércio, seguido pela Europa (27,6%), pela América do Sul (7,5%), América do Norte (3,98%), África (2,2%), Oceânia (1,4%) e Médio Oriente (0,5%), movimentando entre 15 a 30 mil milhões de dólares Americanos (Raghavan *et al.*, 2013).

No que diz respeito aos organismos de água doce, o mercado das exportações é dominado por Singapura e Japão na Ásia, sendo que Singapura detém cerca de 20% de todo o comércio de peixes ornamentais de água doce. O mercado japonês, por sua vez, também merece ser referenciado já que é o segundo maior exportador da zona asiática, muito devido à produção de carpas Koi, que é uma variedade de cor da espécie *Cyprinus carpio*. Na Europa, as exportações são dominadas pela República Checa, que já tem tradição neste tipo de produção de peixe (Figura 1) (Evers *et al.*, 2019).

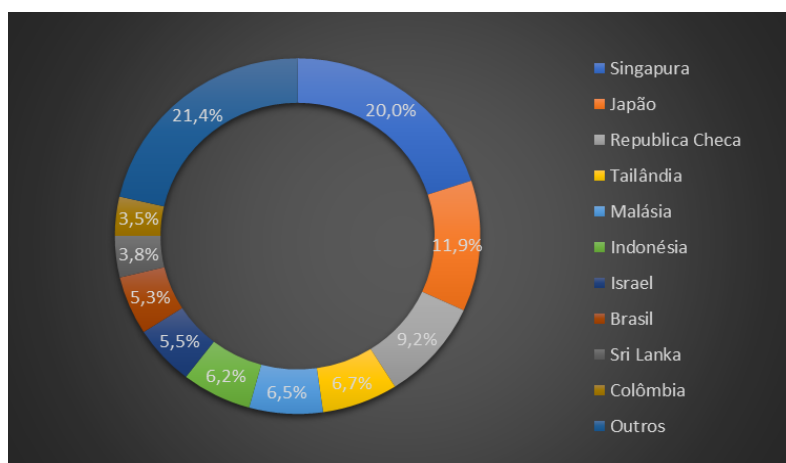


Figura 1 - Top 10 de produtores de peixes ornamentais de água doce (valores em percentagem). Adaptado de (Evers *et al.*, 2019).

Relativamente ao conjunto de organismos ornamentais marinhos, este é dominado predominantemente por espécies provenientes de recifes de coral (Ostrowski & Laidley, 2001; Calado, 2006), sendo comercializados mundialmente cerca de 30 milhões de peixes marinhos por ano, distribuídos por mais de 1800 espécies (Leal *et al.*, 2015). Ao contrário do que acontece com as espécies de água doce, os principais exportadores de peixes ornamentais marinhos são os países da região Indo-Pacífica, com especial destaque para as Filipinas e a Indonésia. Em relação a países importadores destacam-se os Estados Unidos da América, a União Europeia e o Japão (Figura 2) (Wabnitz *et al.*, 2003). Um facto curioso que se retira da Figura 2, é que apesar de uma grande crise económica que se instalou na

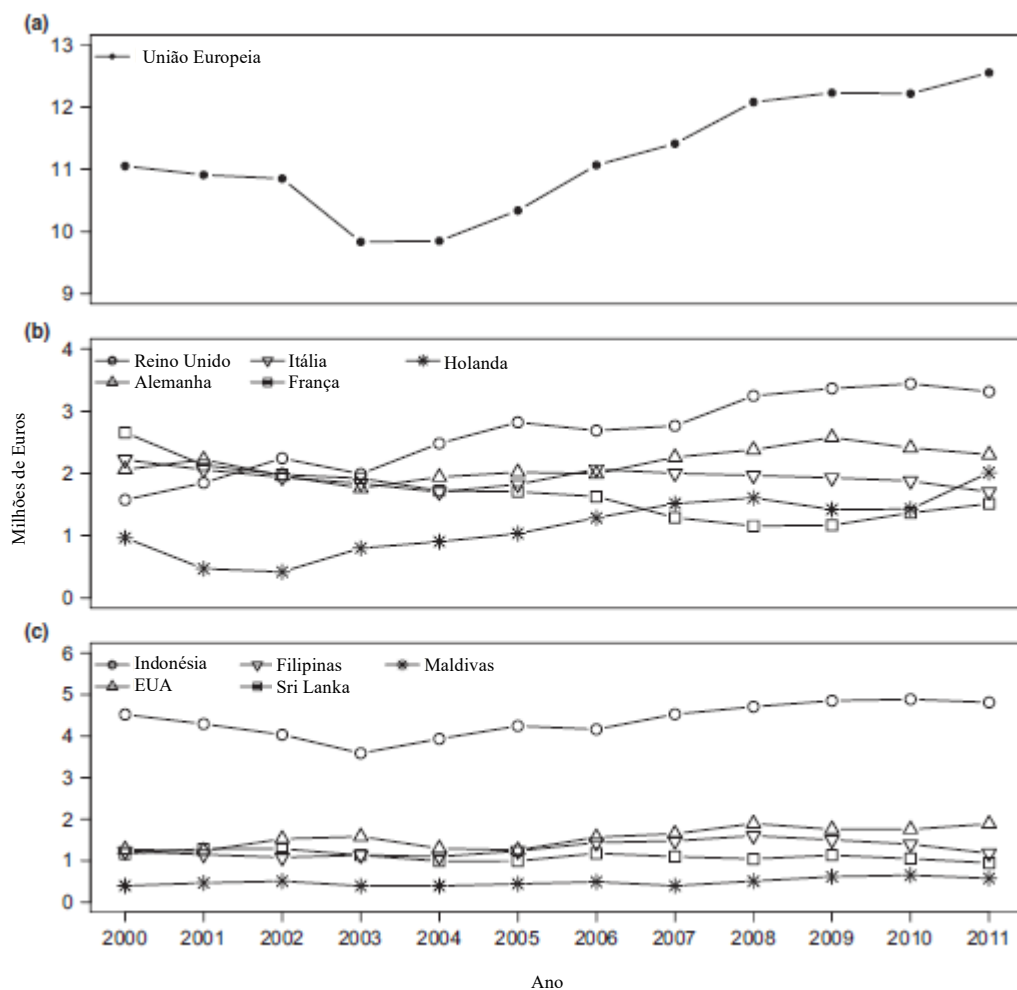


Figura 2 - Comércio de peixes ornamentais marinhos na União Europeia de 2000 a 2011. (a) total de importações dos países da União Europeia; (b) Os cinco países que mais importam; e (c) os cinco maiores exportadores. Adaptado de Leal *et al.*, (2015).

União Europeia (particularmente no ano de 2009), esta coincidiu com um crescimento constante na importação de organismos ornamentais marinhos (Leal *et al.*, 2015).

Portugal está num patamar secundário Europeu no que toca ao comércio de peixes ornamentais marinhos (Figura 3). No entanto, é notória uma tendência de crescimento nacional no que diz respeito à aquariofilia marinha, sustentada no número crescente de *blogs* e páginas de *Internet* dedicadas a este sector.

Um dos países que tem tido uma crescente importância na exportação destes animais é a Austrália (Figura 3). Apesar de este país comercializar os peixes mais caros, a Austrália é conhecida dentro deste negócio como um país sustentável ao nível da captura de espécies

e ambiental, o que faz com que os consumidores prefiram a aquisição de exemplares vindos deste país (Leal *et al.*, 2015).

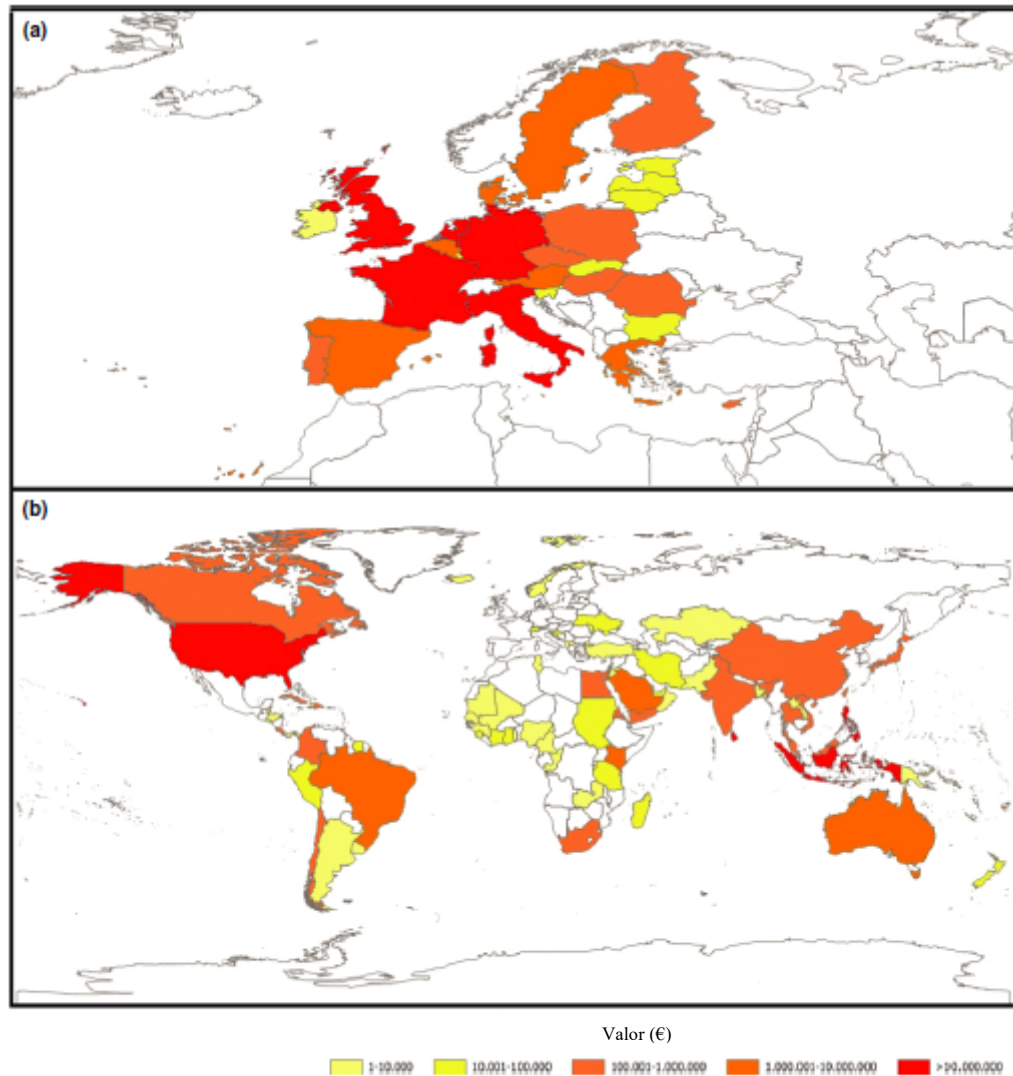


Figura 3 – Volume de importações (€) dos países da União Europeia (a) e principais exportadores a nível global (b) de organismos ornamentais marinhos entre os anos 2000 e 2011. Adaptado de Leal *et al.* (2015).

1.2. Aquacultura ornamental

1.2.1. Problemas associados à captura de organismos ornamentais

As zonas de recife de coral, apesar de constituírem menos de 1% de todos os ecossistemas marinhos, são dos ecossistemas mais ricos e produtivos em termos biológicos (Olivotto *et al.*, 2011). Apesar destas características únicas, tem se vindo a verificar uma

grande redução na área ocupada pelos recifes de coral, muito devido a várias atividades antropogénicas que levam a alteração da sua dinâmica natural (Baskett *et al.*, 2010; Olivotto *et al.*, 2011; Leal *et al.*, 2015). E sem dúvida que a aquariofilia é uma dessas atividades prejudiciais à manutenção desses ecossistemas, isto porque grande parte dos espécimes comercializados mundialmente são capturados nos recifes de coral. Para a sua captura, por vezes são utilizadas técnicas de pesca altamente destrutivas e não seletivas, com recurso a substâncias tóxicas como o cianeto, que por vezes levam a efeitos colaterais em toda a biodiversidade local (Rhyne & Lin, 2004; Olivotto *et al.*, 2011; Leal *et al.*, 2015). E, para além de todos os efeitos nefastos provocados pela captura dos exemplares no seu ambiente natural, estima-se que exista uma elevada mortalidade de organismos ao longo da cadeia comercial devido a serem organismos sensíveis (Wabnitz *et al.*, 2003; Evers *et al.*, 2019).

No entanto, há quem defenda a continuidade de tais práticas, dada a importância económica para a subsistência de alguns povos. A captura de exemplares para a aquariofilia é um importante sector económico para alguns países em desenvolvimento, como por exemplo a Tailândia, Taiwan, Malásia e Indonésia, os quais são os principais exportadores a nível mundial (Yanar *et al.*, 2019). A possibilidade de formação das comunidades locais para um maior cuidado ambiental assim como incentivos a conservação dos ecossistemas, podem vir a promover uma captura mais consciente e menos destrutiva (Tlusty, 2002; Raghavan *et al.*, 2013; Evers *et al.*, 2019).

1.2.2. Aquacultura ornamental de organismos de água salgada

Uma possível solução para a redução da captura de organismos no ambiente natural para a aquariofilia de água salgada, e consequentemente redução do seu impacto deste *hobby* sobre os ecossistemas naturais, passa pela sua produção em condições de cativeiro - aquacultura (Tlusty, 2002; Sicuro, 2017), já que o elevado valor de mercado que estas espécies atingem pode tornar a sua produção viável (Calado *et al.*, 2003b). A produção em cativeiro deste tipo de animais será importante não só para o fornecimento de exemplares para o mercado da aquariofilia, mas também para a proteção dos ecossistemas com a reposição de stocks naturais (Bell & Gervis, 1999).

Pillay & Kutty (2005) definem “Aquacultura” qualquer forma de cultura de animais e plantas aquáticas, de ambientes de água doce, salobra ou salgada. Nesta definição não estão

incluídos a produção de plantas terrestres em Aquaponia ou animais predominantemente terrestres. A aquacultura tem-se tornado uma prática cada vez mais utilizada, sendo que a sua importância tem aumentado ao longo dos anos (Figura 4). Esta importância deve-se ao elevado crescimento da população humana e uma cada vez maior importância dos organismos aquáticos na sua alimentação, o que faz com que o consumo desses organismos tenha aumentado nas últimas décadas, levando à redução de stocks naturais das espécies mais comercializadas (Pauly *et al.*, 2002). Assim, é importante encontrar-se alternativas às capturas no ambiente natural, sendo a produção em cativeiro de organismos aquáticos a alternativa (FAO, 2018).

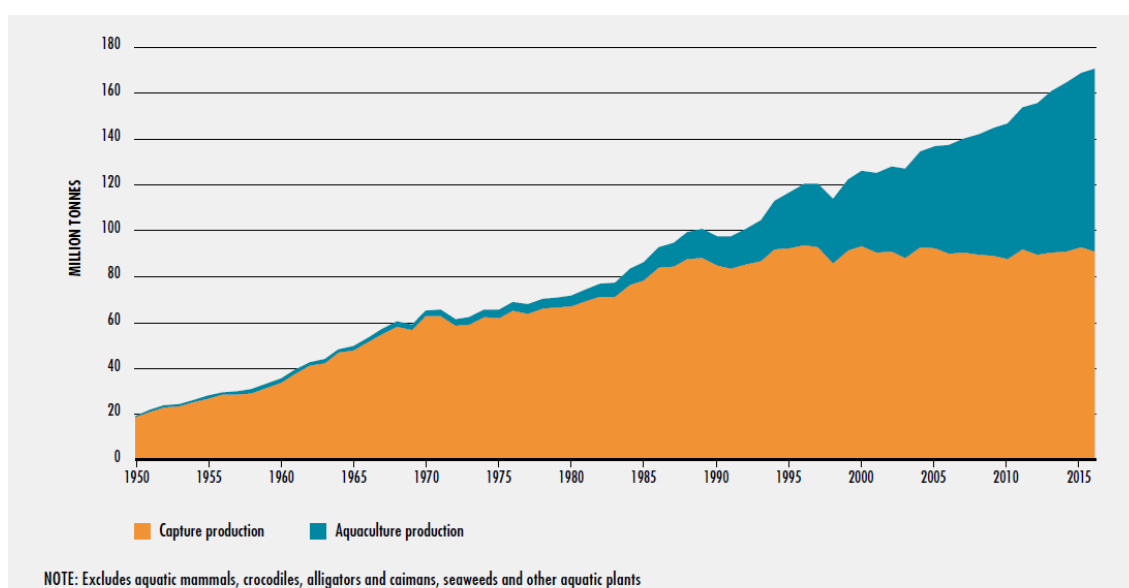


Figura 4 - Comparação da produção (milhões de toneladas) derivada da pesca e da aquacultura nas últimas décadas. Adaptado de FAO (2018).

Analisando a Figura 5, verifica-se que o principal uso dos produtos aquícolas é para a alimentação humana (FAO, 2018). Ao contrário do crescimento verificado no consumo alimentar, o uso destes produtos para praticas não-alimentares tem-se mantido relativamente constante.

Dentro dos produtos não-alimentares está os produtos para a aquariofilia, que tem tido um comportamento ligeiramente diferente, já que tem tido um crescimento acentuado nas últimas décadas.

