

Estudo do comportamento do Rascasso da Madeira
(*Scorpaena maderensis*) e avaliação do potencial
ornamental

Mestrado de Aquacultura

Mateus Manuel Silva Teles Neto da Mota

Dissertação realizada sob a orientação da Professora Teresa Baptista e do Professor João
Correia

Peniche, 2025

i. Resumo

A aquariofilia, enquanto atividade recreativa, tem crescido significativamente nos últimos anos, acompanhada por uma procura crescente por novas espécies ornamentais, a fim de oferecer uma maior variedade de opções aos consumidores. Dado o elevado custo das espécies ornamentais tropicais, a introdução de espécies de águas temperadas ou frias no mercado pode representar uma alternativa mais acessível. O presente estudo teve como objetivo investigar a espécie *Scorpaena maderensis* (Rascasso da Madeira) quanto à sua adaptação a ambientes aquáticos artificiais e ao seu comportamento, com a finalidade de avaliar o seu potencial como espécie ornamental. Problemas relacionados com a manutenção da qualidade da água resultaram em elevadas taxas de mortalidade. Contudo, foram obtidas informações promissoras sobre a capacidade de adaptação da espécie a aquários. *S. maderensis*, demonstrou um comportamento territorial, mas pode coexistir com outras espécies, desde que estas sejam de tamanho suficiente para não serem interpretadas como presas. A compatibilidade com outras espécies, a adaptação ao fornecimento de alimento não vivo e a aprendizagem de que a presença humana não representa uma ameaça são resultados positivos que indicam o potencial da espécie para ser estabelecida como uma espécie ornamental. Estudos futuros, conduzidos em aquários de maior porte, com manutenção aprimorada da qualidade da água e a introdução de diferentes espécies, poderão consolidar *Scorpaena maderensis* como uma opção viável para aquários ornamentais, além de proporcionar novos dados científicos sobre uma espécie ainda pouco estudada.

Palavras-chave: Aquariofilia, interação conspécífica, interação heteroespécífica.

ii. Abstract

Aquarophilia, as a recreational activity, has grown significantly in recent years, and with it the demand for new ornamental species to provide consumers with a great variety of options. Given the high cost of tropical ornamental species, the introduction of species from temperate or cold waters into the market may provide a more affordable alternative. The aim of this study was to investigate *Scorpaena maderensis* as a potential ornamental species by studying its behavior and adaptation to artificial aquatic environments. Problems with maintaining water quality resulted in high mortality rates, but promising information was obtained regarding the species ability to adapt to aquariums. *Scorpaena maderensis*, also known as the Madeira scorpionfish, has shown territorial behavior, but can coexist with other species as long as they are large enough not to be perceived as prey. Compatibility with other species, adaptation to the provision of non-living food, and learning that human presence is not a threat are positive results that indicate the potential of the species to become established as an ornamental species. Future studies carried out in larger aquariums, with improved maintenance of water quality and the introduction of different species, could consolidate *Scorpaena maderensis* as a viable option for ornamental aquariums, and provide new scientific data on a species that is still relatively understudied.

Key words: Aquarophilia, conspecific interaction, heterospecific interaction.

Índice

i.	Resumo	i
ii.	Abstract	ii
1.	Introdução geral	1
1.1.	Aquariofilia	1
1.1.1.	Qualidade da água	2
1.1.1.1.	Temperatura	2
1.1.1.2.	pH	3
1.1.1.3.	Amónia, nitritos e nitratos	4
1.1.1.4.	Oxigénio dissolvido	5
1.1.2.	Biofiltro	6
1.1.3.	Enriquecimento ambiental	7
1.1.4.	Aclimação	8
1.2.	Comportamento dos peixes	9
1.2.1.	Comportamento inato	9
1.2.2.	Taxis	10
1.2.2.1.	Comportamento reflexo	10
1.2.2.2.	Aprendizagem	11
1.2.3.	Agressividade e territorialidade	12
1.3.	Bem-estar	13
1.3.1.	Senciência estudada em peixes	14
1.3.2.	Características comportamentais dos peixes e o seu bem-estar	15
1.4.	Biologia do Rascasso da Madeira (<i>Scorpaena maderensis</i>)	16
1.5.	Objetivo do estudo	18
2.	Materiais e métodos	19
2.1.	Montagem do sistema utilizado no ensaio	19
2.2.	Aclimação de <i>Scorpaena maderensis</i>	21
2.3.	Alimentação dos peixes	23
2.4.	Parâmetros da água e mortalidade	24
2.5.	Observação comportamental	25
3.	Resultados	26
3.1.	Parâmetros da água e mortalidade	26
3.2.	Comportamento do <i>Scorpaena maderensis</i>	29
3.2.1.	Interação conspécifica	29

3.2.2. Interação heteroespecífica _____	30
3.2.3. Influência da temperatura no comportamento _____	31
4. Discussão _____	32
5. Conclusão e trabalhos futuros _____	37
Referências _____	38
Anexos _____	47

1. Introdução geral

1.1. Aquariofilia

O crescimento da aquariofilia enquanto *hobby* tem experienciado um aumento substancial nos últimos anos, com um número crescente de indivíduos demonstrando interesse na criação e manutenção de aquários domésticos. Este interesse global deve-se, em grande parte, à estética e à vasta gama de cores exibidas pelos peixes (Ghosh *et al.*, 2012). A aquariofilia é definida pela prática de manter peixes, plantas e outros organismos aquáticos em aquários ou em ambientes naturalizados ou artificiais, com fins ornamentais, distinguindo-se da aquicultura pela ausência de ligação direta à produção comercial para alimentação. Existem inúmeras espécies de peixes e plantas que podem ser mantidas em aquários, sendo, no entanto, essencial o conhecimento adequado das necessidades biológicas de cada espécie, a fim de garantir o seu bem-estar (Sandovy, 1992 ; Wabnitz *e al.*, 2003). Em comparação com aquários de água doce, os aquários marinhos exigem um investimento financeiro superior e maior atenção às especificidades das necessidades dos organismos (Palmtag e Holt, 2001). Por outro lado, com os avanços tecnológicos contínuos, tem-se tornado progressivamente mais acessível a manutenção de aquários de água salgada domésticos.

Atualmente, mais de 90% das espécies ornamentais de água doce provêm da reprodução em cativeiro, o que contrasta com as espécies marinhas, das quais a maior parte é capturada no meio natural (Green, 2003; Wabnitz *et al.*, 2003; Olivotto *et al.*, 2011). Uma significativa proporção dos organismos marinhos comercializados no setor da aquariofilia é extraída da natureza por meio de métodos relativamente pouco destrutivos ao meio ambiente, como o uso de redes e armadilhas. Contudo, em algumas ocasiões, são empregues métodos altamente invasivos para a captura de organismos, os quais impactam negativamente os ecossistemas marinhos, como ocorre com o uso de cianeto e dinamite. Durante o transporte, os peixes estão expostos a diversas condições que induzem stress, tais como oscilações de temperatura, degradação da qualidade da água, deficiências nutricionais e períodos prolongados em ambientes escuros (Olivotto *et al.*, 2017). É crucial destacar que o comércio de peixes ornamentais marinhos enfrenta desafios substanciais em termos de sustentabilidade, conservação e bem-estar animal. O crescente aumento da consciencialização acerca dessas questões tem impulsionado esforços para promover práticas mais responsáveis na indústria, incluindo a criação em cativeiro de

espécies, em vez da captura no ambiente selvagem, bem como o desenvolvimento de certificações de sustentabilidade para produtos aquáticos (Rhyne *et al.*, 2012).

A recolha de informações sobre o ciclo de vida e a adaptação ao cativeiro de organismos mais sensíveis contribui significativamente para uma gestão mais eficiente dos recursos naturais e para a melhoria das práticas de cultivo de diversas espécies (Wittenrich, 2007; Olivotto *et al.*, 2011). O aprofundamento do conhecimento sobre determinadas espécies marinhas pode resultar no reconhecimento destas como um novo valor para o mercado da aquariofilia. A maioria das espécies ornamentais marinhas comercializadas provém de ambientes tropicais, atraindo consumidores devido às suas cores vibrantes e beleza natural (Green, 2003 ; Wabnitz *et al.*, 2003). Contudo, essas espécies apresentam preços elevados no mercado, o que limita o acesso a uma parte considerável dos aquaristas. Uma alternativa viável seria a comercialização de espécies de água mais fria, as quais podem ser facilmente cultivadas em cativeiro e oferecidas a preços mais acessíveis, ampliando assim a diversidade de compradores e tornando o mercado mais inclusivo.

1.1.1. Qualidade da água

A monitorização dos parâmetros da água é fundamental para assegurar o bem-estar dos organismos aquáticos, sendo que as suas condições químicas e físicas influenciam diretamente a sobrevivência, crescimento e reprodução dos peixes. A manutenção adequada da qualidade da água, a) favorece a formação de colónias de bactérias nitrificantes, responsáveis pelo ciclo do azoto; b) garante a estabilidade química do aquário, o que facilita o crescimento de plantas e corais; e c) contribui para a saúde e o bem-estar dos animais, minimizando o stress e o risco de patologias (Smith, 2023).

1.1.1.1. Temperatura

A temperatura da água constitui um dos parâmetros ambientais mais críticos, impactando diretamente a saúde, o comportamento e a reprodução de organismos aquáticos. Este fator influencia significativamente a taxa metabólica dos peixes, sendo que, com o aumento da temperatura, observa-se um crescimento na taxa metabólica desses organismos, o que resulta num aumento das exigências alimentares e consumo de oxigénio (Jobling, 2002).

A digestão também é modulada pela temperatura da água. Em condições de temperaturas elevadas, as enzimas digestivas funcionam de maneira mais eficiente, promovendo uma

digestão mais acelerada. No entanto, esse processo pode resultar numa maior produção de resíduos, o que pode alterar negativamente outros parâmetros da água. Por outro lado, em temperaturas mais baixas, o processo digestivo desacelera, o que pode levar a uma absorção de nutrientes mais lenta e a potenciais distúrbios digestivos (McDonald e Milligan, 1999).

A temperatura também pode ter implicações sobre a respiração dos organismos aquáticos. A solubilidade do oxigénio na água diminui à medida que a temperatura aumenta, tornando-se mais abundante em temperaturas mais baixas e mais escasso em temperaturas elevadas. Esse fenómeno pode resultar em dificuldades respiratórias para organismos com alta taxa metabólica. Em peixes de águas frias, a aceleração do metabolismo devido ao aumento da temperatura pode induzir stress de forma significativa, comprometendo a sua homeostase (Bickler e Buck, 2007). A homeostase em peixes refere-se à capacidade destes animais manterem as condições internas estáveis, como temperatura, salinidade, pH e níveis de oxigénio, apesar das variações no ambiente externo.

1.1.1.2. pH

O pH da água constitui um parâmetro ambiental fundamental que exerce uma influência significativa sobre a solubilidade de minerais, a disponibilidade de nutrientes e o comportamento dos organismos aquáticos, incluindo os peixes (Rosales-Conrado e Peña-Martínez, 2023). Este fator impacta diretamente a química da água e a saúde geral dos ecossistemas aquáticos.

Relativamente à solubilidade de minerais essenciais para o bom funcionamento dos organismos aquáticos, o pH da água pode afetar o seu comportamento. Alguns exemplos destes minerais são o cálcio, magnésio, ferro e fosfatos. Em condições de acidez (pH inferior a 7), certos minerais tendem a tornar-se mais solúveis, o que pode resultar na libertação de substâncias potencialmente tóxicas, como alumínio, que pode prejudicar a saúde dos peixes. Por outro lado, em águas alcalinas (pH superior a 7), a solubilidade de minerais, como o cálcio, pode ser restringida, o que pode afetar negativamente a formação óssea e o bem-estar geral dos organismos aquáticos (Hughes, 1993).