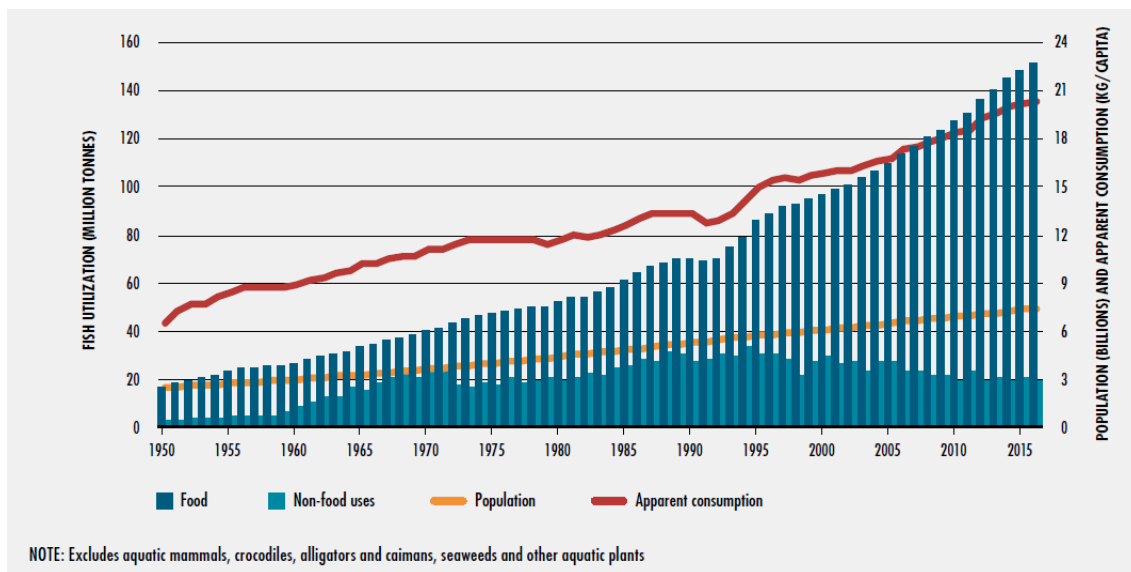


Figura 5 – Principais aplicações dos produtos aquícolas. Adaptado de FAO (2018).

1.2.3. Benefícios e riscos associados à aquicultura ornamental

Como já referenciado anteriormente, a captura de indivíduos no ambiente natural e a aquicultura de peixes ornamentais é um tema controverso, que apresenta os seus prós e os seus contras. Tlusty (2002) expõe no seu trabalho uma lista de benefícios (Tabela 1) e riscos (Tabela 2) associados à produção aquícola de organismos ornamentais.

Tabela i - Benefícios associados à aquacultura de ornamentais. Adaptado de Tlustý (2002).

Benefícios	
Económicos	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
<i>Stocks</i> naturais	<ul style="list-style-type: none"> • A produção em cativeiro deste tipo de organismos leva a uma redução drástica da necessidade de ir capturar peixes ao ambiente natural; • Pode ser uma solução para a produção de animais raros; • Melhor capacidade no manuseio e transporte destes indivíduos, levando a menores mortalidades.
Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Maior previsibilidade na relação à produção e aos preços dos indivíduos; • Produção de espécies e estirpes que são difíceis de capturar na Natureza, ou o cruzamento de espécies para a produção de híbridos; • Melhor qualidade dos indivíduos comparando com os capturados na Natureza.
Pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> • Maior conhecimento sobre a biologia das espécies comercializadas, levando a novos métodos de produção (como o desenvolvimento larvar ou o tipo de alimentação).
Conservação	<ul style="list-style-type: none"> • A produção total destes organismos em cativeiro leva a que não exista a necessidade de captura de organismos no seu ambiente natural; • Possibilidade de reintrodução de espécies e recuperação de habitats degradados.

Tabela ii - Riscos associados à aquacultura de ornamentais. Adaptado de Tlustý (2002).

Riscos	
Impactos económicos	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Impacto nos <i>stocks</i> naturais	<ul style="list-style-type: none"> • A continua necessidade de captura na Natureza por parte dos produtores para a aquisição de reprodutores; • 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.
Impacto nos predadores	<ul style="list-style-type: none"> • Em produções <i>outdoors</i>, são utilizadas proteções para controlo da predação (por exemplo redes). Esse tipo de protecções pode levar a morte de predadores (essencialmente aves) por ficarem presas nas mesmas.
Uso de farinha de peixe	<ul style="list-style-type: none"> • Um dos grandes problemas da aquacultura (em geral) é o uso de farinha e óleo de outros peixes, capturados na Natureza, para alimentação dos peixes produzidos em cativeiro; • O mesmo acontece com os peixes ornamentais, que o maior constituinte das rações comerciais é a farinha de peixe; • Mas, ao contrário do que acontece com a produção de peixe para alimentação humana, o valor (em Kg) de peixes produzidos para a indústria ornamental é muito maior, já que estas espécies são vendidas à unidade de não por peso. A percentagem de utilização de farinha de peixe utilizada na produção destes organismos não corresponde a percentagem da produção desses organismos no total de toda a produção aquícola de um país.

1.2.4. Problemas associados à aquacultura de organismos ornamentais marinhos

Atualmente, cerca de 90% dos organismos ornamentais de água doce já são produzidos em cativeiro (Tlustý, 2002; Evers *et al.*, 2019), sendo que os organismos de aquacultura até são os preferidos pelos comerciantes por terem colorações mais intensas (Macedo-Veiga *et al.*, 2014).

Em relação aos organismos de água salgada, a aquacultura está muito menos desenvolvida, sendo ainda muito reduzido o número de espécies em que existe uma aquacultura que seja viável economicamente (Tlustý, 2002; Zeng *et al.*, 2018). Isto porque, ao contrário dos organismos de água doce, há dois pontos essenciais que bloqueiam a expansão da aquacultura ornamental de água salgada. Primeiro o controlo da maturação de reprodutores e da desova, já que muitas espécies de interesse para a aquariofilia de água salgada têm estratégias reprodutivas um pouco complexas como a formação de hierarquias, hermafroditismo e a possibilidade de mudança de sexos. O segundo, e possivelmente o mais importante, a identificação de qual o melhor tipo de alimento vivo a fornecer às larvas (Ostrowski & Laidley, 2001; Olivotto *et al.*, 2010).

Segundo Olivotto *et al.* (2017), o sucesso para a produção e sobrevivência de larvas de peixes ornamentais depende essencialmente do tamanho das presas, da sua locomoção e perfil nutricional, já que no habitat natural a seleção das presas é realizada através do seu tamanho, cor, cheiro e movimento. Outros fatores como a temperatura da água, o fotoperíodo, a salinidade, e pH podem também ter um papel importante na reprodução destas espécies (Ostrowski & Laidley, 2001).

Apesar das condicionantes atrás enumeradas, atualmente já é possível encontrar no mercado algumas espécies ornamentais de água salgada produzidas em aquacultura, sendo que com a evolução científica e tecnológica, cada vez há um maior conhecimento e tecnologia que possibilita a produção de cada vez mais espécies (Calado *et al.*, 2017). Espécies do género *Amphiprion* (peixe-palhaço) (Rhyne & Lin, 2004; Olivotto *et al.*, 2008; Kodama *et al.*, 2011), do género *Hippocampus* (cavalo-marinho) (Payne & Ripplingale, 2000; Job *et al.*, 2002), entre outras, como a espécie *Centropyge loriculus* (Flame angelfish) (Laidley *et al.*, 2008) são só algumas das produzidas em aquacultura. Em relação a invertebrados, corais (Leal *et al.*, 2016), algumas espécies de crustáceos, cnidários (medusas

e anêmonas), moluscos e rocha viva já são produzidos em aquacultura ou já tem desenvolvidos protocolos de produção (Wabnitz *et al.*, 2003; Calado, 2008; Balaji *et al.*, 2009; Simões *et al.*, 2017).

1.2.5. Alimentação larvar de organismos ornamentais marinhos

Na aquacultura de peixes ornamentais de água doce, é utilizado muito tipos de alimento vivo para alimentação de larvas e alevins. Jena *et al.* (2019) identifica o uso de infusória, zooplâncton (não especificado), náuplios de *Artémia* (mais comum *Artemia salina* e *Artemia franciscana*), larvas de mosquito (Família Chiromidae) e Tubifex (Género *Tubifex*) numa produção de peixes Gourami (peixes da Família Osphronemidae). Cada um destes tipos de alimento é ideal para uma fase de crescimento das larvas devido ao seu tamanho e/ou qualidade nutricional. Outros autores referem a utilização de outros organismos como rotíferos (mais comum as espécies *Brachionus plicatilis* e *Brachionus rotundiformis*), cistos descapsulados de *Artémia*, Moina (Família Moinidae) e Dáfnia (Família Daphniidae) (Lim *et al.*, 2003; Asaduzzaman *et al.*, 2016).

Das espécies enunciadas no parágrafo anterior, as que tem uma maior utilização em aquacultura são os rotíferos e a *Artémia* (Cahu & Infante, 2001; Ostrowski & Laidley, 2001). Contudo, é sobejamente conhecido o facto de, tanto os rotíferos como a *Artémia* (excetuando a fase de náuplios) serem muito pobres nutricionalmente, essencialmente em ácidos gordos essenciais é necessário o seu enriquecimento, seja com microalgas ou com dietas disponibilizadas no mercado para que estes organismos adquiram as qualidades nutricionais necessárias (Støttrup & McEvoy, 2008).

Os rotíferos são utilizados nas espécies que requerem um tipo de zooplâncton de menores dimensões devido ao reduzido tamanho das larvas. Mas a utilização de rotíferos em aquacultura de organismos de água doce tem como inconveniente o facto de a maioria das espécies utilizadas serem de água salgada, o que leva a uma morte rápida dos rotíferos, o que os torna uma fonte de alimento não viável para larvas pelágicas. A utilização de rotíferos de água doce pode ser uma solução para este problema (Lim *et al.*, 2003). O mesmo acontece com a artémia, sendo que outro tipo de crustáceos como o Fairy shrimp (*Streptocephalus simplex*) pode se revelar uma boa alternativa (Simhachalam *et al.*, 2015).

No ambiente natural as larvas têm grande diversidade de alimento, tanto em termos em presas como em tamanho dessas mesmas presas (De Vargas *et al.*, 2015), onde se incluem os copépodes. Calado (2008) indica que as larvas de decápodes na Natureza têm uma grande diversidade de alimento, desde matéria orgânica dissolvida, picoplâncton (tamanho inferior a 2µm), nanoplâncton (tamanho entre 2 a 20µm), detritos orgânicos, fitoplâncton (tamanho entre 20 a 200µm), mesozooplâncton (tamanho entre 200 e 2000µm) e macrozooplâncton (tamanho superior a 2000µm).

Os copépodes são um dos principais constituintes do plâncton marinho, sendo eu constituem cerca de 80% da biomassa de mesozooplâncton do oceano (Drillet *et al.*, 2011). Esta grande quantidade de copépodes existentes no meio natural, faz com que estes tenham algumas vantagens em relação aos rotíferos e à *Artémia*. A utilização de copépodes como fonte de alimento vivo em aquaculturas tem sido um assunto que tem reunido interesse nos investigadores nos últimos anos. Além de ser uma presa natural das larvas tanto de peixes como de crustáceos (Ostrowski & Laidley, 2001; Conceição *et al.*, 2010), os copépodes ajudam no combate de deformações, na sobrevivência, no crescimento e na pigmentação tanto nos estágios larvares como nos primeiros estágios juvenis e, em comparação com rotíferos e *Artémia*, tem uma qualidade nutricional superior (Conceição *et al.*, 2010; van der Meeren *et al.*, 2014), essencialmente nos ácidos gordos essenciais DHA, EPA e ARA (Drillet *et al.*, 2006; Calado, 2008). Outra característica interessante dos copépodes é a sua diversidade de tamanhos, consoante o estado de vida em que se encontram. Leandro *et al.* (2006) mostra que a espécie *Acartia tonsa* apresenta comprimentos desde cerca de 110µm em náuplio e cerca de 900µm em copépodes adultos fêmeas.

Comparando os comprimentos do exosqueleto dos copépodes com os de rotíferos e de *Artémia*, é possível também verificar que os copépodes podem ser substitutos ideais para estes organismos. Snell & Carrillo (1984) mostram que os rotíferos (*Brachionus plicatilis*) apresentam uma gama de tamanhos entre 123µm e 292µm, e Vanhaecke & Sorgeloos (1980) apresentam valores de comprimento para a *Artémia* (com origens em várias regiões do globo) entre os 428 e 517µm. Comparando estes resultados com o trabalho de Leandro *et al.* (2006), é possível verificar uma similaridade entre os tamanhos apresentados por rotíferos e *Artémia* e os apresentados pela *Acartia tonsa* nos estados de náuplio e copepodito, respetivamente. Esta similaridade de tamanhos associado à melhor qualidade nutricional, faz

com os copépodes sejam dos principais organismos a serem considerados para a substituição dos rotíferos e *Artémia* (Drillet *et al.*, 2006).

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

2. Objetivos do trabalho

O presente estágio de mestrado teve como principal foco a aquariofilia marinha, sob o ponto de vista da produção e reprodução (aquacultura ornamental) e a vertente comercial associada a este sector. Nesse sentido, os principais objetivos foram:

- (1) Manutenção e reprodução de crustáceos em condições de cativeiro;
- (2) Desenvolvimento de rotinas associadas a uma empresa de aquariofilia.

Dada a especificidade do presente trabalho, as tarefas foram desenvolvidas em 2 contextos diferentes e complementares:

- (1) Laboratório de I&D na área da aquacultura ornamental, CETEMARES – Politécnico de Leiria
- (2) Empresa do ramo da aquariofilia marinha, AquaLovers, Lda.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

3. Manutenção e reprodução de crustáceos em cativeiro – Camarão de fogo (*Lysmata debelius*)

As tarefas associadas à manutenção e reprodução de crustáceos marinhos, foram realizadas no edifício CETEMARES, pertencente ao Politécnico de Leiria.

O CETEMARES surgiu devido à cada vez maior importância dos recursos marinhos e à sua economia, de forma a apoiar a ciência e a tecnologia relacionada com a economia azul, essencialmente nas áreas da biologia, pescas, aquacultura, biotecnologia, química, microbiologia, tecnologia dos alimentos.

Este edifício de investigação está dotado de equipamento e tecnologia para o desenvolvimento de trabalhos no âmbito da aquacultura ornamental, em particular para o cultivo de crustáceos ornamentais.

3.1. Crustáceos ornamentais

Nos últimos anos, a cultura de decápodes tem tido um aumento acelerado, sendo que a maioria dos estudos realizados tem como objetivo a produção de camarões para a indústria alimentar (Calado *et al.*, 2003b; Carvalho & Calado, 2018). Com o aumento do interesse mundial na manutenção de peixes ornamentais, é natural que o interesse na manutenção de camarões em cativeiro tenha acompanhado esse crescente interesse nos últimos anos, sendo cada vez maior a sua procura em lojas ou através de *blogs*, sendo que este interesse se revela tanto nas espécies de água doce, como nas de água salgada (Calado *et al.*, 2003a; Calado, 2008; Patoka *et al.*, 2015; Pantaleão *et al.*, 2015b; Maciaszek *et al.*, 2018).

Um dos principais motivos que faz com que este grupo de organismos seja altamente apreciado em aquariofilia prende-se com a sua coloração. Os organismos que exibam cores ou padrões marcantes ou raros têm associado um maior interesse como espécie ornamental, refletindo-se no custo mais elevado para o consumidor (Calado *et al.*, 2003b; Rhyne *et al.*, 2012). Outro grande motivo para o aumento da procura por estes organismos serem uma excelente ajuda na manutenção do aquário, já que se alimentam essencialmente de algas (Pantaleão *et al.*, 2015a), restos de alimento e matéria orgânica em decomposição e, por vezes de organismos indesejados (tanto parasitas em peixes como “pragas” no aquário) (Calado, 2008; Rhyne *et al.*, 2012).

3.1.1. Crustáceos ornamentais de água doce

As espécies de crustáceos de água doce são as mais comercializadas devido ao seu pequeno tamanho, a elevada gama de padrões que o seu exosqueleto pode assumir e coloração. Associados a estes fatores, está também a sua fácil reprodução em aquário, o que ajuda a esse aumento do interesse dos consumidores (Calado *et al.*, 2003b; Maciaszek *et al.*, 2018). Dentro das espécies de água doce, as espécies dos géneros *Caridina* e *Neocaridina* estão entre as mais comercializadas (Pantaleão *et al.*, 2015a, Patoka *et al.*, 2015). Estas espécies têm sido altamente selecionadas em aquários, sendo que muitas vezes são comercializados espécimes com colorações completamente diferentes das encontradas no meio natural (Pantaleão *et al.*, 2015a).

Num estudo realizado por Pantaleão *et al.* (2015a) foi demonstrado que, apesar da fácil reprodução em cativeiro da espécie *Neocaridina navidi* o seu desenvolvimento larvar é longo, apresentando um elevado número de estágios de desenvolvimento (Tabela 3).

Tabela iii - Número de estágios larvares, duração dos mesmos e diferenciação sexual de camarões da espécie *Neocaridina navidi*. Adaptado de Pantaleão *et al.*, (2015a).

Estádios de desenv. larvar	Duração (Dias \pm dp)		Tamanho (CC, mm \pm dp)		
	Duração do estágio	Duração total	Estádios sem distinção sexual	Fêmeas	Machos
1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	0.83 \pm 0.04		
2	2.25 \pm 0.45	3.25 \pm 0.51	0.92 \pm 0.05		
3	2.63 \pm 0.50	5.88 \pm 0.64	1.01 \pm 0.04		
4	2.25 \pm 0.45	8.13 \pm 0.91	1.13 \pm 0.05		
5	2.50 \pm 0.73	10.63 \pm 0.99	1.32 \pm 0.13		
6	2.38 \pm 0.50	13.01 \pm 0.92	1.75 \pm 0.13		
7	2.63 \pm 0.50	15.84 \pm 1.35		1.89 \pm 0.19	1.89 \pm 0.32
8	3.00 \pm 0.55	18.64 \pm 1.29		2.03 \pm 0.23	2.12 \pm 0.13
9	3.50 \pm 0.52	22.14 \pm 1.63		2.14 \pm 0.26	2.32 \pm 0.21
10	3.67 \pm 0.78	25.81 \pm 1.96		2.56 \pm 0.25	2.56 \pm 0.13
11	3.67 \pm 0.49	29.48 \pm 2.48		3.00 \pm 0.27	2.74 \pm 0.31
12	4.80 \pm 0.79	34.28 \pm 3.11		3.47 \pm 0.55	3.60 \pm 0.38
13	5.40 \pm 0.84	39.35 \pm 2.82		4.19 \pm 0.37	3.56 \pm 0.41
14	5.80 \pm 0.79	45.48 \pm 2.77			4.4
15	4.75 \pm 2.31	50.23 \pm 3.53			4.76 \pm 0.26
16	3.67 \pm 1.03	53.90 \pm 4.94			5.17 \pm 1.26

3.1.2. Crustáceos ornamentais marinhos

Em relação aos crustáceos ornamentais marinhos, estes estão distribuídos por sete famílias principais: *Stenopodidae*, *Alpheidae*, *Gnathophylidae*, *Hippolytidae*, *Hymenoceridae*, *Palaemonidae* e *Rhynchocinidae* (Calado, 2008). Dentro da família *Hippolytidae*, encontra-se o género *Lysmata*. Os camarões pertencentes a este género são dos mais populares entre a aquariofilia de água salgada, devido a sua intensa coloração assim como a sua capacidade de algumas espécies deste grupo de crustáceos terem no controlo de cnidários do género *Aiptasia*, também conhecidas como medusas de vidro, as quais são uma praga recorrente em aquários de água salgada (Calado, 2008).

Apesar de existir um grande conhecimento em relação a reprodução de crustáceos de água salgada em aquacultura, essencialmente devido à produção continua de espécies para consumo alimentar, a reprodução de organismos ornamentais tem sido mais complicada (Carvalho & Calado, 2018). Muito devido ao seu longo ciclo larvar, à fragilidade das larvas e à sua elevada mortalidade (Palmtag & Holt, 2001; Rhyne & Lin, 2004; Calado, 2008; Carvalho & Calado, 2018).

A dificuldade na manutenção e reprodução desses organismos deve-se em parte ao seu complexo ciclo de vida, comum à maioria dos organismos invertebrados marinho, já que no seu desenvolvimento ocorrem mudanças significativas no seu modo de locomoção e alimentação (Calado, 2008).

No entanto, vários tem sido os estudos focados na reprodução destes organismos, em particular nos géneros com maior mercado no ramo da aquariofilia, tal como *Lysmata*, *Periclimenes*, *Hymenocera* e *Stenopus*, (Calado *et al.*, 2003a; Rhyne & Lin, 2004).

3.1.2.1. A aquacultura de *Lysmata debelius*

A espécie *Lysmata debelius* (Bruce, 1983) (Figura 6) é uma das espécies mais populares entre os camarões presentes na aquariofilia ornamental (Palmtag & Holt, 2007). Originária da região do Indo-Pacífico (Simões *et al.*, 2002), é caracterizada pela intensa cor vermelha do seu corpo, pela presença de pontos brancos ao longo dos seus pleópodes e cefalotórax, e pelas suas antenas brancas, assim como o último segmento do terceiro ao quinto par de pernas (Calado, 2008).

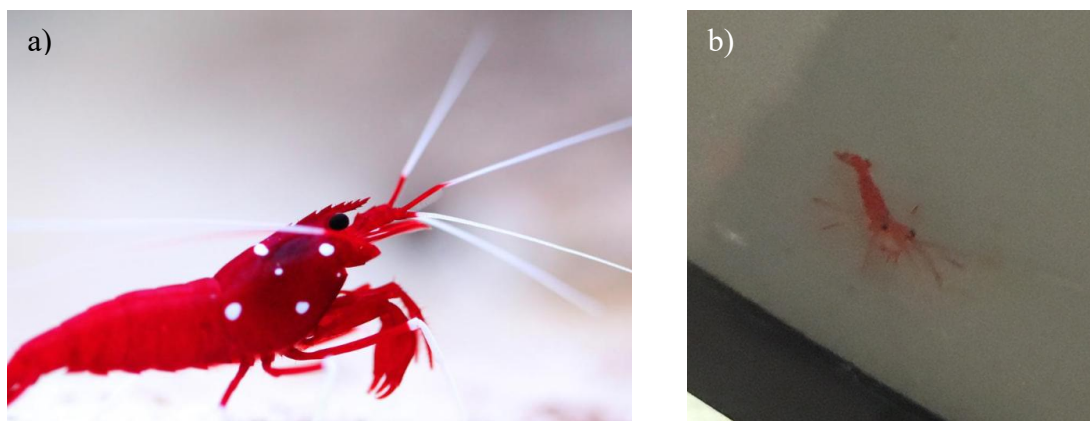


Figura 6 - *Lysmata debelius*: a) Adulto (retirado do site <https://www.aquaticlog.com/showcase/image.jpeg?imageId=101027> no dia 25 de setembro de 2019); b) Juvenil de *Lysmata debelius* gerado no CETEMARES.

A sua reprodução em cativeiro já há muito que é conseguida. Fletcher *et al.* (1995) obtiveram desovas em cativeiro e conseguiram levar ao desenvolvimento das larvas até ao estágio juvenil, sendo que Palmtag & Holt (2001) realizaram o primeiro protocolo de reprodução da espécie em cativeiro. Ainda assim, e devido à elevada mortalidade e extensa duração do seu ciclo larvar ainda não é possível que a sua produção em cativeiro seja comercialmente viável (Simões *et al.*, 2002; Palmtag & Holt, 2007).

Os camarões ornamentais do género *Lysmata* são hermafroditas funcionais simultâneos (Fletcher *et al.*, 1995; Palmtag & Holt, 2007; Calado, 2008). Ocorre em primeiro lugar a maturação como macho, e só depois é que se dá a maturação do aparelho reprodutor feminino o que faz com que estes indivíduos sejam hermafroditas protândricos simultâneos (Fiedler, 1998; Bauer, 2006). Apesar da ocorrência de hermafroditismo na espécie, não existe a possibilidade de haver auto-fecundação (Baldwin & Bauer, 2003).

Devido à sua capacidade de ser hermafroditas, é comum que ambos os camarões pertencentes a um par reprodutor carregarem ovos fertilizados ao mesmo tempo. A fertilização ocorre após a muda (*moulting*) e os ovos são retidos pelos progenitores durante cerca de 10-12 dias. A eclosão dos ovos ocorre durante a noite, sendo que é comum cada postura originar cerca de 300-400 larvas, apesar de já se terem registado posturas com a libertação de 1200-1650 larvas. Todo o ciclo reprodutivo demora entre 14-19 dias, dependendo da idade dos reprodutores (Fletcher *et al.*, 1995). Adultos das espécies *Lysmata debelius* são reprodutores contínuos já que logo após a libertação das larvas, ocorre a muda e a recetividade de começar outro ciclo reprodutivo é imediata (Calado, 2008).

Após a eclosão é necessário retirar as larvas do aquário dos reprodutores, de forma a que não sejam ingeridas pelos adultos (Fletcher *et al.*, 1995). Calado *et al.* (2007a) desenvolveram um sistema que não permite o contacto entre adultos e larvas. Aproveitando o facto de as larvas serem planctónicas, logo após a desova estas eram arrastadas pela corrente unidirecional do aquário para uma zona protegida evitando a predação por parte dos reprodutores (Figura 7).

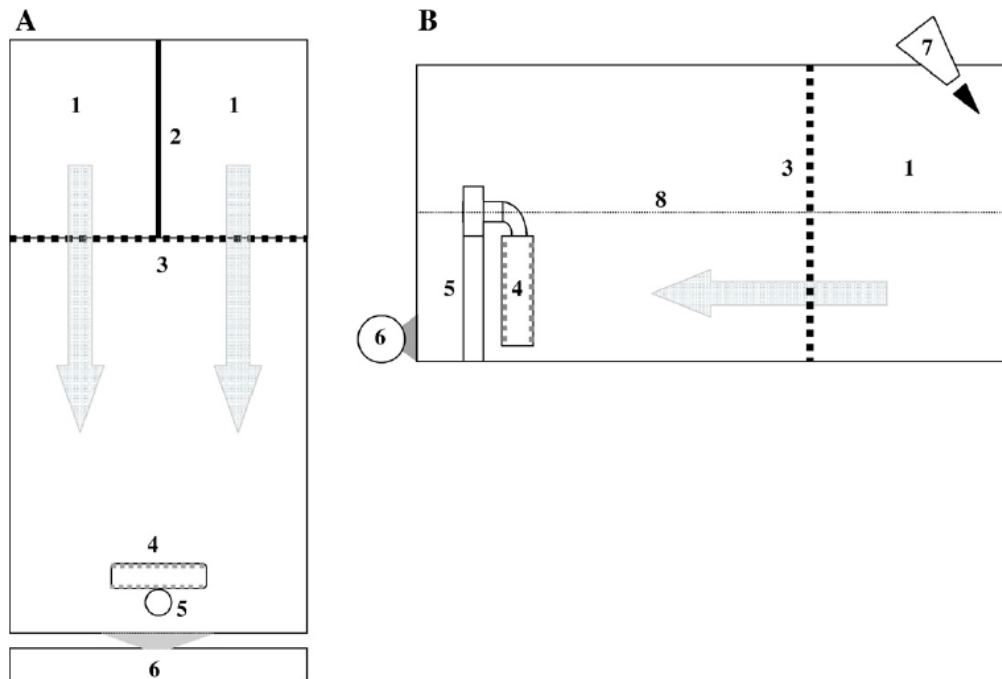


Figura 7 - Tanques de reprodutores: A) visão superior, B) visão lateral. 1 – Divisão para o par de reprodutores, 2 – divisória amovível para separação de reprodutores, 3 – rede amovível de separação entre reprodutores e larvas, 4 – rede de menores dimensões (com dimensões entre 500 μm e 150 μm), 5 – Tubo de saída de água, 6 – iluminação, 7 – tubo de entrada de água, 8 – topo da coluna de água. As setas claras indicam o fluxo unidirecional da água, e a seta preta indica a entrada de água no aquário. Adaptado de Calado *et al.*, 2007a.

O desenvolvimento larvar da espécie *L. debelius* é relativamente longo, já que possui um grande número de fases (Zoeas) (Calado, 2008), sendo que o tempo do ciclo larvar difere de autor para autor. Fletcher *et al.* (1995) demonstraram que para a espécie *Lyssmata debelius* o desenvolvimento larvar tem uma duração entre 77-105 dias. Por outro lado, Palmtag & Holt (2001) obtiveram a primeira metamorfose ao dia 75, e Rhyne *et al.* (2004) por sua vez referem que o desenvolvimento larvar tem uma duração de 65 dias.

Estas diferenças de duração do desenvolvimento larvar estão muito dependentes de fatores, como a temperatura (Calado *et al.*, 2005) e a qualidade do alimento que é fornecido às larvas (Rhyne *et al.*, 2004).

Outro fator que pode retardar a passagem de larva a juvenil deve-se ao processo de “*mark-time moulting*” (Carvalho & Calado, 2018). Este fenómeno é relativamente comum no desenvolvimento larvar de espécies de crustáceos e caracteriza-se como um processo onde ocorre mudas sucessivas na larva sem que ocorram mudanças significativas na sua morfologia e no seu tamanho. Este processo deve-se ao facto de as larvas não encontrarem as condições ideais ao seu desenvolvimento, como a má nutrição, sendo um estágio de “manutenção” por parte da larva, apenas para se manter viva (Calado, 2008).

3.1.2.2. Nutrição de larvas de *Lysmata debelius*

Ao contrário do que acontece na aquacultura de camarões para alimentação, em que as suas larvas são maioritariamente herbívoras e alimentam-se de fitoplâncton e que apenas em estádios larvares mais avançados se tornam carnívoras, as larvas de *Lysmata* são estritamente carnívoras (Rhyne *et al.*, 2004). No entanto, os resultados obtidos por Cunha *et al.* (2008) não excluem a possibilidade de larvas de *Lysmata amboinensis* predarem microalgas de maiores dimensões e que a presença de *Tetraselmis chuii* possa ser importante na estimulação enzimática das larvas.

Apesar de as microalgas não serem o alimento preferencial das larvas de *Lysmata*, estas podem ter ainda um importante contributo na sua nutrição. É amplamente conhecido o excelente valor nutricional das microalgas, que ajuda a promover um melhoramento nutricional das presas fornecidas as larvas (Muller-Feuga, 2000; Brown, 2002; Spolaore *et al.*, 2006).

A nutrição larvar é um dos grandes problemas associados à aquacultura deste tipo de crustáceos. Um mau nível de nutrição das larvas leva a um retardamento da metamorfose e a uma possível morte das larvas (Calado *et al.*, 2007b). É necessário a pesquisa de protocolo de reprodução que visem o combate a estas pequenas deficiências na nutrição larvar (Calado *et al.*, 2007b), seja com o enriquecimento das formas de alimento já utilizadas (Calado *et al.*, 2005), seja com a introdução de novas espécies que possuam melhor qualidade em termos de nutrição. Simões *et al.* (2002) indicam que as larvas de crustáceos têm uma vasta gama de presas na natureza.

Na Figura 8 é possível observar os tipos de presas utilizadas no estudo do desenvolvimento larvar de crustáceos ornamentais, sendo que a presença de artémia e rotíferos é recorrente, já que há uma boa aceitação das larvas por esses alimentos (Fletcher *et al.*, 1995). Apesar do uso destas espécies, Palmtag & Holt (2007) indicam o uso exclusivo de rotíferos e artémia como alimento não leva a uma boa produção de juvenis.

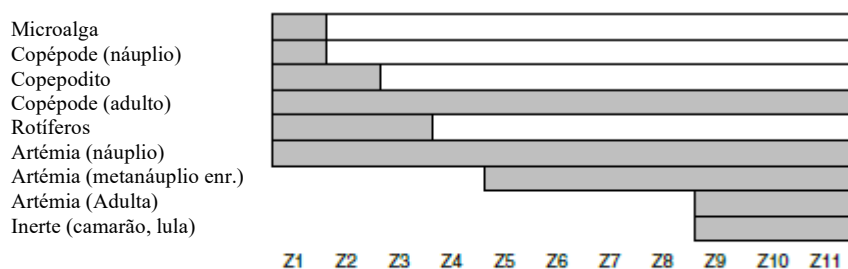


Figura 8 - Esquema teórico dos tipos de alimento fornecido a camarões ornamentais marinhos com onze estádios larvares (Z - Zoea) (barras cinzentas). Adaptado de Calado (2008).

3.2. Ensaio experimental

3.2.1. Materiais e Métodos

3.2.1.1 Aquisição, aclimação e manutenção de reprodutores

Os reprodutores utilizados no presente estudo foram adquiridos em dezembro de 2017, tendo sido adquiridos um total de 4 indivíduos adultos, para a formação de 2 casais. Os adultos foram transportados em sacos individuais contendo água salgada, com injeção de oxigénio, e acondicionados numa caixa de esferovite para uma melhor manutenção de temperatura.

O processo de aclimação realizou-se de forma lenta (durante cerca de hora e meia), com a introdução de água de 10 em 10 minutos, numa tentativa de redução do stress nos indivíduos.

Após a aclimação, os reprodutores foram transferidos para um sistema de recirculação (RAS) (Figura 9). Os tanques utilizados para a manutenção de reprodutores são idênticos aos descritos por Calado *et al.*, (2003a), com temperatura a $26 \pm 1^\circ\text{C}$, pH de 8.40 ± 1 e salinidade de 35 ± 1 , com fotoperíodo de 12:12h (luz/escuro). O RAS esteve a funcionar cerca de 20 dias antes da colocação dos reprodutores, de forma a que existisse a colonização

de bactérias necessária ao bom funcionamento do mesmo. Ainda assim, no primeiro mês houve um controle da amônia e nitritos através de uma medição diária destes parâmetros, sendo que estes nunca chegaram a passar os níveis de 0.25 ppm. Durante o primeiro mês realizou-se trocas de água (20% do volume total do sistema), de dois em dois dias, na tentativa de manter estes parâmetros sempre controlados. Após o primeiro mês, as trocas passaram a ser semanais de 25% do volume total do sistema. Para reposição do nível dos sistemas era adicionada água de osmose.

O sistema era constituído por tanques de manutenção de reprodutores (0,15m largura x 0,5m comprimentos x 0,25 altura. Volume total: 19L) e uma *sump*, constituída por filtro de partículas de 200µm, biobolas (ReefSet), escumador (SKIMmarine 800, TMC), lâmpada de radiação ultravioleta (V2ecton 600, UV sterilizer), termostato (Eheim ThermoControl 400W) e refrigerador (HAILEA, HC-500A). Estes equipamentos asseguravam uma excelente filtração em todos os componentes essenciais (física, química e biológica), e a manutenção de uma boa qualidade de água para os organismos.

Nos primeiros dois dias, os membros dos pares de reprodutores foram mantidos separados por uma rede, de forma a evitar conflitos entre o par.

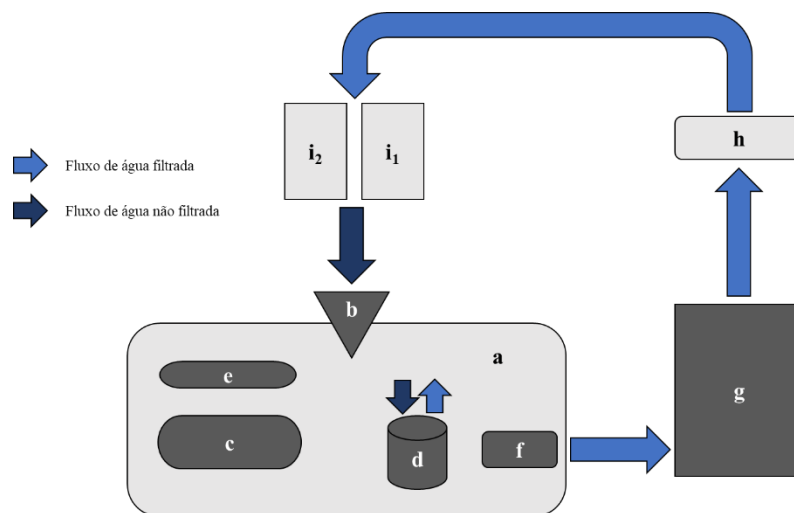


Figura 9 - - Esquema do sistema de manutenção de reprodutores: a) Sump; b) Saco de 200 µm; c) Saco de biobolas; d) Escumador; e) Termostato; f) Bomba de recirculação; g) Refrigerador; h) Filtro UV; i1 e i2) tanques de manutenção de reprodutores.

3.2.1.2. Alimentação de reprodutores

Em relação à alimentação, foram estudado dois tipos de dietas para reprodutores. Uma dieta A, onde os reprodutores eram alimentados, *ad libitum*, duas vezes ao dia por lula,

mexilhão e ovas de salmão. Estes alimentos eram adicionados de forma intercalada, sendo que uma hora após a alimentação, os restos não consumidos eram retirados. Para avaliar o efeito da alimentação dos adultos na qualidade das larvas de *L. debelius*, os casais foram sujeitos a uma dieta B, fornecida posteriormente, onde foi adicionado ração inerte (Formula ONE Marine Pellets, Ocean Nutrition) aos alimentos anteriormente descritos.