O pH também pode ter um impacto substancial no ciclo do azoto e na toxicidade de compostos como a amónia. A amónia é altamente tóxica para os peixes e, na sua forma não ionizada (NH_3), é significativamente mais tóxica do que na sua forma ionizada

(NH_4^+). O aumento do pH favorece a conversão da amónia para a sua forma não ionizada, o que potencia a toxicidade para os organismos aquáticos. Em águas ácidas, a amónia tende a permanecer na forma ionizada, o que é menos prejudicial (Spotte, 1993).

Adicionalmente, tal como a temperatura, o pH também influencia a solubilidade do oxigénio na água. Em valores extremos de pH (seja ácido ou alcalino), a solubilidade do oxigénio diminui, podendo resultar em hipoxia (escassez de oxigénio dissolvido) e stress respiratório nos peixes, com sérias implicações para a saúde do ecossistema aquático (Lougher, 2015).

As interações entre o pH e os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água sublinham a importância do controlo necessário deste parâmetro em sistemas aquáticos, especialmente em aquários e ambientes de aquacultura, para garantir o bem-estar dos organismos aquáticos e a manutenção de um ecossistema saudável (Sahoo e Mishra, 2005).

1.1.1.3. Amónia, nitritos e nitratos

A amónia (NH_3) e o nitrito (NO_2^-) são compostos altamente tóxicos para os peixes e outros organismos aquáticos, sendo prejudiciais mesmo em concentrações muito baixas (Rosales-Conrado e Peña-Martínez, 2023). Ambos são subprodutos do ciclo do azoto e podem causar danos significativos à saúde dos organismos aquáticos, afetando vários sistemas biológicos, incluindo os sistemas respiratório e circulatório.

A amónia é um dos compostos mais tóxicos encontrados na água de aquários e ambientes aquáticos. Por outro lado, a amónia provém, na sua maioria, da decomposição de resíduos orgânicos, como excrementos de peixes, restos de alimentos não consumidos e outros materiais em decomposição. Mesmo em concentrações muito baixas, a amónia não ionizada pode provocar danos sérios, induzindo dificuldades respiratórias, levando à redução na taxa de crescimento, ao enfraquecimento do sistema imunológico e comprometendo a capacidade reprodutiva (Wilson & Zdanowicz, 2008). Fruto da exposição prolongada a amónia pode induzir ao surgimento de doenças secundárias e, eventualmente, levar à morte dos peixes.

O nitrito, por sua vez, é outro composto altamente tóxico que resulta da decomposição da amónia, durante o ciclo do azoto. Este composto é produzido por bactérias nitrificantes,

como Nitrosomonas e Nitrosococcus, que convertem a amónia em nitrito. Posteriormente, o nitrito é transformado em nitrato (NO_3^-) por outras bactérias, como Nitrobacter. Contudo, o nitrito pode ser altamente prejudicial aos peixes antes de ser completamente convertido em nitrato. Este composto interfere na capacidade de transporte de oxigénio no sangue dos peixes, ligando-se à hemoglobina e formando meta-hemoglobina, uma forma incapaz de transportar oxigénio de maneira eficaz. Esse processo pode resultar em hipoxia, levando a sintomas como dificuldades respiratórias, letargia, aumento da taxa respiratória e, eventualmente, à morte dos peixes (Roberts, 2012). Embora o nitrito seja particularmente perigoso em concentrações elevadas, mesmo níveis baixos, pode causar efeitos adversos a longo prazo.

O nitrato (NO_3^-) é o produto final do ciclo do azoto, sendo a forma mais estável e menos tóxica no ambiente aquático (Aljawahiry *et al.*, 2022). Embora o nitrato seja muito menos tóxico para os peixes em comparação com a amónia e o nitrito, este pode tornar-se prejudicial em concentrações elevadas, pois causa stress crónico, e com isso afeta a imunidade dos peixes, tornando-os mais suscetíveis a doenças.

1.1.1.4. Oxigénio dissolvido

O oxigénio dissolvido (O_2) é um dos parâmetros mais críticos para a saúde e o bem-estar dos organismos aquáticos, sendo fundamental para o processo de respiração celular, essencial à produção de energia e à sobrevivência de peixes e outros organismos aquáticos. A concentração de oxigénio na água é regulada por diversos fatores, com a temperatura e a agitação da água destacando-se como os mais influentes (Natarajan *et al.*, 2009).

A solubilidade do oxigénio na água diminui com o aumento da temperatura. Em águas mais quentes, observa-se uma menor disponibilidade de oxigénio para os organismos respirarem, o que pode resultar em hipoxia. Esse fenómeno ocorre devido ao aumento da mobilidade das moléculas de água em temperaturas mais altas, o que reduz a capacidade de dissolução de gases, como o oxigénio (Bockmon *et al.*, 2013).

Além disso, a agitação da água exerce um impacto direto na concentração de oxigénio dissolvido. Quando a água é movimentada ou arejada, ocorre uma intensificação na troca gasosa entre a água e a atmosfera, promovendo uma maior dissolução de oxigénio. A

movimentação da água facilita o processo de oxigenação, uma vez que aumenta a área de contacto entre a água e o ar (Hughes e Sayer, 2012).

Quando a concentração de oxigénio dissolvido se torna insuficiente, configura-se uma condição de hipoxia, que pode evoluir para anoxia em níveis extremos (Shaghghi *et al.*, 2020). A anoxia caracteriza-se pela total ausência de oxigénio, comprometendo a capacidade dos organismos aquáticos de realizar a respiração celular, o que leva à morte dos indivíduos. Os peixes, que dependem do oxigénio para a respiração branquial, retirando-o da água enquanto expelem dióxido de carbono, são particularmente vulneráveis a essa condição. Com a redução nos níveis de oxigénio, os peixes iniciam um quadro de stress fisiológico, manifestado por um aumento da frequência respiratória, comportamentos erráticos, como natação acelerada, e, eventualmente, letargia (Kramer, 1987). Caso a hipoxia persista, as consequências podem ser fatais, culminando na morte dos peixes devido à falência do processo respiratório.