3.2.1.3. Ensaio qualidade larvar

Simões *et al.* (2002) indica que as larvas de *L. debelius* eclodem durante a noite, entre as 21:00 e as 06:00h do dia seguinte. A recolha das larvas aconteceu cerca das 07:00h do dia de eclosão, através de sifonagem do aquário. Após a sifonagem, e consequente recolha das larvas, seguiu-se um processo de quantificação de larvas.

Após a contagem da desova, foram selecionadas e posteriormente transferidas 30 larvas para um copo de 2L, para a realização do ensaio. O copo utilizado continha 900mL de água, pois o objetivo era ter uma larva por cada 30mL de água, com os mesmo parâmetros utilizados na manutenção dos reprodutores, mas não provenientes do sistema dos mesmos, de forma a minimizar o efeito (negativo ou positivo) de algum tipo de enzima ou partícula química produzido pelos adultos.

O ensaio larvar não continha recirculação de água, sendo que o arejamento e a circulação de água estavam a cargo do sistema de arejamento do edifício e a temperatura foi mantida nos $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por “banho-Maria” realizado num aquário com o auxílio de um termostato (Figura 10).

A cada 12 horas, procedeu-se à contagem do número de larvas vivas e mortas, assim como identificado o estágio de desenvolvimento, com auxílio de uma lupa binocular (ZEISS Stemi 508). As larvas que se encontravam mortas eram descartadas para evitar que um possível canibalismo pudesse afetar os resultados (Simões *et al.*, 2002).

A identificação dos diferentes estádios larvares fez-se através da diferença da morfologia dos olhos das larvas, baseada nas descrições de Calado *et al.* (2004) para as larvas de *L. seticaudata*.

De forma a excluir qualquer efeito que a dieta fornecida anteriormente a este estudo, as primeiras 4 desovas foram descartadas.

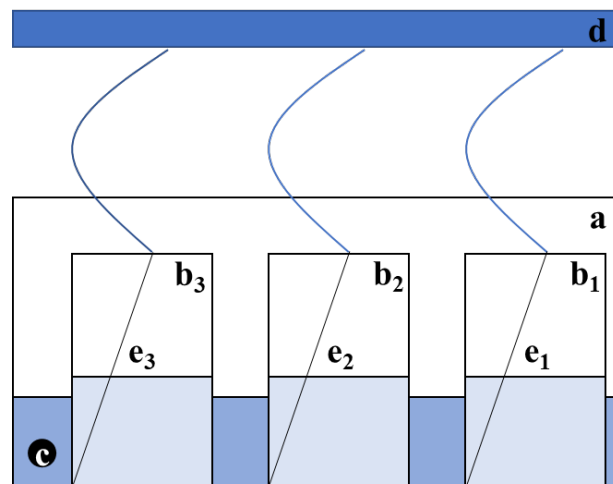


Figura 10 - Esquema do sistema usado para a realização do ensaio de qualidade larvar. a) Aquário; b1, b2 e b3) Copos de 2L; c) Termostato; d) Sistema de arejamento do edifício; e1, e2 e e3) Sistema de arejamento do copo.

3.2.1.4. Estimativa de sobrevivência das larvas

A sobrevivência larvar foi calculada através da seguinte equação, considerando o número de larvas vivas a cada medição sobre o número inicial de larvas:

(Eq. 1)

$$\text{Taxa de sobrevivência (\%)} = \frac{\text{Número de larvas vivas}}{\text{Número de larvas inicial}} \times 100$$

3.2.1.5. Identificação das fases larvares

A quantificação de larvas nos dois estágios larvares é feita em percentagem sobre o total de larvas vivas, pela seguinte equação:

(Eq. 2)

$$\text{Percentagem de larvas (Zoea I ou II) (\%)} = \frac{\text{Número de larvas (Zoea I ou II)}}{\text{Número de larvas vivas}} \times 100$$

3.2.1.6. Análise estatística

Os resultados foram apresentados na forma de média \pm desvio padrão. De modo a verificar o efeito da dieta fornecida aos reprodutores na sobrevivência larvar quando exposta à condição de jejum, foi realizado um teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar, 2010), pois não se verificou normalidade dos dados e de homogeneidade de variâncias. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas ao nível de significância de 0,05. Os testes estatísticos foram realizados no software SPSS Statistics 25 (IBM Corporation, USA).

3.2.2. Resultados e Discussão

O número total de larvas obtidas em cada uma das desovas está descrito na Tabela 4. Considerando que se trata de uma espécie elevada fecundidade, os resultados obtidos não foram os esperados. Verificou-se que em algumas desovas a ocorrência de larvas nadas mortas, acompanhadas com ovos não eclodidos. Pasquali *et al.* (2019), no seu estudo de outras espécies de crustáceos, indica que alguns fatores abióticos, como a qualidade da água, e bióticos, como a nutrição de reprodutores tem um papel extremamente importante na eclosão das larvas. As diferentes dietas fornecidas são compostas por alimentos naturais e ração, logo a má qualidade das desovas pode-se dever sim à qualidade de água. De acordo com análises disponibilizadas pelo CETEMARES, alguns elementos importantes na regulação hormonal de decápodes têm valores abaixo do ideal. Como exemplo, o valor de Iodo ideal é de 60 μ g/L e o valor presente na água é de cerca de 20 μ g/L (imagem dos valores em anexo). O iodo assume um papel importante na regulação hormonal ao nível da tiroide, e de algumas funções metabólicas e reprodutivas (Sainath *et al.*, 2019). O baixo valor de iodo na água poderá ter condicionado a capacidade de reprodução dos organismos, levando aos baixos valores de larvas vivas por desova.

Tabela iv – Número de larvas vivas obtidas por desova. Legenda: M – Muda; Ab – Aborto.

Casal	1	Reprodutor	1	Casal	1	Reprodutor	2
Data	Nº larvas	Tipo de água	Dieta	Data	Nº larvas	Tipo de água	Dieta
28/03/18	130	Água furo CETEMARES	A	04/04/18	43	Água furo CETEMARES	A
11/04/18	M	Água furo CETEMARES	A	05/04/18	78	Água furo CETEMARES	A
24/04/18	328	Água DOCAPESCA	A	18/04/18	918	Água DOCAPESCA	A
08/05/18	Ab	Água DOCAPESCA	A	02/05/18	468	Água DOCAPESCA	A
21/05/18	Ab	Água DOCAPESCA	B	15/05/18	Ab	Água DOCAPESCA	B
-	-	-	-	28/05/18	Ab	Água DOCAPESCA	B

Casal	2	Reprodutor	1	Casal	2	Reprodutor	2
Data	Nº larvas	Tipo de água	Dieta	Data	Nº larvas	Tipo de água	Dieta
22/03/18	518	Água furo CETEMARES	A	25/03/18	258	Água furo CETEMARES	A
07/04/18	105	Água furo CETEMARES	A	31/03/18	Ab	Água furo CETEMARES	A
20/04/18	257	Água DOCAPESCA	A	14/04/18	M	Água furo CETEMARES	A
03/05/18	171	Água DOCAPESCA	A	27/04/18	Ab	Água DOCAPESCA	A
16/05/18	Ab	Água DOCAPESCA	B	10/05/18	Ab	Água DOCAPESCA	B
29/05/18	329	Água DOCAPESCA	B	23/05/18	Ab	Água DOCAPESCA	B

Os resultados relativos ao ensaio de qualidade larvar podem ser observados na Figura 11.

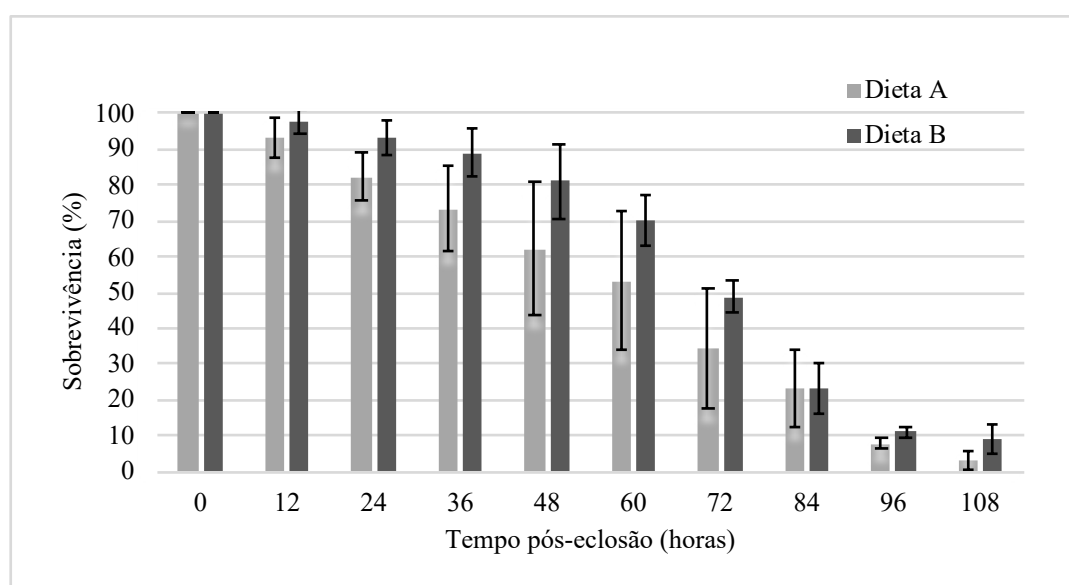


Figura 11 - Sobrevivência larvar (%), de 12 em 12 hora, com variação do tipo de dieta fornecida aos reprodutores (cinza claro - ovas, mexilhão e lula; cinza escuro - ovas, mexilhão, lula e ração comercial).

O tipo de alimentação fornecida aos reprodutores pode ter tido influência na sua reprodução, principalmente na taxa de fecundidade e eclosão de ovos, e na qualidade das larvas produzidas. Tziouveli *et al.* (2011) mostraram que diferentes dietas em reprodutores de *L. amboinensis* tem influência na produção de ovos e na sua eclosão. Racotta *et al.* (2003) indicaram que a qualidade larvar e dos ovos é muito dependente das condições em que os reprodutores são mantidos, e que o enriquecimento da dieta em certos nutrientes pode ter

influência positiva em vários fatores, como a resistência a poluentes ou a qualidade larvar. Izquierdo *et al.* (2001) indicam que muitos dos problemas e deficiências encontradas em peixes nas suas fases larvares tem relação direta com a alimentação e nutrição dos seus reprodutores. Calado *et al.* (2007b) indica que uma das formas de melhoria da qualidade das larvas é o fornecimento de dietas a progenitores que permitam uma melhor maturação das gonadas.

Outro fator que poderá ter influenciado os resultados diz respeito à manutenção dos reprodutores. Racotta *et al.* (2003), referenciando Hernandez-Herrera *et al.* (1999), indica que as larvas de progenitores mantidos em cativeiro têm maior resistência a fatores de stress como amónia e salinidade, e sobrevivência em fases mais avançadas de desenvolvimento. Apesar de Calado *et al.* (2007b) indicar que larvas de camarões ornamentais eclodidas no ambiente natural tem uma maior taxa de sobrevivência comparando com as eclodidas em cativeiro, a dieta oferecida aos reprodutores e o seu maior tempo de manutenção em cativeiro podem ter tido um papel fundamental na obtenção destes resultados.

Através da análise dos resultados obtidos no presente trabalho, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em relação às dietas fornecidas aos reprodutores (teste de *Kruskal-Wallis*, $p > 0,05$). A realização de apenas três réplicas de cada um dos ensaios em estudo pode ser uma explicação para a não existência de diferenças, nunca colocando de parte a possibilidade de as diferentes dietas testadas não terem qualquer tipo de influência na qualidade larvar.

Pela análise da Tabela 5 é possível comparar os dados obtidos no presente estudo com dados obtidos anteriormente (Calado *et al.*, 2008). De uma forma geral, e até as 72 horas de ensaio os resultados apresentados neste trabalho e os de Calado *et al.* (2008) são similares aos obtidos neste trabalho. A partir das 72 horas, os resultados de sobrevivência obtidos são melhores que o estudo de Calado *et al.* (2008). Esta diferença após as 72h pode ser um efeito, não da qualidade dos reprodutores, mas sim no próprio desenho do ensaio. No trabalho de Calado *et al.* (2008) o método de ensaio de qualidade larvar foi a manutenção de larvas individualmente em recipientes de 20 mL, enquanto no nosso trabalho utilizou-se copos com 900mL com 30 larvas em cada replicado (30mL/larva) com renovação total de água diariamente. Nas últimas fases do estudo não houve redução da quantidade de água nos replicados, o que promoveu a diminuição da densidade larvar ao longo do tempo. Esta

Tabela v - Comparação dos resultados obtidos neste trabalho com os de Calado *et al.* (2008) em sobrevivência larvar na ausência total de alimento.

Horas	Resultados obtidos		Calado <i>et al.</i> , 2008
	Dieta A	Dieta B	<i>L. debelius</i>
0	100.00	100.00	100.00
12	93.33 ± 5.44	97.78 ± 3.14	-
24	82.22 ± 6.85	93.33 ± 4.71	82.2 ± 10.2
36	73.33 ± 11.86	88.89 ± 6.85	-
48	62.22 ± 18.53	81.11 ± 10.30	60.0 ± 20.6
60	53.33 ± 19.05	70.00 ± 7.20	-
72	34.44 ± 16.41	48.89 ± 4.16	4.4 ± 2.7
84	23.33 ± 10.89	23.33 ± 7.20	-
96	7.78 ± 1.57	11.11 ± 1.57	0.0 ± 0.0
108	3.33 ± 2.72	8.89 ± 4.16	-
120	0	0	-

diferença no desenho experimental pode ter importância na obtenção destes resultados, devido a uma diminuição da densidade de larvas e a uma melhoria da qualidade da água em relação ao estudo de Calado *et al.* (2008).

Na Figura 12 pode-se observar o resultado das fases de desenvolvimento das larvas provenientes dos reprodutores alimentados com a dieta B, em função do tempo. Em relação às larvas do tratamento com a dieta A, não houve larvas que tenham chegado ao estágio II de desenvolvimento.

O desenvolvimento até Zoea II de larvas de *Lysmata* em condições de inanição não é exclusiva deste estudo. Calado *et al.* (2005), Figueiredo & Narciso (2006), Calado *et al.* (2007b) e Calado *et al.* (2008) referem a capacidade que larvas de *L. seticaudata* e *L. boggei* para se desenvolverem até Zoea II sem ser necessário a adição de alimento. Contudo, a ausência de alimento promove uma menor sobrevivência das larvas em estágios larvares superiores, consequências negativas no seu desenvolvimento, e aumento da probabilidade de desenvolvimento de “*mark-time molting*” (Calado *et al.*, 2005).

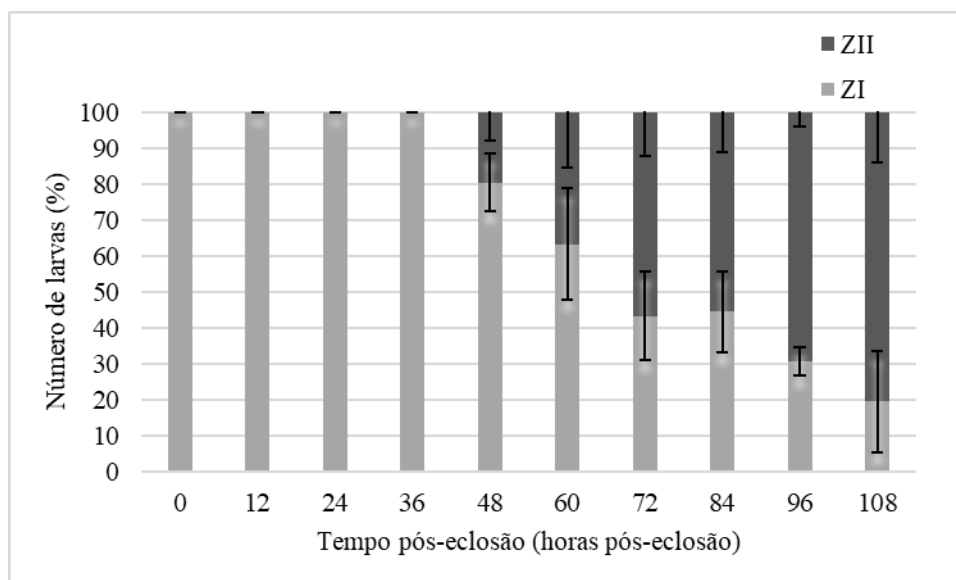


Figura 12 - Estágio de desenvolvimento de larvas de *L. debelius*, expostas a ausência de alimento, em função do tempo pós-eclosão (cinza claro - estágio de desenvolvimento I (Zoea I); cinzento escuro - estágio de desenvolvimento II (Zoea II)).

Figueiredo & Narciso (2006) e Calado *et al.* (2007b), com o auxílio do estudo realizado por Anger (2001), indicam a presença de lecitotrófico facultativo primário - reservas de nutrientes que permitem uma maior independência em relação à alimentação no primeiro estágio larvar - em espécies de *Lysmata*, como a espécie *L. seticaudata* e *L. boggei*. Devido a esta capacidade que as larvas apresentam, é comum o não fornecimento de alimentação na primeira fase de desenvolvimento larvar em aquaculturas de *Lysmata*, de forma a minimizar os custos de produção (Simoes *et al.*, 2002; Figueiredo & Narciso, 2006).

Em relação à espécie de *L. debelius*, Calado *et al.* (2007b) indicam que esta espécie não possui lecitotrófico facultativo primário, e a incapacidade de as larvas conseguirem desenvolver de Zoea I para Zoea II sem a adição de alimento às larvas. No estudo aqui apresentado houve larvas que chegaram ao estágio de desenvolvimento II sem a adição de alimento quando fornecida a dieta B aos reprodutores. Por se ter administrado uma dieta mais variada em comparação com o estudo de Calado *et al.* (2007b), existe a possibilidade de as larvas terem uma melhor qualidade devido à melhor nutrição fornecida aos reprodutores.

3.2.3. Conclusão

A dieta a fornecer a reprodutores é um dos pontos essenciais na produção em aquacultura de qualquer tipo de organismos. É importante que essa dieta seja a ideal para promover a melhor qualidade de descendência possível, de forma a minimizar as perdas nas fases larvares, ponto essencial na vida de qualquer organismo.

Neste trabalho realizado, houve uma tentativa de verificar se a presença de uma ração comercial em reprodutores tinha benefícios ou prejuízos na qualidade das larvas produzidas, na espécie de crustáceo *Lysmata debelius*, um crustáceo muito valorizado no mercado da aquariofilia.

De forma geral, pode-se dizer que a presença de ração na dieta destes organismos não teve um efeito significativo na sobrevivência das larvas, mas sim na sua de conseguirem evoluir para o estágio de desenvolvimento superior. Comparando com estudos já realizados, os resultados obtidos na sobrevivência das larvas são ligeiramente superiores a partir das 72 horas pós-eclosão, o que pode revelar que os resultados obtidos possam não ser da melhoria da nutricional dos reprodutores, mas sim da forma como o ensaio foi realizado.

O desenvolvimento das larvas até à fase de Zoea II foi uma melhoria em relação aos resultados obtidos por Calado *et al.* (2007b), e apenas obtidos quando fornecida a dieta B aos reprodutores. Este resultado pode-se ter devida à melhoria nutricional dos reprodutores, proporcionada por uma maior variedade de alimentos, e levado a uma melhoria da qualidade das larvas.

Contudo, seria importante realizar uma melhor avaliação do efeito da alimentação dos reprodutores através de ensaios mais complexos sobre o tema, devido ao aumento do interesse que a aquacultura destes organismos pode ter, já que tem aumentado a sua procura no mercado da aquariofilia e na qual a aquacultura ainda é relativamente escassa.

4. Desenvolvimento de rotinas associadas a uma empresa de aquariofilia.

4.1. Parâmetros de água – a importância de manutenções regulares de aquários

A medição e controlo dos parâmetros físico-químicos da água é de extrema importância em aquariofilia, de forma a que estes organismos se sintam o mais confortáveis possível, terem um melhor crescimento, reprodução, qualidade de vida e taxa de sobrevivência possível. Cada organismo tem as suas condições de qualidade de água ideais, o que faz com que se tenha que adaptar os sistemas às características ideais a cada espécie. A não manutenção das condições de água ideais pode ter muitas consequências para a produção ou manutenção desses organismos, como a inibição da reprodução ou até a morte (Van Wyk *et al.*, 1999; Silva, 2013).

Num meio natural de água doce, a qualidade da água pode ser alterada por vários fatores, como a geologia local, a topografia ou até a presença de meios urbanos (Sliva & Dudley Williams, 2001). E a qualidade de água é um facto importante a ter em consideração quando se tem uma produção aquícola ou um aquário (Pillay & Kutty, 2005).

Em água doce, é comum o uso de água municipal para a manutenção dos sistemas. Esta tem a vantagem de ser abundante e fácil de obter, mas por outro lado tem vários problemas associados, principalmente o facto de poder ter flutuações nos seus parâmetros, e poder trazer alguns compostos tóxicos como cloro ou amónia na sua composição. Outra solução é o uso de água de osmose, que tem como desvantagem a necessidade de um maior investimento em equipamentos e suplementos (Montalvo, 2017).

Em água salgada, é habitual o uso de água salgada natural e/ou artificial. A captação de água natural pode ser muito útil, principalmente em instalações na zona costeira, mas também acarreta alguns problemas. É comum a introdução de parasitas e a degradação da qualidade da água, já que logo após a captação ocorre degradação de matéria orgânica presente na água, podendo necessitar de uma boa filtragem antes da introdução nos sistemas. A água artificial é uma alternativa. Hoje em dia já que consegue obter sais sintéticos de alta qualidade, que simulam muito bem a composição da água salgada natural. Tem como

principal desvantagem o maior custo, já que é necessário a aquisição de sal sintético de qualidade e de água de osmose (Montalvo, 2017).

A medição e controlo de parâmetros como a temperatura, salinidade e pH são extremamente importantes em aquacultura e na aquariofilia. Cada organismo tem uma gama de valores destes parâmetros onde se encontra mais confortável, sendo que uma variação brusca pode levar à indução de stress no animal, a possibilidade de aparecimento de doenças e em último caso à morte (Weirich & Tomasso, 1991; Silva, 2013).

Os compostos azotados são outros fatores a ter em consideração. Estes compostos são tóxicos para os seres vivos aquáticos, por isso é necessário um controlo apertado dos mesmos. A amónia ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), excretada por peixes, crustáceos e outros animais aquáticos, e os nitritos (NO_2^-) que são resultantes da decomposição bacteriana da amónia, são os mais tóxicos sendo que em valores acima dos aceitáveis pode levar a morte dos indivíduos (Silva, 2013). Os nitratos (NO_3^-) são ligeiramente mais tolerados pelos seres vivos (Pillay & Kutty, 2005).

Em aquários de água salgada, outros fatores como a alcalinidade, dureza e as concentrações de cálcio e magnésio são importantes de ter em consideração, já que são extremamente importantes para a capacidade tampão da água e para o crescimento e manutenção de corais, por exemplo (Silva, 2013).

4.2. Descrição da empresa – AquaLovers, Lda

Neste capítulo da dissertação será descrito o estágio realizado na empresa AquaLovers. O estágio teve o seu início em agosto de 2018 e o seu término no mês de abril de 2019.

A AquaLovers (Figura 13) é uma empresa relativamente jovem no mercado da aquariofilia nacional. Nascida de uma colaboração entre quatro pessoas, a AquaLovers, localiza-se na Rua Dr. Mário Madeira, nº 46, Loja 2, 2635-188 Rio de Mouro, Sintra, tem como principais serviços aquacultura, comercialização de animais e plantas aquáticas, assim como de equipamentos e acessórios para aquariofilia, formações, montagem e manutenção de aquários. O principal objetivo da empresa é a sustentabilidade do *hobby*, seja a nível económico como a nível ambiental, numa tentativa de diminuição dos preços dos produtos, na produção de espécies em cativeiro e no aconselhamento das pessoas na tentativa de oferecer aos animais a melhor qualidade de vida possível.



Figura 13 - Logotipo da empresa AquaLovers, Lda. (Fotografia retirada do site www.aqualovers.pt/main no dia 26 de junho de 2019).

Com uma organização simples, a empresa é constituída por apenas 6 pessoas: Ana Margarida Silva, Rita Mouraz, António Pires e Mário Fonte, que constituem o núcleo duro da empresa, sendo os seus proprietários, um empregado (numa primeira fase Pedro Vicente numa segunda fase Beatriz Trindade) e um estagiário (João Reis) (Figura 14).

Como já dito, apesar de ser uma empresa com foco na venda de animais e produtos para aquariofilia, a AquaLovers oferece uma gama de serviços mais diversificada ao público. Ainda assim, é sem dúvida um dos focos, se não o foco principal da empresa. Sendo uma empresa que tem como objetivo atingir o topo do ramo da aquariofilia em Portugal, há uma tentativa por parte de quem a gere ter uma variedade de produtos e marcas conceituadas a nível internacional, assim como fornecer vivos de melhor qualidade e dos melhores produtores e/ou fornecedores a nível nacional e Europeu.

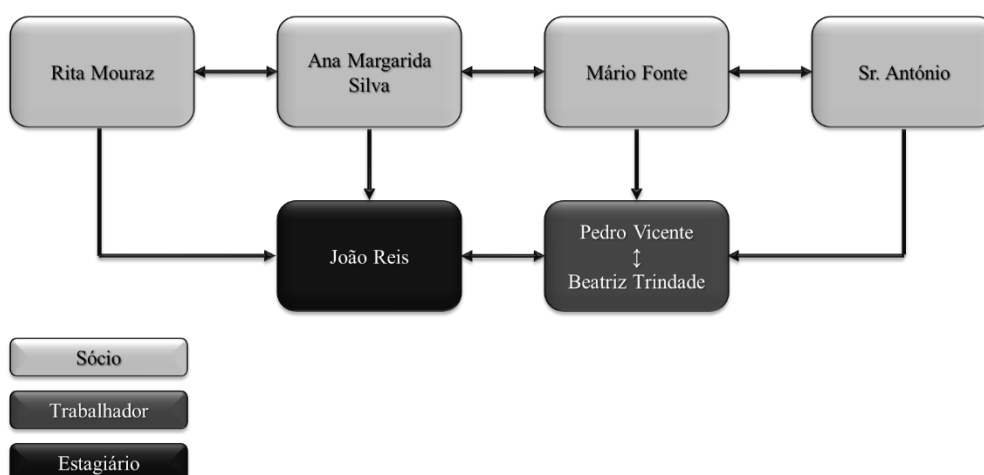


Figura 14 - Estrutura hierárquica da empresa AquaLovers.

As infraestruturas da empresa são comuns a qualquer loja de aquarofilia, com uma característica em especial: uma das grandes apostas da AquaLovers é a criação de animais em cativeiro para fornecimento da loja, tornando a loja sustentável com diminuição de custos e aumentando a aquacultura de alguns espécimes tanto de água doce e água salgada, e ao mesmo tempo produzindo animais de qualidade e confiança, já que todo o ciclo de vida é realizado na empresa (Figura 15). E deste modo promove-se também um aumento de confiança nos clientes, por se ter um contacto mais próximo com todas as fases de desenvolvimento dos organismos, e um conhecimento mais profundo dos animais adquiridos.

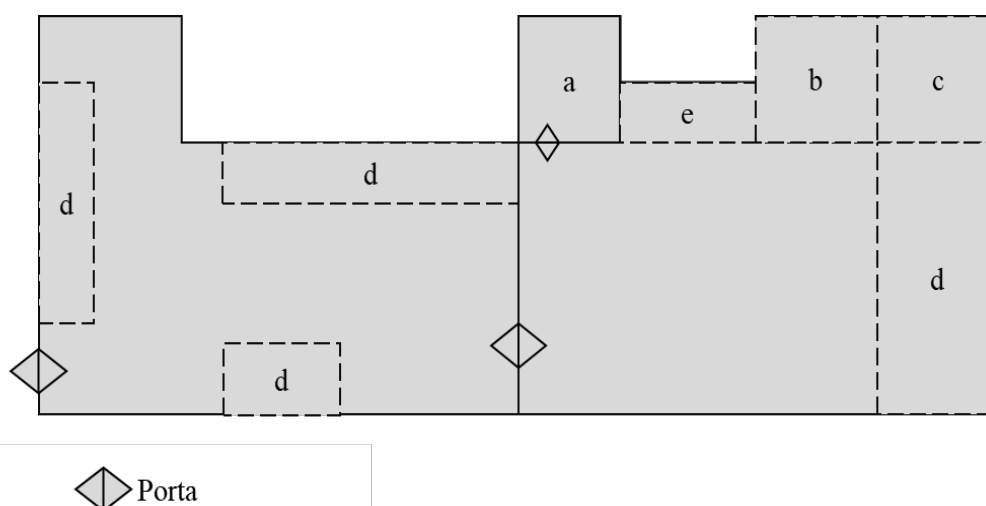


Figura 15 - Planta das instalações da AquaLovers. a) área de pessoal; b) zona de arrumações; c) zona de aquacultura/cultivo larvar e de produção de alimento vivo; d) zona de venda de vivos; e) zona de lavagens/bancada de trabalho.

4.3. Tarefas diárias e semanais

Na empresa há tarefas necessárias de realizar de forma a manter uma boa qualidade dos vivos e tentar reduzir ao máximo a mortalidade, assim como na tentativa de minimizar acidentes que possam acontecer.

4.3.1. Tarefas diárias

Ligar as luzes da loja era a primeira tarefa realizada assim que se chegasse a loja. Mas este procedimento é realizado com algum cuidado, já que as luzes são ligadas gradualmente em termos de intensidade de forma a minimizar stress nos peixes, simulando o amanhecer natural do Sol, já que a loja permanecia totalmente às escuras quando não estava presente nenhum dos funcionários. Enquanto se realizava esse processo gradual de aumento da intensidade da luz (processo que demorava cerca de 20 a 30 minutos), outras tarefas eram realizadas, como a troca de água dos cultivos auxiliares.

A loja mantém três culturas de alimento vivo distintas: rotíferos, artémia e copépodes. Para uma manutenção do bem-estar dos organismos, todos os dias era trocado uma parte da água dos sistemas onde as culturas são mantidas, sendo nesta fase acrescentado alimento às culturas auxiliares (microalga congelada). Esse alimento é apenas fornecido a copépodes e a rotíferos, já que a cultura de artémia é totalmente renovada de 4 em 4 dias. O fornecimento de alimento à artémia só é realizado quando é necessário o enriquecimento nutricional desses organismos, algo que nunca se verificou ao longo do período de realização do estágio.

Após o tratamento dos cultivos auxiliares, se as luzes ainda não estivessem acesas na sua totalidade, ocupava-se o tempo na arrumação de material da loja ou na verificação do material presente na carrinha, usado nas manutenções a aquários de clientes particulares ou empresas. Este é um procedimento muito importante, já que a falta de um componente podia levar a que uma manutenção não se pudesse realizar, levando a custos acrescidos à empresa e possível rombo na planificação da semana de trabalho.

Havia sempre um cuidado especial também na verificação dos níveis dos sistemas, de forma a que não existisse sistemas com pouca água, o que pode levar a avarias nos equipamentos, essencialmente em bombas de circulação. Em sistemas de água salgada, para além de se verificar os níveis dos sistemas, era medida a salinidade usando um refratómetro ótico e limpeza dos copos dos escumadores. Sempre que o nível de salinidade era elevado,

era colocada água de osmose (produzida na empresa) para diminuição da salinidade. Se a salinidade se mantivesse no valor ideal, acertava-se o nível com água salgada artificial, também produzida na empresa.

Após a realização de todo o trabalho nos cultivos auxiliares, observação dos níveis dos sistemas e de reposição de material, a equipa dividia-se em dois grupos de trabalho: uma parte da equipa ficava na loja, e outra parte da equipa iria para as manutenções a aquários de clientes, que serão descritos com maior detalhe posteriormente, já que cada equipa tinha os seus objetivos.

No final do dia eram removidos todos os detritos e restos de comida presentes no fundo de cada aquário, através de sifonagem, de forma a que não existisse uma degradação da qualidade da água dos sistemas. A limpeza do chão era realizada ao longo do dia, de forma a evitar acumulações de água que pudessem colocar em risco a integridade física dos funcionários e clientes. Após a sifonagem realizada ao fim do dia, era limpo novamente.

Por fim, era realizado o fecho das luzes, num processo inverso ao descrito acima, simulando desta forma o anoitecer. Isto permite aos animais terem a noção do dia e da noite, muito importante para o bom funcionamento do metabolismo dos animais.

No caso de aparecimento de doenças num determinado grupo de peixes, era realizado um procedimento diário extra. A empresa tinha sempre um sistema montado para quarentena ou tratamento de doenças. Aquando do aparecimento de doenças nos animais, estes são transferidos para esse sistema de quarentena e realizado o tratamento específico para os sintomas apresentados pelos peixes. Nessas situações, é realizada essa tarefa diária extra.

4.3.2. Alimentação

Como já dito anteriormente, a alimentação é extremamente importante quando o objetivo é a manutenção de animais em cativeiro. Na empresa AquaLovers, o alimento era fornecido duas vezes ao dia, de manhã e à tarde, após o fecho da loja. Era uma rotina fixa, realizada todos os dias da semana, sendo que de manhã era fornecida quatro tipos de ração: um granulado muito pequeno, para peixes de pequenas dimensões; e um granulado para peixes de água doce, um granulado para peixes de água salgada e, por fim, um granulado para invertebrados, essencialmente camarões. De referir que o granulado de pequenas dimensões, normalmente era adquirido dessa forma, mas chegou-se a fazer esse tipo de

granulado, a partir do granulado de maiores dimensões, na loja. De tarde era fornecido alimento congelado. Eram fornecidos diariamente dois tipos de alimento, sendo os tipos de alimento congelado variavam sensivelmente de 3 em 3 dias.

De referir que sempre que existissem larvas ou peixes de menores dimensões, havia também o fornecimento de alimento vivo: náuplios e metanáuplios artémia, rotíferos e copépodes.

4.3.3. Tarefas semanais

Semanalmente realizava-se a limpeza de todos os sistemas da loja. A realização desta tarefa é extremamente importante devido a vários fatores. Primeiro, a loja é um local aberto ao público, logo é importante manter os sistemas limpos de forma a manter uma boa imagem aos clientes. Mas mais importantes que os clientes, é o bem-estar dos animais. É normal nas lojas existirem grandes concentrações de animais nos seus sistemas, o que pode provocar o aumento de compostos tóxicos na água e levar a morte dos animais, já para não falar de ser um meio muito prolífero há propagação de doenças. Uma limpeza semanal dos sistemas promove não só uma maior capacidade de observação por parte dos clientes, mas também uma melhor qualidade aos seres vivos, já que com a limpeza e trocas de água há a diminuição de compostos tóxicos assim como de hormonas de stress libertadas pelos animais. Assim uma maior higiene evita a probabilidade de aparecimento de doenças indesejadas e redução da mortalidade.

4.4. Equipas de trabalho

Como já dito anteriormente, existia a divisão da equipa de trabalho em dois sectores: a equipa que ficava na loja e a equipa das manutenções ao domicílio.

Cada equipa tinha as suas funções, de forma a atingir todas as áreas de trabalho e rigor defendidos pela empresa, principalmente em termos de bem-estar animal e de satisfação por parte dos clientes.

4.5. Atividade comercial da AquaLovers, Lda

4.5.1. Trabalho na loja

A equipa que ficava na loja tinha como principais objetivos a manutenção dos sistemas presentes na loja, a realização e receção de encomendas, o atendimento e aconselhamento de clientes, e a resposta a emails e encomendas por parte de clientes online.

A manutenção de sistemas de loja já foi descrita acima a sua importância. De referir que devido a grande variedade e quantidade de sistemas existentes na AquaLovers, existiu por parte da empresa a necessidade de a loja estar fechada na parte da manhã para que fosse possível uma limpeza de todos os sistemas de forma eficaz, diminuindo os transtornos causados aos clientes. Na empresa, semanalmente existia a manutenção de todos os sistemas, de água doce, salgada, quarentena e de aquacultura/cultivo larvar.