Através de um controlo eficaz da qualidade da água, é possível prevenir problemas a longo prazo e promover um ambiente aquático saudável e equilibrado.

1.1.2. Biofiltro

O biofiltro é um componente essencial nos sistemas de aquários, desempenhando um papel fundamental na manutenção da qualidade da água e na preservação da saúde dos organismos aquáticos. Este componente está intimamente relacionado ao processo de filtração biológica, que facilita a conversão de substâncias tóxicas em compostos menos prejudiciais por meio da ação de bactérias nitrificantes.

O biofiltro abriga as bactérias nitrificantes responsáveis pelo ciclo do azoto, o qual envolve a transformação de substâncias tóxicas, como a amónia (NH_3), proveniente da decomposição de matéria orgânica, em nitritos (NO_2^-) e, posteriormente, em nitratos (NO_3^-) (Roberts, 2012).

Este processo de filtração biológica, ao eliminar toxinas nocivas, contribui significativamente para a estabilização de parâmetros essenciais da água, como o pH, a salinidade e a dureza, proporcionando um ambiente saudável e equilibrado para os organismos aquáticos (Bagchi *et al.*, 2014; Sauder *et al.*, 2011).

1.1.3. Enriquecimento ambiental

O enriquecimento ambiental em aquários desempenha um papel bastante importante para o bem-estar dos peixes, proporcionando um ambiente mais saudável e estimulante. Este conceito envolve recriar, da forma mais natural possível, o habitat natural dos animais, imitando condições semelhantes às que estes encontrariam na natureza (Hutchins *et al.*, 2019; Martin, 1999).

Um aquário enriquecido com plantas, rochas, troncos e esconderijos oferece aos peixes a oportunidade de expressar comportamentos naturais, como a busca por abrigo, procura de alimento e interação social. O enriquecimento ambiental é essencial, pois, em ambientes desprovidos de estímulos apropriados, onde os peixes podem manifestar comportamentos estereotipados ou agressivos, os quais são indicativos de stress crónico (Huntingford e Adams, 2005).

Um ambiente que se assemelha ao habitat natural contribui para a redução do stress nos peixes, que podem sentir-se mais vulneráveis ou ansiosos em aquários excessivamente simples ou projetados de maneira inadequada. Esconderijos e áreas de sombra oferecem locais seguros, favorecendo a diminuição da agressividade entre os indivíduos da mesma espécie (Kubitza e Lovshin, 1999).

Peixes mantidos em ambientes enriquecidos apresentam menor incidência de doenças e uma maior longevidade. A presença de um ambiente complexo e estimulante promove uma maior atividade física nos peixes, o que contribui para a melhoria de sua saúde física (favorecendo o desenvolvimento muscular e o metabolismo) e mental (prevenindo comportamentos repetitivos e agressivos) (Schroeder *et al.*, 2014).

A recriação do ambiente natural também exerce uma influência nos hábitos alimentares dos peixes. Elementos como substratos naturais, plantas e rochas estimulam a busca por alimentos de maneira semelhante ao comportamento alimentar observado nos seus habitats naturais (Kubitza e Lovshin, 1999; Barcellos *et al.*, 2009).

Estruturas, como rochas, desempenham um papel fundamental na delimitação de territórios e na redução de conflitos entre peixes, facilitando a formação de hierarquias sociais mais estáveis, o que contribui para a diminuição da agressão e do stress (Braithwaite e Salvanes, 2005).

1.1.4. Aclimatação

A aclimatação dos peixes em aquários é um processo fundamental para garantir o bem-estar dos animais ao introduzi-los num novo ambiente. As razões pela qual a aclimatização é importante são:

a) Adaptação à temperatura

A temperatura da água no aquário pode apresentar variações significativas em relação ao ambiente em que o peixe estava anteriormente. Alterações abruptas na temperatura podem induzir choque térmico nos peixes, comprometendo o sistema imunológico e, em casos extremos, levando à morte do indivíduo. A aclimatização gradual possibilita que o peixe se adapte de maneira progressiva à nova temperatura, minimizando os riscos associados a mudanças térmicas repentinas (García e McDonald, 2010).

b) Ajuste ao pH e à dureza da água

Os parâmetros químicos da água, como o pH e a dureza, apresentam variações significativas entre diferentes ambientes. Dessa forma, mudanças abruptas nesses parâmetros podem induzir stress, predispor os organismos a doenças e, em casos extremos, resultar na sua morte. A aclimatização gradual é fundamental para evitar choques químicos, permitindo uma adaptação progressiva dos organismos às novas condições ambientais (Gunnarsson e Saether, 2001).

c) Adaptação a compostos azotados (amónia, nitritos e nitratos)

A concentração de amónia, nitritos e nitratos pode variar significativamente entre a água do ambiente original do peixe e a água do aquário para o qual este será transferido. Uma transição gradual entre diferentes fontes de água facilita a adaptação dos peixes ao novo ambiente, reduzindo assim o risco de envenenamento.

d) Redução do stress

As mudanças no ambiente causam stress nos peixes. Este stress pode enfraquecer o seu sistema imunológico, tornando-os mais suscetíveis a doenças. A aclimatização lenta ajuda a reduzir este stress e a evitar problemas imunológicos (Wilson e Zdanowicz, 2008).

e) Prevenção de choque osmótico

Os peixes regulam o equilíbrio de sal e água nos seus corpos por meio do processo de osmorregulação. Alterações rápidas na salinidade da água podem provocar um choque osmótico, resultando em desidratação ou acúmulo excessivo de líquidos, condições que podem ser fatais para os peixes (Sangiao-Alvarellos *et al.*, 2005).