Felizmente, a loja tem tido cada vez mais afluência, e a marca AquaLovers tem cada vez maior impacto no mercado da aquariofilia nacional. Devido a este crescimento gradual da empresa, era normal a receção de encomendas, tanto de vivos como material para aquariofilia (Figuras 16, 17 e 18). Estas encomendas poderiam ter origem em marcas/empresas nacionais ou internacionais, essencialmente europeias.

Após a chegada de material ou de vivos, era importante verificar se todo o material encomendado está presente, assim como a tentativa de colocar esse material disponível para venda aos clientes o mais rapidamente possível. Quando se tratava de material, essa colocação à disposição do cliente era feita de forma rápida, mas quando se tratava de animais era sempre necessário realizar um período de quarentena, de forma a verificar a boa condição dos mesmos e despistar qualquer tipo de problemas que os animais possam ter.



Figura 16 - Chegada de encomenda de vivos. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.



Figura 18 - Chegada de encomenda de plantas. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.



Figura 17 - Chegada de encomenda de equipamentos para a montagem e manutenção de aquários. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.

A chegada de vivos à loja também era marcada por um processo de aclimação dos animais. Isto porque é necessário existir um acondicionamento lento e gradual dos animais às condições existentes na loja, de forma a que não exista um choque muito grande entre parâmetros de água. Os animais, no processo de transporte são submetidos a condições que debilitam a sua condição, já que são transportados em embalagens com muito pouco água, em grande número de exemplares por embalagem, o que leva a uma rápida degradação da qualidade da água, provocando elevado stress nos indivíduos. Este aumento nas condições de stress dos organismos leva a um favorecimento do aparecimento de doenças devido à diminuição da ação do sistema imunitário (Tort, 2011).

Essa aclimação na empresa é realizada em duas fases: uma fase em que se tenta fazer um equilíbrio da temperatura entre a existente no sistema de quarentena e a temperatura da embalagem de transporte e uma segunda através da junção de água entre a água de transporte e a água do sistema, numa tentativa de equilíbrio dos restantes parâmetros (Figura 19). Este processo pode ser moroso, sendo que a duração depende um pouco do tipo de peixe ou do estado da qualidade de água presente na embalagem do transporte.

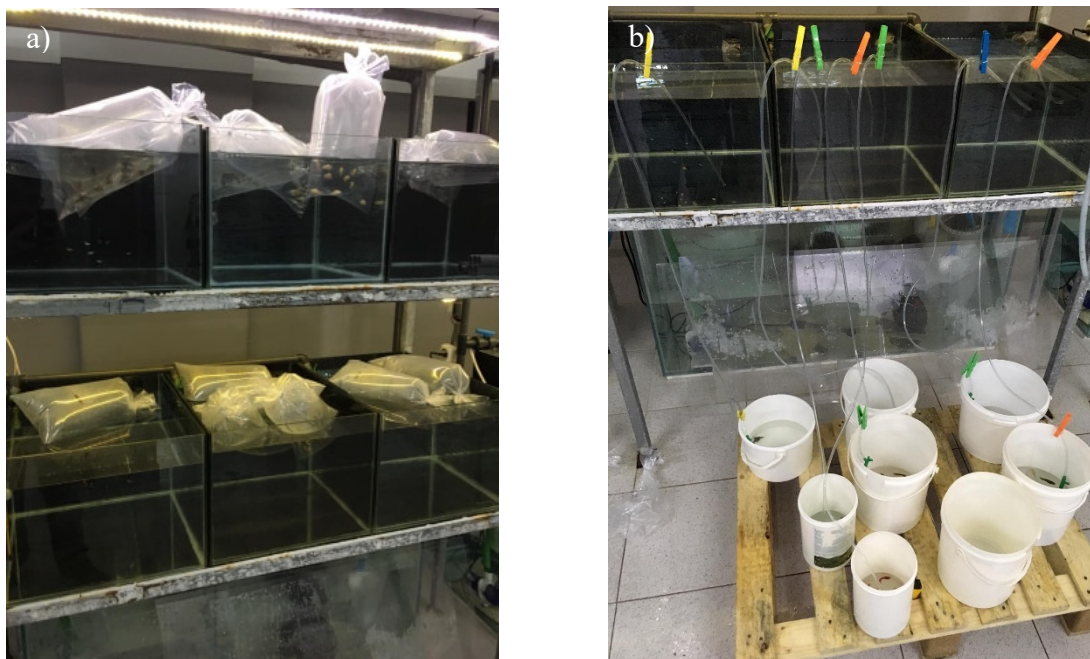


Figura 19 - Processo de aclimação dos vivos: a) à temperatura existente no sistema; b) aos restantes parâmetros de água do sistema.

O atendimento ao cliente é algo que a empresa tem um cuidado em especial. Um dos grandes pilares da empresa é um atendimento correto, de forma a que o cliente tenha sempre um aconselhamento ideal e de forma a não ocorrer mortalidade nos animais fornecidos. Ou seja, há a tentativa de perceber os condicionantes do cliente, seja em relação ao espaço disponível para a aquisição do sistema, dos componentes necessários a um bom funcionamento do aquário, e depois de se perceber o tipo de sistema que o cliente deseja e adquire, existe um aconselhamento sobre a compatibilidade das espécies a manter. Há sempre uma tentativa de indicação de espécies adequadas ao ambiente, como por exemplo a litragem do aquário ou aos parâmetros de água do sistema, que sejam do agrado do cliente e que, ao mesmo tempo, sejam compatíveis de forma a criar o melhor ambiente possível aos animais. É essencial que os animais se sintam confortáveis no aquário, de forma a conseguirem exibir toda a sua coloração e a melhor condição de vida possível.

Sendo uma empresa que aposta no mercado online, é comum a receção de encomendas por parte de clientes de todo o país. Essas encomendas chegam através da plataforma online da empresa. Os clientes também poderão contactar a empresa através de email, telefone, redes sociais ou chat disponível na plataforma online para tirarem dúvidas e questões, sendo a resposta o mais célere possível.

4.5.1.1. Aquacultura

A reprodução por parte da empresa de animais para comercializar é sem dúvida uma das suas grandes apostas, mas que infelizmente não tem dado os seus frutos pelas mais diversas razões. De facto, a reprodução de organismos na AquaLovers já existiu, com a produção de algumas espécies tanto de água doce como de água salgada, mas nos últimos tempos tem sido complicado conciliar o trabalho em loja e nas manutenções, que tem aumentado, o que tem levado a que esta aposta tenha ficado em *stand by*.

Mas a reprodução de vivíparos, invertebrados de água doce, e de algumas espécies de água salgada, essencialmente do grupo *Amphiprion* era recorrente na empresa, sendo que ainda há a manutenção de reprodutores e de peixes nascidos na loja (Figura 20).

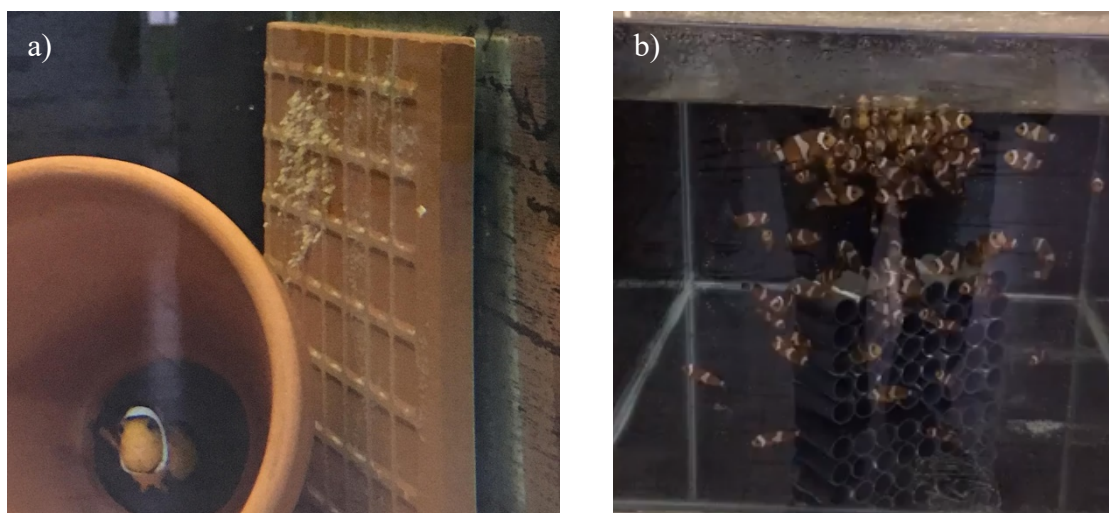


Figura 20 – Aquacultura de *Amphiprion ocellaris*. a) casal com postura; b) juvenis já produzidos na empresa.

4.5.2. Trabalho fora da loja

Como já dito, para além dos funcionários que permaneciam na loja, existia uma equipa que trabalhava fora da loja. Esta equipa tinha duas tarefas principais, que consistiam na manutenção e montagem de aquários em clientes e ir buscar água ao mar.

4.5.2.1. Fornecimento de água a clientes

Um dos serviços que a empresa fornecia aos seus clientes era a venda de três tipos de água: água de osmose, água salgada artificial e água salgada natural. Tanto a água de osmose como a água natural eram produzidas na loja. A água de osmose era produzida através da filtragem da água da torneira através de um aparelho de osmose reversa, e a água salgada artificial era produzida através de mistura de água de osmose com sal próprio para aquários. A água salgada natural era recolhida no mar e filtrada posteriormente de forma a remover algumas substâncias em suspensão.

A recolha de água ao mar era realizada quando o mar estava calmo e à hora da maré baixa, na zona do Guincho. Com o auxílio de uma bomba e transportada em bidons de 200L, era posteriormente filtrada por um saco de malhagem de 200µm e armazenada num depósito (Figura 21).



Figura 21 - Fotos de uma saída para recolha de água salgada natural: a) Equipamento utilizado para a recolha; b) local da recolha; c) bomba utilizada para auxiliar a recolha de água. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.

4.5.2.2. Montagens de aquários

A montagem de aquários em casa de clientes era outro tipo de serviço oferecido pela empresa, que podia ser uma montagem integral de um novo aquário adquirido pelo cliente ou simplesmente uma remontagem de um aquário já existente.

As remontagens de aquários realizam-se essencialmente quando os clientes querem mudar de casa, e a empresa ajudava no transporte e remontagem do aquário, ou quando os clientes queriam mudar algum componente do aquário que exigisse algum trabalho. Nas imagens seguintes é representado a remontagem de um aquário em que foi necessário a mudança tanto da estrutura do aquário como do seu *layout*, em que a equipa da AquaLovers ajudou na sua remontagem (Figuras 22).

Outro tipo de serviço era a montagem integral de aquários em casa de clientes. A diferença entre este serviço e o descrito anteriormente é que neste caso, é uma montagem de um aquário de raiz. Neste caso a empresa tratava do transporte do material necessário, assim como a montagem do aquário (Figura 23).

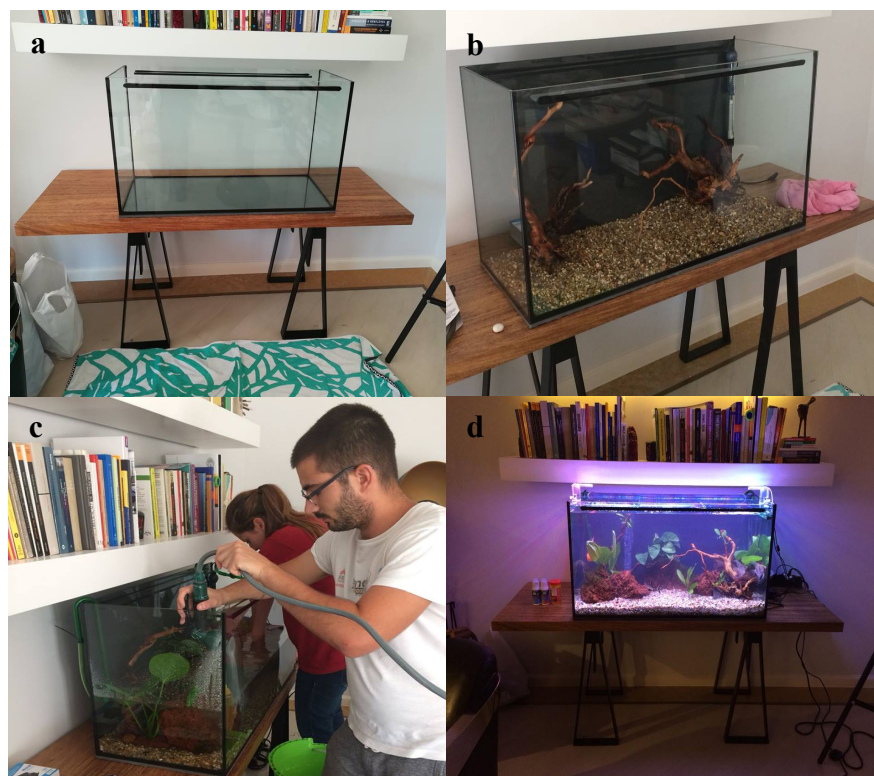


Figura 22 – Processo de remontagem de um aquário: a) colocação do aquário no local a montar; b) disposição do *layout*; c) finalização da montagem; d) resultado final da montagem. Retirado do site www.facebook.com/aqualoversaquariofilia no dia 27 de junho de 2019.



Figura 23 – Processo de montagem de um aquário: a) disposição do *layout*; b) aquário montado e cheio; c) aquário um mês após a montagem.

4.5.2.3. Manutenção de aquários

A manutenção de aquários de clientes era outro serviço que a empresa fornecia aos seus clientes (Figura 24). A empresa fazia manutenções regulares, sendo que as estas poderiam ser semanais, quinzenais ou mensais, dependendo do tipo de aquário, do tipo de fauna/flora presente ou da disponibilidade económica do cliente.

A manutenção de aquários é extremamente importante. Devido a ser um sistema fechado, e apesar da existência de uma comunidade de bactérias responsável pela manutenção de uma boa qualidade de água no sistema, isso nem sempre se verifica, devido ao excesso de alimentação fornecida ou às necessidades fisiológicas dos animais, por exemplo. Então, é necessária a realização de uma limpeza periódica dos aquários, de forma a manter o sistema limpo, com condições para que os animais se mantenham saudáveis e bonitos.



Figura 24 - Manutenção de um aquário.

Assim sendo, existia uma rotina por parte da empresa na manutenção dos aquários, de forma a que este processo se realizasse da melhor forma possível, adequado e planeado para cada sistema.

A manutenção começava pela limpeza dos vidros do aquário. Com o auxílio de um íman, realiza-se a limpeza de qualquer tipo de algas ou de biofilme que se acumula recorrentemente nos vidros (Figura 25). Se fosse a manutenção de um aquário de água salgada, antes da limpeza dos vidros era verificada a salinidade, de forma a aferir a quantidade de água a retirar posteriormente.

Após a limpeza dos vidros do aquário, realizava-se limpeza da sump ou do filtro externo do aquário. Esta é uma das etapas mais importantes da manutenção, já que é nesta área do sistema onde existe uma maior acumulação de detritos tanto sólidos como em suspensão (Figura 26).

A limpeza da sump tinha a sua própria rotina, que tal como as rotinas de limpeza dos aquários variava ligeiramente de sistema para sistema. A primeira etapa era retirar todo o material de filtração colmatado e com necessidade de ser trocado, como por exemplo a lâ de vidro (filtração mecânica), biobolas (filtração biológica) e carvão e/ou resinas (filtração química).

Após retirar as matérias filtrantes da sump, eram limpas as paredes da sump, com o auxílio de uma escova ou esponja, de forma a retirar qualquer tipo de detrito ou biofilme



Figura 25 - Aquário de recife com microalgas no vidro.

existente nos vidros. Após a limpeza dos vidros, e devido a elevada quantidade de matérias em suspensão, deixava-se decantar todas essas matérias para depois serem sifonadas (Figura 27).

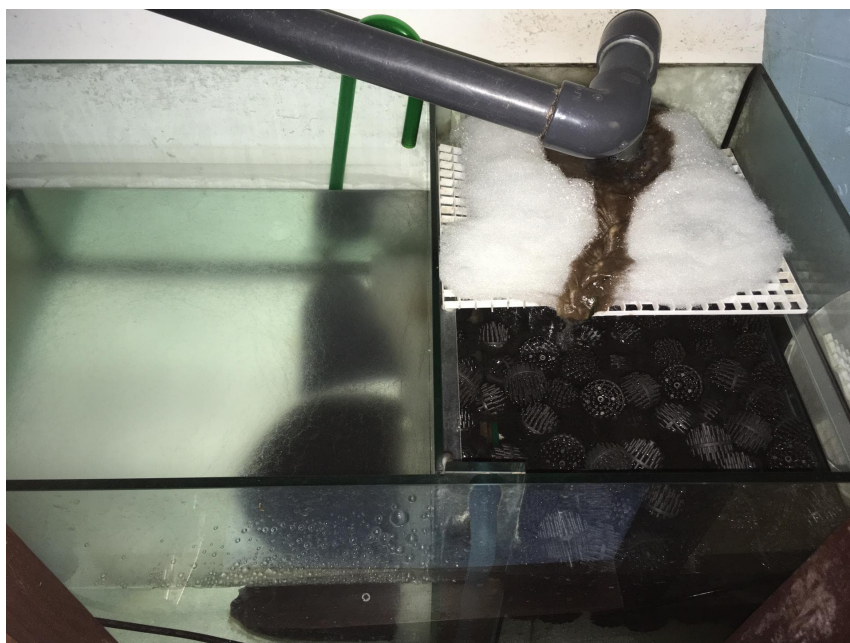


Figura 26 - Sump antes da manutenção.



Figura 27 - Limpeza da sump: a) Material de filtração física; b) Sump após a retirada de todas as matérias filtrantes e a limpeza dos vidros.

Em aquários que não continham sump mas sim filtros externos, era efetuada a limpeza dos mesmos. No caso dos filtros externos, era comum o uso de esponjas, lã de vidro, biobolas, carvão e resinas como materiais de filtração (Figura 28).

Assim, o próximo passo era a limpeza dos materiais existentes dentro do aquário, desde bombas de recirculação a ornamentos. Este tipo de limpeza deve ser periódica, já que há uma grande acumulação de detritos nos ornamentos, e a acumulação desses mesmos



Figura 28 - Filtro externo montado após limpeza

detritos em materiais de filtragem fazem com que estes não sejam tao eficazes devido a redução da circulação de água.

Em aquários plantados, realizava-se a manutenção da flora, com a poda das plantas, remoção de folhas mortas e a observação da condição das mesmas (Figura 29).

O próximo passo na manutenção dos aquários é a sifonagem do aquário. A sifonagem é mais uma etapa muito importante, já que é através da sifonagem que se retira os detritos, como restos de alimento ou fezes dos animais, que podem degradar a qualidade de água. Também é através deste processo que se realizada a troca parcial de água, de forma a renovar a água presente no aquário, e a eliminação e/ou redução de compostos como os nitratos.



Figura 29 - Observação de uma planta (*Anubia barteri*) com alga filamentosa.

A sifonagem é um processo que usa a gravidade de forma a retirar água do aquário. Depois de se ter um fluxo constante de água através da mangueira, e através de movimentos de ativação e desativação do fluxo de água, existe a movimentação do substrato do aquário. Devido ao substrato ser mais denso que os detritos biológicos, este tem uma capacidade de deposição muito maior, ficando esses detritos em suspensão dentro do sifonador, e assim consegue-se a remoção dos detritos do aquário (Figura 30). Em aquários de água salgada a sifonagem tinha que ser realizada de forma mais cuidadosa, devido a limitação de água que era

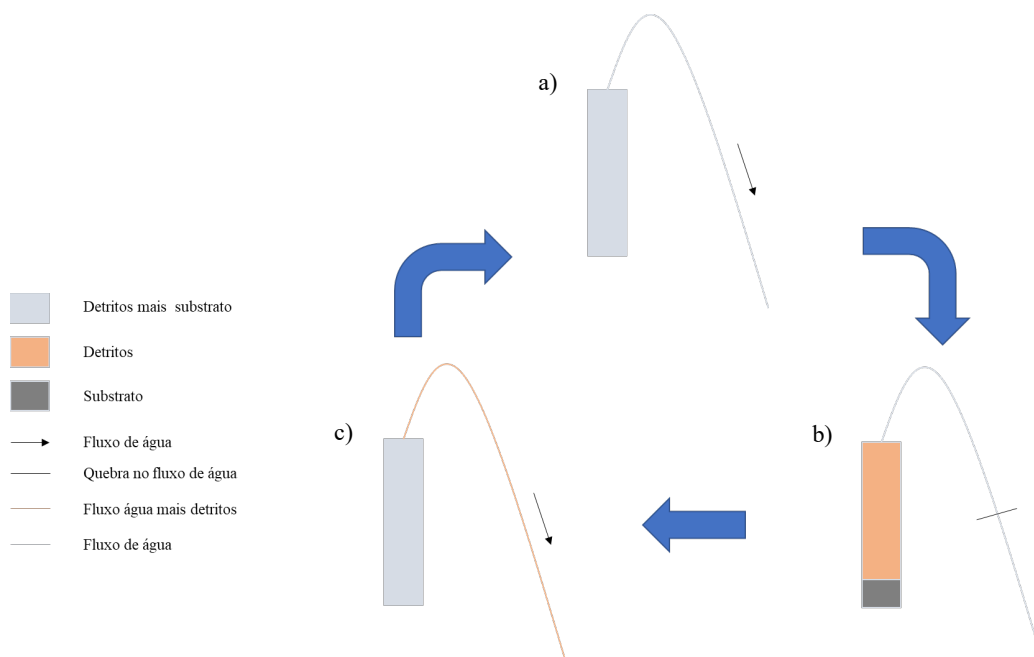


Figura 30 - Esquema ilustrativo do processo de sifonagem. a) fluxo de água; b) interrupção do fluxo de água e consequente sedimentação do substrato e suspensão de matéria orgânica; c) recomeço da circulação de água com a remoção dos detritos orgânicos.

possível tirar, devido à logística de transporte de água e à salinidade. Ao contrário de aquários de água doce, em que a reposição é feita através de água canalizada, a água salgada tinha que ser transportada para o local, logo existia um limite máximo de litros que poderiam ser trocados.

Após a sifonagem do substrato e a remoção de água do aquário, realizava-se a reposição de água. Esta reposição de água era realizada lentamente, de forma a não existir um choque térmico nos animais. Aos mesmo tempo existia a sifonagem da sump, que dependendo do seu grau de sujidade e/ou condições do local para a realização da sifonagem, podia ser parcial ou total. Após a sifonagem da sump, esta era montada com substituição de matérias filtrantes se necessário (Figura 31). A lã de vidro era substituída a cada manutenção, mas o carvão e as resinas não. O carvão era substituído sensivelmente de dois em dois meses, sendo que as resinas eram substituídas de mês a mês. Estas substituições podiam ser realizadas antes ou depois dos prazos enunciados, dependendo da sua condição.

Após o aquário estar cheio, colocava-se o sistema a funcionar e adicionava-se acondicionador para remoção de compostos tóxicos, como o cloro, da água introduzida (Figura 32). Caso exista alimentadores automáticos, eram cheios e recolocados. Em casos especiais era introduzido a medicação para o tratamento de algum tipo de doença existente



Figura 31 - Sump após ser limpa e montada, com substituição de matérias filtrantes.

nos animais, ou o ajustamento de elementos a adicionar à água, como a injeção de CO₂ ou fertilizantes líquidos em caso de aquários plantados.

Por fim, existia o cuidado de verificar o correto funcionamento de todos os elementos do aquário, de forma a verificar a existência de fugas de água ou de um incorreto funcionamento de algum aparelho, e uma limpeza do espaço de trabalho, de forma a deixar o local de trabalho da mesma forma que se encontrou. Em caso excepcionais, era retirado algum elemento de filtragem do sistema, como o caso do carvão aquando da realização de algum tratamento ao aquário (Figura 33). Em sistemas de água salgada, e caso a salinidade estivesse muito alta, adicionava-se água de osmose ao sistema.

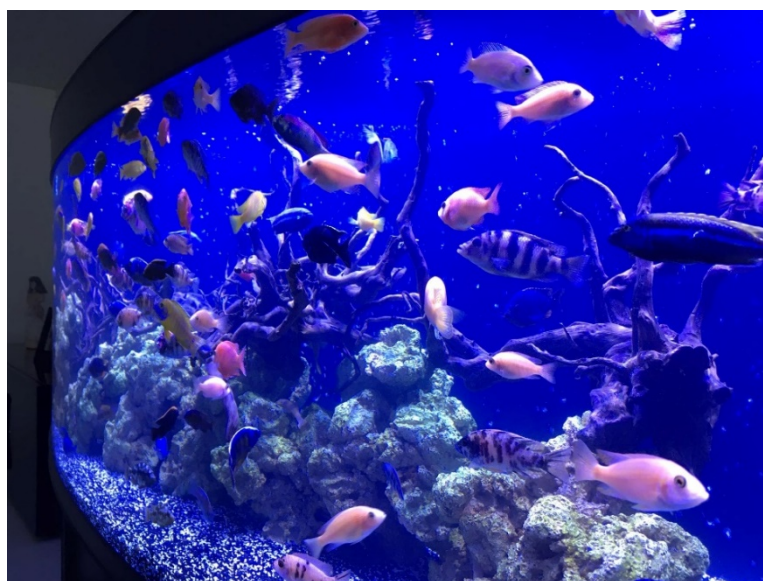


Figura 32 - Aquário de ciclídeos africanos após manutenção.



Figura 33 - Água ligeiramente turva devido à aplicação de medicação para tratamento de peixes.

4.6. Conclusão

Sem dúvida que a realização deste estágio pode ter sido muito importante para o meu futuro. De facto, houve uma grande diferença em relação ao João que era um simples apaixonado por aquários, com o João que trabalha numa loja do ramo da aquariofilia, que aconselha pessoas sobre este *hobby*, tenham elas maior ou menor conhecimento sobre ele, e que é obrigado a tomar decisões que se podem revelar importantes para a sobrevivência de animais de outros sistemas, e não só dos seus em sua casa.

O contacto com pessoas fantásticas, desde os conhecimentos e ensinamentos passados por profissionais do ramo da aquariofilia há imenso tempo, até com histórias de vidas de clientes, assim como as suas dúvidas e inseguranças sobre este bonito *hobby*, levou ao meu crescimento como pessoa, assim como profissional.

E de facto um estágio deve ter como principais funções o convívio com o mercado de trabalho do ramo escolhido, assim como uma aprendizagem sobre técnicas e conhecimentos que não se conseguem ter ao nível académico.

No geral pode-se dizer que este estágio conseguiu alcançar os objetivos propostos, apesar de um ou outro contratempo, fruto da minha inexperiência ou por divergências com pessoas devido à diferença de mentalidades, mas sem dúvida que consegui adquirir excelentes ensinamentos, e ensinamentos que levarei comigo para o resto da minha vida, assim como a empresa pela forma como me abriu os braços e me recebeu.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

5. Bibliografia

Anger, K., 2001. The biology of decapod crustacean larvae. Crustacean Issues, vol. 14. A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands. 419 pp. ISBN: 9026518285.

Asaduzzaman, M., Kader, M. A., Bulbul, M., Abol-Munafi, A. B., Ghaffer, M. A., & Verdegem, M. (2016). Biochemical composition and growth performances of Malaysian Mahseer *Tor tambroides* larvae fed with live and formulated feeds in indoor nursery rearing system. *Aquaculture Reports*, 4, 156-163. DOI: 10.1016/j.aqrep.2016.09.003.

Balaji, K., Thirumaran, G., Arumugam, R., Kumaraguruvasagam, K. P., & Anantharaman, P. (2009). A review on marine ornamental invertebrates. *World Applied Sciences Journal*, 7(8), 1054-1059. DOI: 10.3923/jfas.2007.328.336.

Baldwin, A. P., & Bauer, R. T. (2003). Growth, survivorship, life-span, and sex change in the hermaphroditic shrimp *Lysmata wurdemanni* (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). *Marine Biology*, 143(1), 157-166. DOI: 10.1007/s00227-003-1043-6.

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(4), 1229-1246. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2009.02062.x.

Bauer, R. T. (2006). Same sexual system but variable sociobiology: evolution of protandric simultaneous hermaphroditism in *Lysmata* shrimps. *Integrative and Comparative Biology*, 46(4), 430-438. DOI: 10.1093/icb/icj036.

Bell, J. D., & Gervis, M. (1999). New species for coastal aquaculture in the tropical Pacific—constraints, prospects and considerations. *Aquaculture International*, 7(4), 207-223. DOI: 10.1023/A:1009245612050.

Brown, M. R. (2002). Nutritional value and use of microalgae in aquaculture. *Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*, 3, 281-292.

Cahu, C., & Infante, J. Z. (2001). Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture*, 200(1-2), 161-180. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00699-8.

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(3), 389-398. DOI: 10.3989/scimar.2006.70n3389.

Calado, R. (2008). *Marine Ornamental Shrimp: Biology, Aquaculture and Conservation*. (1st Ed) Wiley, Oxford. ISBN-13: 978-1-4051-7086-4.

Calado, R., Bartilotti, C., Narciso, L., & Dos Santos, A. (2004). Redescription of the larval stages of *Lysmata seticaudata* (Risso, 1816) (Crustacea, Decapoda, Hippolytidae) reared under laboratory conditions. *Journal of Plankton Research*, 26(7), 737-752. DOI: 10.1093/plankt/fbh072.

Calado, R., Dionísio, G., & Dinis, M. T. (2007b). Starvation resistance of early zoeal stages of marine ornamental shrimps *Lysmata* spp. (Decapoda: Hippolytidae) from different habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 351(1-2), 226-233. DOI: 10.1016/j.jembe.2007.06.022.

Calado, R., Dionísio, G., Bartilotti, C., Nunes, C., dos Santos, A., & Dinis, M. T. (2008). Importance of light and larval morphology in starvation resistance and feeding ability of newly hatched marine ornamental shrimps *Lysmata* spp. (Decapoda: Hippolytidae). *Aquaculture*, 283(1-4), 56-63. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.07.010.

Calado, R., Figueiredo, J., Rosa, R., Nunes, M. L., & Narciso, L. (2005). Effects of temperature, density, and diet on development, survival, settlement synchronism, and fatty acid profile of the ornamental shrimp *Lysmata seticaudata*. *Aquaculture*, 245(1-4), 221-237. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.11.034.

Calado, R., Lin, J., Rhyne, A. L., Araújo, R., & Narciso, L. (2003b). Marine ornamental decapods—popular, pricey, and poorly studied. *Journal of crustacean biology*, 23(4), 963-973. DOI: 10.1651/C-2409.

Calado, R., Narciso, L., Morais, S., Rhyne, A. L., & Lin, J. (2003a). A rearing system for the culture of ornamental decapod crustacean larvae. *Aquaculture*, 218(1-4), 329-339. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00583-5.

Calado, R., Olivotto, I., Oliver, M. P., & Holt, G. J. (2017). *Marine Ornamental Species Aquaculture* (Calado R., Olivotto I., Oliver M. P., Holt G. J. eds.) (1st Ed)(1st Ed), pp. 175-176. Wiley- Blackwell, UK.

Calado, R., Vitorino, A., Dionísio, G., & Dinis, M. T. (2007a). A recirculated maturation system for marine ornamental decapods. *Aquaculture*, 263(1-4), 68-74. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.10.013.

Carvalho, L., & Calado, R. (2018). Trade-offs between timing of metamorphosis and grow-out performance of a marine caridean shrimp juveniles and its relevance for aquaculture. *Aquaculture*, 492, 97-102. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.04.007.

Conceição, L. E., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S., & Dinis, M. T. (2010). Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture research*, 41(5), 613-640. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02242.x.

Cunha, L., Mascaro, M., Chiapa, X., Costa, A., & Simoes, N. (2008). Experimental studies on the effect of food in early larvae of the cleaner shrimp *Lysmata amboinensis* (De Mann, 1888) (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). *Aquaculture*, 277(1-2), 117-123. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.02.014.

De Vargas, C., Audic, S., Henry, N., Decelle, J., Mahé, F., Logares, R., ... & Carmichael, M. (2015). Eukaryotic plankton diversity in the sunlit ocean. *Science*, 348(6237), 1261605. DOI: 10.1126/science.1261605.

Drillet, G., Frouël, S., Sichlau, M. H., Jepsen, P. M., Højgaard, J. K., Joarder, A. K., & Hansen, B. W. (2011). Status and recommendations on marine copepod cultivation for use as live feed. *Aquaculture*, 315(3-4), 155-166. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2011.02.027.

Drillet, G., Jørgensen, N. O., Sørensen, T. F., Ramløv, H., & Hansen, B. W. (2006). Biochemical and technical observations supporting the use of copepods as live feed organisms in marine larviculture. *Aquaculture Research*, 37(8), 756-772. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2006.01489.x.

Evers, H. G., Pinnegar, J. K., & Taylor, M. I. (2019). Where are they all from? sources and sustainability in the ornamental freshwater fish trade. *Journal of fish biology*. DOI: 10.1111/jfb.13930.

FAO, 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018, Rome, pp. 1-227.

Fiedler, G. C. (1998). Functional, simultaneous hermaphroditism in female-phase *Lysmata amboinensis* (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). *Pacific Science*, 52, 161-169.

Figueiredo, J., & Narciso, L. (2006). Productivity improvement of *Lysmata seticaudata* (Risso, 1816) larval rearing protocol through modelling. *Aquaculture*, 261(4), 1249-1258. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.09.003.

Fletcher, D. J., Kötter, I., Wunsch, M., & Yasir, I. (1995). Preliminary observations on the reproductive biology of ornamental cleaner prawns *Stenopus hispidus* *Lysmata amboinensis* *Lysmata debelius*. *International Zoo Yearbook*, 34(1), 73-77. DOI: 10.1111/j.1748-1090.1995.tb00661.x.

Hernández-Herrera, R., Ramírez, J. L., Lavens, P., & Racotta, I. S. (1999). Supervivencia a altas concentraciones de amonio como indicador de la calidad larvaria en *Litopenaeus vannamei*. In *Memorias del Congreso de Acuicultura* (Vol. 99, pp. 268-274).

Izquierdo, M. S., Fernandez-Palacios, H., & Tacon, A. G. J. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197(1-4), 25-42. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00581-6.

Jena, A. K., Biswas, P., & Pattanaik, S. S. (2019). Recent Trends in Breeding and Trade of Ornamental Gourami in India. *WORLD AQUACULTURE*, 61.

Job, S. D., Do, H. H., Meeuwig, J. J., & Hall, H. J. (2002). Culturing the oceanic seahorse, *Hippocampus kuda*. *Aquaculture*, 214(1-4), 333-341. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00063-7.

Kodama, G., Annuniação, W. F., Sanches, E. G., Gomes, C. H. A. M., & Tsuzuki, M. Y. (2011). Viabilidade econômica do cultivo do peixe palhaço, *Amphiprion ocellaris*, em sistema de recirculação. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(1), 61-72.

Laidley, C. W., Callan, C. K., Burnell, A., Liu, K. M., Bradley, C. J., Bou Mira, M., & Shields, R. J. (2008). Development of aquaculture technology for the flame angelfish (*Centropyge loriculus*). Regional Notes: *Center for Tropical and Subtropical Aquaculture*, 19(2), 4-7.

Leal, M. C., Ferrier-Pagès, C., Petersen, D., & Osinga, R. (2016). Coral aquaculture: applying scientific knowledge to ex situ production. *Reviews in Aquaculture*, 8(2), 136-153. DOI: 10.1111/raq.12087.

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(2), 459-468. DOI: 10.1111/faf.12120.

Leandro, S. M., Tiselius, P., & Queiroga, H. (2006). Growth and development of nauplii and copepodites of the estuarine copepod *Acartia tonsa* from southern Europe (Ria de Aveiro, Portugal) under saturating food conditions. *Marine Biology*, 150(1), 121-129. DOI: 10.1007/s00227-006-0336-y.

Lim, L. C., Dhert, P., & Sorgeloos, P. (2003). Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. *Aquaculture*, 227(1-4), 319-331. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00512-X.

Maceda-Veiga, A., Domínguez-Domínguez, 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. DOI: 10.1111/faf.12097.

Maciaszek, R. A. F. A. Ł., Kamaszewski, M. A. C. I. E. J., Strużyński, W. I. T. O. L. D., & Łapa, P. I. O. T. R. (2018). Epibionts of ornamental freshwater shrimps bred in Taiwan. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW*, 57(2), 133-142. DOI: 10.22630/AAS.2018.57.2.13.