1.2. Comportamento dos peixes

Segundo Gallistel (2009), o comportamento animal é o resultado de processos cognitivos que envolvem a representação e o processamento de informações sobre o ambiente. Gallistel argumenta que os animais não reagem apenas a estímulos, mas que utilizam representações internas para antecipar eventos e tomar decisões adaptativas, que podem incluir informações sobre espaço, tempo, número e taxa de ocorrência, sendo fundamentais para a aprendizagem e memória. No entanto, certos comportamentos podem estar relacionados a reações inatas, como, por exemplo, a expressão de respostas apropriadas a situações específicas, como a imobilidade diante da presença de predadores próximos. Os peixes podem exibir respostas sistêmicas intensas, como o congelamento, uma cessação total do movimento (exceto os movimentos das brânquias e dos olhos), quando localizados no fundo dos tanques, o que poderá indicar níveis elevados de stress, ansiedade ou comportamentos submissos (Kalueff *et al.*, 2013).

Para uma compreensão e interpretação adequadas do comportamento animal, é essencial considerar o organismo como um todo, levando em conta que este está imerso no ambiente circundante e é fortemente influenciado pela sua seleção natural ao longo do processo evolutivo (Salena *et al.*, 2021).

Para compreender de forma mais precisa o comportamento dos peixes, é necessário identificar os tipos de comportamento mais comuns, permitindo assim a compreensão das ações realizadas pelos animais e, subsequentemente, a identificação das razões subjacentes a essas ações (Mittelbach *et al.*, 2014).

1.2.1. Comportamento inato

O comportamento inato está intrinsecamente associado à hereditariedade. Distintamente dos reflexos, no comportamento inato, variações nos tempos de reação a estímulos podem

influenciar a intensidade da resposta comportamental (Lorenz, 1965). Esses comportamentos são denominados padrões fixos de ação, uma vez que resultam em respostas padronizadas diante de estímulos específicos, conhecidos como estímulos de sinal. Nos peixes, diversos padrões fixos de ação podem ser observados, incluindo rituais de acasalamento, construção de ninhos, cuidados parentais, respostas antipredatórias, entre outros.

1.2.2. *Taxis*

A *taxis* é um comportamento involuntário de reação a um estímulo específico, caracterizado como uma resposta a estímulos ambientais, como ilustrado pelas migrações de peixes anádromos (Sutherland, 1998). Os principais tipos de *taxis* descritos em peixes incluem: (a) *phototaxis*, que é a resposta à luminosidade (por exemplo, a aproximação ou o afastamento da luz por larvas de peixe); (b) *reotaxis*, que é a resposta ao movimento da água, sendo positiva quando na mesma direção do fluxo e negativa quando em direção contrária (por exemplo, durante as migrações de peixes anádromos, o *reotaxis* é negativo (a montante), enquanto em migrações de peixes catádromos o *reotaxis* é positivo (a jusante)); (c) *thigmotaxis*, que é a resposta ao contacto com elementos presentes no ambiente (por exemplo, o peixe tende a manter-se no canto do aquário ou próximo a objetos presentes no aquário); (d) *chemotaxis*, que é a resposta a agentes químicos (por exemplo, a atração de larvas pelo odor dos seus progenitores); e (e) *geotaxis*, que é a resposta à gravidade (por exemplo, algumas larvas de peixe podem exibir *geotaxis* negativa, o que faz com que se agrupem perto da superfície, condição que pode facilitar seu acesso a alimentos).

1.2.2.1. Comportamento reflexo

Os comportamentos reflexos são involuntários e são mediados por um sistema reflexo composto por cinco elementos principais: (a) recetor; (b) nervo sensorial; (c) sinapse; (d) nervo motor; e (e) órgão alvo. Durante a locomoção na água, é comum que os peixes exibam um comportamento ondulante dos seus corpos, o qual ocorre de forma involuntária, embora possa ser modificado a qualquer momento por ações voluntárias, como parar ou intensificar o movimento, conforme o estímulo recebido pelo cérebro (Müller e van Leeuwen, 2001). Um arco reflexo transmite os estímulos até uma resposta

específica, sendo esta última caracterizada por uma rigidez significativa, embora passível de modificação ao longo do tempo por processos evolutivos.

1.2.2.2. Aprendizagem

Os comportamentos resultantes de aprendizagem são consequências de experiências anteriores. Considera-se aprendizagem quando, após uma experiência, ocorre uma alteração no comportamento sem que haja modificações na motivação (por exemplo, redução do apetite), na maturação (por exemplo, mudanças hormonais), em lesões ou no desenvolvimento (por exemplo, envelhecimento) (Rescorla, 1988). A capacidade de aprender envolve a utilização de processos de memorização. Um exemplo desse processo é a habituação, na qual um peixe mantido em condições laboratoriais reage à presença de seres humanos alterando seu comportamento (por exemplo, interrompendo a natação e permanecendo próximo ao substrato). Quando essa presença humana ocorre repetidamente sem consequências negativas para o peixe, este habitua-se gradualmente à presença humana e deixa de reagir da mesma forma (Kieffer e Colgan, 1992). Essas mudanças comportamentais são mediadas pelo condicionamento.

O condicionamento clássico, descrito por Ivan Petrovich Pavlov, é um processo que estabelece uma associação entre estímulos e respostas (Pavlov, 1927). Por meio desse tipo de condicionamento, estímulos distintos podem adquirir o mesmo significado quando emparelhados repetidamente. Um exemplo seria um peixe, ao sentir fome, nadar em direção ao alimento colocado no tanque. Se, imediatamente antes da colocação do alimento, um som for introduzido na água, após várias repetições, o peixe associará o som à alimentação e nadará para a área de alimentação assim que ouvir o som. Esse emparelhamento de estímulos (alimento e som) caracteriza o condicionamento clássico que facilita a aprendizagem.