Montalvo, A. J. (2017). Considerations for Developing a Marine Ornamental Hatchery. *Marine Ornamental Species Aquaculture*, (Calado R., Olivotto I., Oliver M. P., Holt G. J. eds.) (1st Ed), pp. 159-173. Wiley- Blackwell, UK. DOI: 10.1002/9781119169147.ch11.

Muller-Feuga, A. (2000). The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. *Journal of applied phycology*, 12(3-5), 527-534. DOI: 10.1023/A:1008106304417.

Olivotto, I., Capriotti, F., Buttino, I., Avella, A. M., Vitiello, V., Maradonna, F., & Carnevali, O. (2008). The use of harpacticoid copepods as live prey for *Amphiprion clarkii* larviculture: effects on larval survival and growth. *Aquaculture*, 274(2-4), 347-352. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.11.027.

Olivotto, I., Oliver, M. P., & Turchi, C. (2017). Larval Diets and Nutrition. *Marine Ornamental Species Aquaculture* (Calado R., Olivotto I., Oliver M. P., Holt G. J. eds.) (1st Ed), pp. 125-137. Wiley- Blackwell, UK. DOI: 10.1002/9781119169147.ch9.

Olivotto, I., Planas, M., Simões, N., Holt, G. J., Avella, M. A., & Calado, R. (2011). Advances in breeding and rearing marine ornamentals. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42(2), 135-166. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2011.00453.x.

Olivotto, I., Tokle, N. E., Nozzi, V., Cossignani, L., & Carnevali, O. (2010). Preserved copepods as a new technology for the marine ornamental fish aquaculture: A feeding study. *Aquaculture*, 308(3-4), 124-131. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.08.033.

Ostrowski, A. C., & Laidley, C. W. (2001). Application of marine foodfish techniques in marine ornamental aquaculture: Reproduction and larval first feeding. *Aquarium Sciences and Conservation*, 3(1-3), 191-204. DOI: 10.1023/A:1011349931035.

Palmtag M. R., (2017) The Marine Ornamental Species Trade. In *Marine Ornamental Species Aquaculture* (Calado R., Olivotto I., Oliver M. P., Holt G. J. eds.) (1st Ed), pp. 3-12. Wiley- Blackwell, UK. DOI: 10.1002/9781119169147.ch1.

Palmtag, M. R., & Holt, G. J. (2007). Experimental studies to evaluate larval survival of the fire shrimp, *Lysemata debelius*, to the juvenile stage. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(1), 102-113. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2006.00078.x.

Palmtag, M. R., & Holt, J. (2001). Captive rearing of fire shrimp (*Lysemata debelius*). *Texas Sea Grant College Program Research Report*, pp. 1–4.

Pantaleão, J. A. F., Barros-Alves, S. D. P., Tropea, C., Alves, D. F., Negreiros-Fransozo, M. L., & López-Greco, L. S. (2015b). Nutritional Vulnerability in Early Stages of the Freshwater Ornamental “Red Cherry Shrimp” *Neocaridina Davidi* (Caridea: Atyidae). *Journal of Crustacean Biology*, 35(5), 676-681. DOI: 10.1163/1937240X-00002357.

Pantaleao, J. A., Gregati, R. A., da Costa, R. C., López-Greco, L. S., & Negreiros-Fransozo, M. L. (2015a). Post-hatching development of the ornamental ‘Red Cherry Shrimp’ *Neocaridina davidi* (Bouvier, 1904)(Crustacea, Caridea, Atyidae) under laboratorial conditions. *Aquaculture Research*, 48(2), 553-569. DOI: 10.1111/are.12903.

Pasquali, V., Calizza, E., Setini, A., Hazlerigg, D., & Christoffersen, K. S. (2019). Preliminary observations on the effect of light and temperature on the hatching success and rate of *Lepidurus arcticus* eggs. *Ethology Ecology & Evolution*, 1-10. DOI: 10.1080/03949370.2019.1609093.

Patoka, J., Bláha, M., Devetter, M., Rylková, K., Čadková, Z., & Kalous, L. (2015). Aquarium hitchhikers: attached commensals imported with freshwater shrimps via the pet trade. *Biological Invasions*, 18(2), 457-461. DOI: 10.1007/s10530-015-1018-9.

Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T. J., Sumaila, U. R., Walters, C. J., ... & Zeller, D. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418(6898), 689. DOI: 10.1038/nature01017.

Payne, M. F., & Rippingale, R. J. (2000). Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched Artemia. *Aquaculture*, 188(3-4), 353-361. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00349-5.

Pillay, T. V. R., & Kutty, M. N. (2005). *Aquaculture: principles and practices* (No. Ed. 2). Blackwell publishing Ltd. ISBN : 9781405105323.

Racotta, I. S., Palacios, E., & Ibarra, A. M. (2003). Shrimp larval quality in relation to broodstock condition. *Aquaculture*, 227(1-4), 107-130. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00498-8.

Raghavan, R., Dahanukar, N., Tlustý, M. F., Rhyne, A. L., Kumar, K. K., Molur, S., & Rosser, A. M. (2013). Uncovering an obscure trade: threatened freshwater fishes and the aquarium pet markets. *Biological Conservation*, 164, 158-169. DOI: 10.1016/j.biocon.2013.04.019.

Rhyne, A. L., & Lin, J. (2004). Effects of different diets on larval development in a peppermint shrimp (*Lysmata sp.* (Risso)). *Aquaculture Research*, 35(12), 1179-1185. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2004.01143.x.

Rhyne, A. L., Calado, R., & Dos Santos, A. (2012). *Lysmata jundalini*, a new peppermint shrimp (Decapoda, Caridea, Hippolytidae) from the Western Atlantic. *Zootaxa*, 3579, 71-79.

Rhyne, A. L., Tlustý, M. F., & Szczebak, J. T. (2017). Early culture trials and an overview on US marine ornamental species trade. *Marine Ornamental Species Aquaculture* (Calado R., Olivotto I., Oliver M. P., Holt G. J. eds.), pp. 51-70. DOI: 10.1002/9781119169147.ch4.

Rocha, J. A. M. (2017). Suitability of marine ornamental shrimp *Lysmata unicoloris* (Holthuis and Maurin, 1952) to commercial scale aquaculture and comparative performance

with *Lysmata seticaudata* (Risso, 1816). Master Thesis (Mestrado em Recursos Biológicos Aquáticos) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Sainath, S. B., André, A., Castro, L. F. C., & Santos, M. M. (2019). The evolutionary road to invertebrate thyroid hormone signaling: Perspectives for endocrine disruption processes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*. DOI: 10.1016/j.cbpc.2019.05.014

Sales, J., & Janssens, G. P. (2003). Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources*, 16(6), 533-540. DOI: 10.1016/j.aquiliv.2003.06.001.

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 marketing*, 101-113.

Sicuro, B. (2017). Nutrition in ornamental aquaculture: the raise of anthropocentrism in aquaculture?. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 791-799. DOI: 10.1111/raq.12196.

Silva, A. M. M. P. (2013). Trabalho prático em instalação de distribuição por grosso de animais vivos na área de aquariofilia ornamental marinha. Master Thesis (Mestrado em Aquacultura) – Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Politécnico de Leiria.

Simhachalam, G., Kumar, N. S., & Rao, K. G. (2015). Biochemical composition and nutritional value of *Streptocephalus simplex* as live feed in ornamental fish culture. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 72, 66-72. DOI: 10.1016/j.jobaz.2015.01.007.

Simões, F., Ribeiro, F., & Jones, D. A. (2002). Feeding early larval stages of fire shrimp *Lysmata debelius* (Caridea, Hippolytidae). *Aquaculture International*, 10(5), 349-360. DOI: 10.1023/A:1023366423144.

Simões, N., Altamira, A., Shei, M., & Perissonotti, F. (2017). Live Rock. In *Marine Ornamental Species Aquaculture* (Calado R., Olivotto I., Oliver M. P., Holt G. J. eds.), pp. 385-403. Wiley- Blackwell, UK. DOI: 10.1002/9781119169147.ch20.

Sliva, L., & Williams, D. D. (2001). Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality. *Water research*, 35(14), 3462-3472. DOI: 10.1016/S0043-1354(01)00062-8.

Snell, T. W., & Carrillo, K. (1984). Body size variation among strains of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Aquaculture*, 37(4), 359-367. DOI: 10.1016/0044-8486(84)90300-4.

Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., & Isambert, A. (2006). Commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience and bioengineering*, 101(2), 87-96. DOI: 10.1263/jbb.101.87.

Støttrup, J., & McEvoy, L. (Eds.). (2008). Live feeds in marine aquaculture. John Wiley & Sons, pp. 27-121. ISBN 0-632-05495-6.

Thlusty, M. (2002). The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. *Aquaculture*, 205(3-4), 203-219. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00683-4.

Tort, L. (2011). Stress and immune modulation in fish. *Developmental & Comparative Immunology*, 35(12), 1366-1375. DOI: 10.1016/j.dci.2011.07.002.

Tziouveli, V., Hall, M., & Smith, G. (2011). The effect of maturation diets on the reproductive output of the white-striped cleaner shrimp, *Lysmata amboinensis*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42(1), 56-65. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2010.00443.x.

Van der Meeren, T., Karlsen, Ø., Liebig, P. L., & Mangor-Jensen, A. (2014). Copepod production in a saltwater pond system: a reliable method for achievement of natural prey in start-feeding of marine fish larvae. *Aquacultural engineering*, 62, 17-27. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2014.07.003.

Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, C. R., Main, K. L., Mountain, J., & Scarpa, J. (1999). Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. Ft. Pierce, FL: Harbor Branch Oceanographic Institution.

Vanhaecke, P., & Sorgeloos, P. (1980). International Study on Artemia. IV. The biometrics of Artemia strains from different geographical origin. *The brine shrimp Artemia*, 3, 393-405.

Wabnitz, C., Taylor, M., Green, E., & Razak, T. (2003). From Ocean to Aquarium: The global trade in marine ornamental species. *UNEP World Conservation Monitoring Centre. Cambridge. UK*.

Weirich, C. R., & Tomasso, J. R. (1991). Confinement-and transport-induced stress on red drum juveniles: effect of salinity. *The Progressive Fish-Culturist*, 53(3), 146-149. DOI: 10.1577/1548-8640(1991)053<0146:CATISO>2.3.CO;2.

Yanar *et al*, 2019 - Yanar, M., Erdoğan, E., & Kumlu, M. (2019). Thermal tolerance of thirteen popular ornamental fish Species. *Aquaculture*, 501, 382-386. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.11.041.

Zar, J. H. (2010). Biostatistical Analysis, 5th Edition. *Prentice Hall International 2010*, 94: 132-145.

Zeng, C., Shao, L., Ricketts, A., & Moorhead, J. (2018). The importance of copepods as live feed for larval rearing of the green mandarin fish *Synchiropus splendidus*. *Aquaculture*, 491, 65-71. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.03.011.

Sites:

<http://www.mare.ipleiria.pt/cetemares/> (Visto dia 31 de agosto de 2019).

<https://www.aqualovers.pt/main> (Visto dia 26 de junho de 2019).

<https://www.aquaticlog.com/showcase/image.jpeg?imageId=101027> (Visto dia 25 de setembro de 2019).

<https://www.facebook.com/aqualoversaquariofilia/> (Visto dia 27 de junho de 2019).

6. Anexos

	PO ₄	0,00661266	0,0173196	0,01836	mg/l
	ELEMENTO	FURO	DOCAPESCA	VALOR ALVO	UNIDADES
	ANÁLISES CETEMARES – 51087/EGI/17 e 51082/EGI/17				
	Fe	0,05	0,05		mg/l
	Ca	450	400		mg/l
	Mg	1160	1260		mg/l
	I	20,9	59,5		µg/l
	PO₄	0,074	0,068		mg/l PO ₄
	TH	5838	6187		mg/l CaCO ₃
	pH	7,4	7,8		Sorensen
	Condutividade	42100	47050		µS/cm
	Salinidade	30,3	34,3		ppt
	Cl₂ Residual	<0,2	<0,2		mg/l Cl ₂
	ANÁLISES CETEMARES – 30989/EGI/17 e 30988/EGI/17				
	Fe	0,157	0,10		mg/l Fe

Figura 1 – Análises à qualidade da água salgada fornecida ao edifício CETEMARES.

Tabela i – Resultado da réplica 1 do ensaio de qualidade larvar administrando a dieta A aos reprodutores.

Horas	Vivas	Mortas	Mortalidade (%)	Sobrevivência (%)
0	30	0	0,00	100,00
12	26	4	13,33	86,67
24	22	8	26,67	73,33
36	17	13	43,33	56,67
48	11	19	63,33	36,67
60	8	22	73,33	26,67
72	4	26	86,67	13,33
84	3	27	90,00	10,00
96	2	28	93,33	6,67
108	1	29	96,67	3,33
120	0	30	100	0,00

Tabela ii - Resultado da réplica 2 do ensaio de qualidade larvar administrando a dieta A aos reprodutores.

Horas	Vivas	Mortas	Mortalidade (%)	Sobrevivência (%)
0	30	0	0,00	100,00
12	30	0	0,00	100,00
24	25	5	16,67	83,33
36	24	6	20,00	80,00
48	21	9	30,00	70,00
60	19	11	36,67	63,33
72	16	14	46,67	53,33
84	11	19	63,33	36,67
96	3	27	90,00	10,00
108	2	28	93,33	6,67
120	0	30	100,00	0,00

Tabela iii - Resultado da réplica 3 do ensaio de qualidade larvar administrando a dieta A aos reprodutores.

Horas	Vivas	Mortas	Mortalidade (%)	Sobrevivência (%)
0	30	0	0,00	100,00
12	28	2	6,67	93,33
24	27	3	10,00	90,00
36	25	5	16,67	83,33
48	24	6	20,00	80,00
60	21	9	30,00	70,00
72	11	19	63,33	36,67
84	7	23	76,67	23,33
96	2	28	93,33	6,67
108	0	30	100,00	0,00
120	0	30	100,00	0,00

Tabela iv - Resultado da réplica 1 do ensaio de qualidade larvar administrando a dieta B aos reprodutores.

Horas	Vivas (ZI)	Vivas (ZII)	Vivas (Total)	Mortas	Mortalidade (%)	Sobrevivência (%)
0	30	0	30	0	0,00	100,00
12	30	0	30	0	0,00	100,00
24	29	0	29	1	3,33	96,67
36	29	0	29	1	3,33	96,67
48	19	8	27	3	10,00	90,00
60	10	12	22	8	26,67	73,33
72	5	8	13	17	56,67	43,33
84	2	4	6	24	80,00	20,00
96	1	2	3	27	90,00	10,00
108	1	2	3	27	90,00	10,00
120	0	0	0	30	100,00	0,00
132	0	0	0	30	100,00	0,00
144	0	0	0	30	100,00	0,00

Tabela v - Resultado da réplica 2 do ensaio de qualidade larvar administrando a dieta B aos reprodutores.

Horas	Vivas (ZI)	Vivas (ZII)	Vivas (Total)	Mortas	Mortalidade (%)	Sobrevivência (%)
0	30	0	30	0	0,00	100,00
12	28	0	28	2	6,67	93,33
24	26	0	26	4	13,33	86,67
36	24	0	24	6	20,00	80,00
48	18	2	20	10	33,33	66,67
60	15	3	18	12	40,00	60,00
72	5	11	16	14	46,67	53,33
84	3	2	5	25	83,33	16,67
96	1	2	3	27	90,00	10,00
108	0	1	1	29	96,67	3,33
120	0	0	0	30	100,00	0,00
132	0	0	0	30	100,00	0,00
144	0	0	0	30	100,00	0,00

Tabela vi - Resultado da réplica 3 do ensaio de qualidade larvar administrando a dieta B aos reprodutores.

Horas	Vivas (ZI)	Vivas (ZII)	Vivas (Total)	Mortas	Mortalidade (%)	Sobrevivência (%)
0	30	0	30	0	0,00	100,00
12	30	0	30	0	0,00	100,00
24	29	0	29	1	3,33	96,67
36	27	0	27	3	10,00	90,00
48	21	5	26	4	13,33	86,67
60	14	9	23	7	23,33	76,67
72	9	6	15	15	50,00	50,00
84	4	6	10	20	66,67	33,33
96	1	3	4	26	86,67	13,33
108	1	3	4	26	86,67	13,33
120	0	1	1	29	96,67	3,33
132	0	1	1	29	96,67	3,33
144	0	0	0	30	100,00	0,00

Tabela vii – Análise da qualidade de água do sistema dos reprodutores no mês de dezembro de 2017.

Mês		Sistema								
Dezembro		Reprodutores							Água	
Dia	Salinidade	Amônia	Nitritos	Ox. Dissolvido	Temperatura	pH	Escumador	Chiller	Clareza	Troca
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	35	0	0	87,5	25,7	8,37	OK	OK	OK	Sifunagem
9	34	0	0	86	25,8	8,33	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
10	36	0	0	85,3	26,6	8,48	OK	OK	OK	Sifunagem
11	36	0	0	82,8	26,7	8,32	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
12	35	0	0	84,9	25,6	8,47	OK	OK	OK	Sifunagem
13	36	0	0	86,9	25,8	8,39	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
14	35	0 - 0,25	0	86,6	25,6	8,38	OK	OK	OK	Não
15	36	0	0	85,5	25,7	8,41	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	36	0 - 0,25	0	87,6	25,2	8,39	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
18	36	0 - 0,25	0	86,4	25,8	8,44	OK	OK	OK	Sifunagem
19	36	0 - 0,25	0	87,2	25,4	8,41	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
20	36	0	0	84,5	25,7	8,42	OK	OK	OK	Sifunagem
21	34	0	0 - 0,25	86,2	26,5	8,38	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
22	35	0	0	87,1	26,7	8,41	OK	OK	OK	Sifunagem
23	36	0 - 0,25	0	85,4	26,2	8,4	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	35	0	0	85	25,9	8,43	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
27	34	0	0	85,5	26,8	8,42	OK	OK	OK	Sifunagem
28	36	0	0	86,7	26,4	8,37	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
29	35	0 - 0,25	0	85,3	25,9	8,44	OK	OK	OK	Sifunagem
30	36	0	0	84,9	25,6	8,42	OK	OK	OK	Sim(Sifunagem)
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-