O condicionamento operante, proposto por Burrhus Frederic Skinner, envolve uma aprendizagem que ocorre por meio da associação entre o comportamento de um animal e uma consequência imediata resultante desse comportamento (Skinner, 1938). De acordo com Skinner (1938), um estímulo que aumenta a frequência de um comportamento é considerado um reforço positivo, enquanto os reforços negativos diminuem essa frequência. No condicionamento operante, o reforço deve ser fornecido logo após a

emissão do comportamento. Um exemplo de aplicação deste tipo de condicionamento seria treinar um peixe para tocar um interruptor em troca de alimento. Para que o alimento funcione como um reforço positivo, o peixe deve estar com fome. Assim, o alimento deve ser oferecido em pequenas quantidades, de modo a garantir que o condicionamento ocorra antes do peixe se sentir saciado. Inicialmente, pequenas porções de alimento são dadas repetidamente com intervalos curtos entre as doses. Após algumas repetições, a oferta de alimento é interrompida, e, de forma natural, o peixe começará a nadar em busca de mais alimento. Quando o peixe se aproximar do interruptor, será alimentado imediatamente. Após algumas repetições, o peixe aprenderá que o alimento será fornecido quando se aproximar do interruptor. Nesse ponto, a alimentação do peixe deve ser interrompida, e deve-se observar seu comportamento. Quando o peixe se aproximar ou tocar no interruptor, deve ser alimentado imediatamente. Gradualmente, o peixe aprenderá que ao se aproximar ou tocar no interruptor, poderá obter alimento.

1.2.3. Agressividade e territorialidade

Viver em grupo oferece várias vantagens adaptativas para os animais, como a redução do risco de predação (Bertram, 1980; Pulliam, 1973), o aumento da capacidade de localização de alimento (Ward e Zahavi, 1973; Wrangham, 1980), e maiores oportunidades para encontrar parceiros reprodutivos (Lee, 1994).

No entanto, apesar dos benefícios associados à vida em grupo, essa organização social também impõe custos, particularmente em relação à competição por recursos, como alimento, parceiros, locais de desova e zonas de refúgio (Huntingford, 2013). Nas disputas por esses recursos, é comum que se estabeleçam relações hierárquicas. Em espécies territoriais, tais hierarquias são frequentemente mais pronunciadas e podem persistir para além das disputas por recursos imediatos.

Nas hierarquias de dominância, os indivíduos dominantes, por meio de agressões, asseguram maior acesso ou melhor qualidade de determinado recurso (Huntingford, 2013). No entanto, mesmo para os indivíduos dominantes, essas interações agressivas podem implicar elevados custos energéticos, além de aumentar o risco de lesões (Neat *et al.*, 1998) e de predação (Jakobsson *et al.*, 1995).

1.3. Bem-estar

Os tratamentos infligidos pelos seres humanos aos animais têm sido objeto de debate por vários séculos (Singer, 1975). A necessidade humana de alimento para a sobrevivência, particularmente aquele proveniente de animais, é um componente essencial da dieta humana. As estratégias utilizadas pelo ser humano para capturar, criar e abater animais refletem um intelecto altamente desenvolvido, sendo um resultado direto do processo evolutivo biológico.

Existem três razões principais pelas quais o ser humano pode causar sofrimento deliberadamente a outros animais: (1) insensibilidade em relação ao sofrimento alheio; (2) a crença de que o animal não experimenta dor; ou (3) a falta de meios adequados para prevenir ou minimizar o sofrimento. A primeira razão é geralmente rejeitada por valores culturais e senso comum. A segunda ainda permanece um ponto de discussão, sendo moldada ao longo do tempo por paradigmas sociais e científicos. A terceira razão depende do conhecimento disponível sobre métodos apropriados e é fortemente influenciada pela segunda. Em síntese, as questões relacionadas ao bem-estar animal estão intimamente ligadas à capacidade dos animais de sofrerem (Broom, 2001; Rollin, 1995).

Em relação aos peixes, geralmente argumenta-se que estes organismos não possuem consciência da dor, ou seja, que não são sencientes. A dor é, de facto, um dos principais elementos discutidos em questões de bem-estar, embora não seja o único. Outros fatores que causam desconforto a um animal, tais como a falta de alimentação adequada, temperatura inadequada, ausência de áreas de descanso, iluminação excessiva, estímulos de alerta, percepção de predadores, alta densidade populacional, má qualidade da água, espaço limitado, presença de espécies dominantes e a impossibilidade de expressar comportamentos naturais (como movimento e vocalização), também devem ser levados em consideração (Volpato, 2000).

É fundamental reconhecer que não apenas fatores que causam dor, mas também aqueles que induzem desconforto, devem ser avaliados no contexto do bem-estar animal, e que os indivíduos que causam esse desconforto estão geralmente cientes dos impactos dessas ações (Broom, 1991; Dawkins, 2006).

A senciência refere-se à capacidade dos organismos de perceber e distinguir estados internos de prazer e desprazer, calor e frio, conforto e desconforto, bem como a dor. Para

que se possa considerar o bem-estar de um organismo, este deve ser senciente, ou seja, deve possuir consciência dos estados de dor e ser capaz de sofrer. Em situações onde a dor não esteja presente, ainda assim, a possibilidade de sofrimento pode surgir por outras razões, como fome, ansiedade ou desconforto (Humphrey, 2022).

1.3.1. Senciência estudada em peixes

A discussão sobre a senciência em peixes tem evoluído significativamente, com diversas evidências sugerindo que muitos peixes possuem a capacidade de sentir dor, medo e outras emoções. Um estudo realizado por Sneddon *et al.* (2003a) em trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) envolveu a injeção de ácido acético (conhecido por induzir dor em mamíferos) ou veneno de abelha (também indutor de dor) na região dos lábios, onde estão presentes diversas fibras sensíveis à dor. Os resultados mostraram que as trutas expostas a essas substâncias apresentaram um aumento na ventilação branquial, demoraram mais tempo para se alimentar e exibiram comportamentos de esfregar a boca no substrato. Esses comportamentos sugerem fortemente que as trutas estavam a responder à dor causada pela injeção do ácido acético ou veneno de abelha. No entanto, as trutas não demonstraram uma consciência explícita do sofrimento, uma vez que esses comportamentos não ocorreram quando as trutas receberam uma injeção de morfina, um potente analgésico. Este comportamento sugere que a morfina, como um opioide, pode ter atenuado a dor nas trutas, indicando que os peixes possuem recetores opioides, substâncias endógenas que modulam a dor, semelhantes às encontradas em mamíferos. A presença desses recetores questiona se os peixes seriam capazes de possuir mecanismos de redução da dor sem a capacidade de senti-la. No entanto, ainda não há evidências empíricas conclusivas sobre a consciência da dor nos peixes.

Além de poderem ser condicionados, os peixes também demonstram a capacidade de formar mapas cognitivos do seu ambiente e de avaliar noções de tempo, conforme observado em estudos de condicionamento. Pesquisas de Braithwaite e Boulcott (2007) e Sneddon *et al.* (2003b) apoiam a ideia de que os peixes possuem níveis cognitivos mais sofisticados do que tradicionalmente se acreditava. Um estudo conduzido por Portavella *et al.* (2002) revelou que os peixes possuem estruturas cerebrais homólogas à amígdala e ao hipocampo dos mamíferos, duas regiões cerebrais associadas a processos emocionais em mamíferos. Alterações nessas estruturas prejudicam a capacidade de os peixes aprenderem tarefas mais complexas. Sneddon (2006), utilizando ressonância magnética

para estudar o cérebro da carpa comum, observou uma atividade significativa no prosencéfalo, seguida de atividade no mesencéfalo e no rombencéfalo durante a estimulação dolorosa. Este estudo também demonstrou um aumento na expressão genética nessas regiões cerebrais após a estimulação dolorosa em carpas e trutas. Esses resultados desafiam argumentos anteriores que defendiam a desconexão entre as fibras nociceptivas periféricas e as estruturas cerebrais nos peixes, sugerindo que as respostas à dor nos peixes envolvem processos cerebrais complexos.

1.3.2. Características comportamentais dos peixes e o seu bem-estar

O comportamento pode influenciar as interações dos animais com o ambiente, predadores, fontes alimentares e interações sociais ou sexuais com indivíduos da mesma espécie (Réale *et al.*, 2007). Geralmente, o comportamento está associado às respostas dos animais a situações novas, arriscadas ou desafiadoras (Wilson *et al.*, 1994). Preferências consistentes ou variáveis influenciam a forma como os animais interagem com os seus recursos ambientais e com os desafios impostos por esses ambientes. Compreender as diferenças entre comportamentos individualizados, facilita a interpretação das reações dos peixes a estímulos ambientais. Este conhecimento é particularmente relevante para o manuseamento de peixes em laboratórios de pesquisa ou aquários, onde os indivíduos podem ser mantidos isolados ou em número reduzido, exigindo uma consideração das expressões comportamentais individuais (Broom, 2007).

Um dos comportamentos mais estudados em peixes refere-se à variação entre os perfis de "tímido" e "destemido". Em estudos desse tipo, peixes destemidos tendem a apresentar maior atividade exploratória em relação a novos objetos, com menor expressão de comportamentos ansiosos e alterações na coloração corporal (Oliveira *et al.*, 2015; Réale *et al.*, 2007). Por outro lado, peixes tímidos exibem uma atividade exploratória reduzida, sendo mais reativos a novidades e riscos (Kalueff *et al.*, 2013).

Os traços de personalidade ou temperamento em peixes estão diretamente relacionados ao sistema imunológico. Evidências sugerem que peixes com diferentes padrões de comportamento exploratório apresentam perfis imunológicos distintos. Peixes mais tímidos, que evitam explorar novos objetos introduzidos em aquários de teste, exibem um perfil pró-inflamatório em comparação com peixes destemidos, que exploram ativamente esses objetos. Adicionalmente, peixes doentes também tendem a apresentar uma redução

no comportamento exploratório. Essa diminuição pode ser interpretada como um mecanismo de defesa, pois reduz o risco de predação e exposição a patógenos, embora, em alguns casos, possa ser uma consequência direta da incapacidade do animal de se expressar livremente devido ao estado de saúde debilitado. Além disso, em peixes doentes, a ativação da resposta imunológica está associada a uma diminuição da preferência social, com os indivíduos afetados mostrando menos propensão a aproximar-se de conspecíficos. Este comportamento, independentemente da causa imediata, pode ser um mecanismo de defesa que visa reduzir a propagação de patógenos, evitando a agregação de indivíduos infectados a outros membros da população (Kirsten *et al.*, 2018a, b).

A crescente complexidade comportamental dos peixes torna o estudo das personalidades essencial no contexto do bem-estar animal. A relação entre os perfis de personalidade e o sistema imunológico destaca que a manutenção de peixes com diferentes temperamentos em aquários com configurações e gestões idênticas pode resultar num bem-estar comprometido para um ou mais grupos. Independentemente de serem neofóbicos ou neófilos, tímidos ou destemidos, os peixes apresentam necessidades comportamentais distintas, que devem ser respeitadas em função de seus respectivos temperamentos ou classes de personalidade, para garantir o seu bem-estar adequado (Huntingford e Adams, 2005).

1.4. Biologia do Rascasso da Madeira (*Scorpaena maderensis*)

Scorpaena maderensis, comumente designado como o Rascasso da Madeira, é uma espécie de peixe ósseo pertencente à família Scorpaenidae. Esta espécie distingue-se de outras do género *Scorpaena* com base em características morfológicas específicas, incluindo a estrutura dos espinhos dorsais, a coloração e a forma do corpo (Gonçalves e Silva, 1995).

Scorpaena maderensis pode atingir um comprimento de até 24 centímetros. Esta espécie ocorre no Atlântico Oriental, incluindo a costa da Península Ibérica, Madeira, Açores, Ilhas Canárias, Senegal e no Mar Mediterrâneo. Habita principalmente fundos rochosos e áreas de substrato misto, em profundidades que variam entre 20 e 200 metros, sendo mais abundante em zonas costeiras de menor profundidade que oferecem esconderijos naturais, como fendas e vegetação marinha, que auxiliam na proteção contra predadores

e favorecem a emboscada de presas. A espécie apresenta uma coloração que varia entre tons de vermelho, castanho e laranja, com manchas brancas, o que lhe confere uma camuflagem eficiente do ambiente circundante, como rochas e corais (Eschmeyer & Dempster, 1990).

Os espinhos dorsais venenosos de *Scorpaena maderensis* desempenham funções tanto defensivas quanto de captura de presas. Em contextos defensivos, quando ameaçado, o Rascasso da Madeira levanta os espinhos dorsais, os quais estão conectados a glândulas de veneno. Este veneno é injetado em qualquer organismo que o tente atacar. O veneno é uma mistura complexa de toxinas, incluindo enzimas que promovem a destruição de tecidos e neurotoxinas que interferem com as funções nervosas. Este veneno não só serve como mecanismo de defesa, afastando predadores, mas também reduz a chance de sobrevivência de organismos que consigam ferir o Rascasso da Madeira. Em interações com seres humanos, o contato com os espinhos venenosos pode resultar em dor intensa, edema e, em casos graves, complicações médicas como choque anafilático ou necrose tecidual, embora os casos fatais sejam raros. Embora os espinhos venenosos não sejam empregues diretamente na captura de presas, sua função dissuasiva reduz a competição por recursos alimentares e minimiza a interferência durante o processo alimentar, complementando a estratégia de camuflagem da espécie (Eschmeyer & Dempster, 1990).

Scorpaena maderensis é carnívoro, alimentando-se predominantemente de pequenos peixes, crustáceos e outros invertebrados. A captura de presas ocorre por meio de emboscadas, nas quais o peixe aguarda pacientemente que uma presa se aproxime, utilizando uma rápida expansão da boca para sugar e engolir a presa inteira. A dieta variada e a habilidade de capturar diferentes tipos de presas favorecem a sobrevivência da espécie em diversos habitats.

Embora informações detalhadas sobre o ciclo de vida do *Scorpaena maderensis* ainda sejam limitadas, presume-se que o seu comportamento reprodutivo seja similar ao de outras espécies do género. A reprodução ocorre, geralmente, em águas mais quentes e envolve a libertação de oócitos pelágicos, que são fertilizados externamente. Os ovos eclodem em larvas que fazem parte do plâncton até atingirem um estágio de desenvolvimento suficientemente avançado para se estabelecerem no fundo marinho (Gonçalves e Silva, 1995).

Scorpaena maderensis pode interagir com outras espécies marinhas por meio da competição por alimento e espaço. A sua excelente capacidade de camuflagem e o uso de espinhos venenosos como defesa proporcionam-lhe uma vantagem competitiva em habitats com abundância de recursos (Eschmeyer & Dempster, 1990).

Embora o Rascasso da Madeira não tenha relevância comercial significativa devido ao seu pequeno tamanho, é ocasionalmente capturado na pesca artesanal. O impacto ambiental específico sobre esta espécie não está amplamente documentado, mas, como muitas espécies marinhas, pode estar em risco devido a mudanças no seu habitat natural e à poluição.

1.5. Objetivo do estudo

O objetivo deste estudo é analisar o comportamento de *Scorpaena maderensis* em aquários equipados com sistemas de recirculação de água, com ênfase na avaliação das interações conspecífico (entre indivíduos da mesma espécie) e heteroespecífico (entre espécies diferentes), bem como a resposta dos animais a variações nos parâmetros da água. Adicionalmente, investigar as reações dos peixes à presença humana, as suas estratégias alimentares e a adaptação ao ambiente de aquário, de forma a avaliar se o Rascasso da Madeira apresenta algum potencial para ser considerado uma espécie ornamental.

2. Materiais e métodos

2.1. Montagem do sistema utilizado no ensaio

O estudo foi realizado no interior das instalações do edifício Cetemares, em Peniche. O estudo foi feito em duplicado, sendo os sistemas A e B utilizados para o estudo do comportamento conspecífico, e os sistemas C e D para o estudo do comportamento heteroespecífico. Os quatro sistemas utilizados neste estudo foram instalados em duas estruturas metálicas com prateleiras, uma alocada para os sistemas A e B, e outra para os sistemas C e D. Cada sistema é composto por três aquários de 60 litros cada, os quais possuem uma abertura circular no canto superior, permitindo a saída da água. Foi instalada uma rede de malha de 10 milímetros sobre as aberturas para evitar a fuga de qualquer organismo (Figura 1). A água que flui pelo orifício do aquário desce por uma mangueira e é dirigida para uma lã filtrante localizada dentro de um cesto retangular com aberturas. A água, então, é precipitada sobre a lã filtrante, sendo subsequentemente direcionada para uma dorna retangular de 400 litros. Esse mecanismo assegura que a água proveniente dos aquários seja filtrada por meio da lã filtrante.

A água salgada utilizada provem de uma captação subterrânea próxima às instalações do edifício Cetemares, em Peniche. No interior da dorna encontram-se biobolas, que asseguram a filtração biológica, uma pedra de arejamento de 30 centímetros e uma bomba de água.

Através do sistema de circulação de ar presente no laboratório de aquacultura do edifício Cetemares, o ar é direcionado por meio de pequenas mangueiras (*airlines*) até às pedras de arejamento. O ar é então libertado através de pequenos orifícios nas pedras, gerando bolhas na água. Cada aquário é equipado com uma pedra de arejamento pequena (aproximadamente 4 cm), enquanto cada dorna dispõe de uma pedra de arejamento de maior dimensão (30 cm).

Para assegurar o fluxo contínuo de água da dorna até os aquários, é utilizada uma bomba de água. A água é bombeada por uma mangueira conectada a tubos de PVC com quatro reguladores, posicionados próximos aos aquários e acima dos mesmos, direcionando a água para dentro dos aquários. O quarto regulador está colocado mais afastado dos aquários e tem a função de fechar o ciclo da água bombeada da dorna. Os reguladores permitem controlar o caudal de água que entra nos aquários.

Sobre cada aquário, foi colocada uma rede de malha de 10 milímetros para evitar que os peixes saltassem para fora dos aquários. Além disso, foi instalada uma rede sombra ao redor das estruturas metálicas de suporte aos aquários, cobrindo as laterais e a parte traseira, proporcionando proteção contra o excesso de luz e criando um refúgio para os peixes. A descrição do sistema apresentada aplica-se a todos os quatro sistemas utilizados neste estudo.

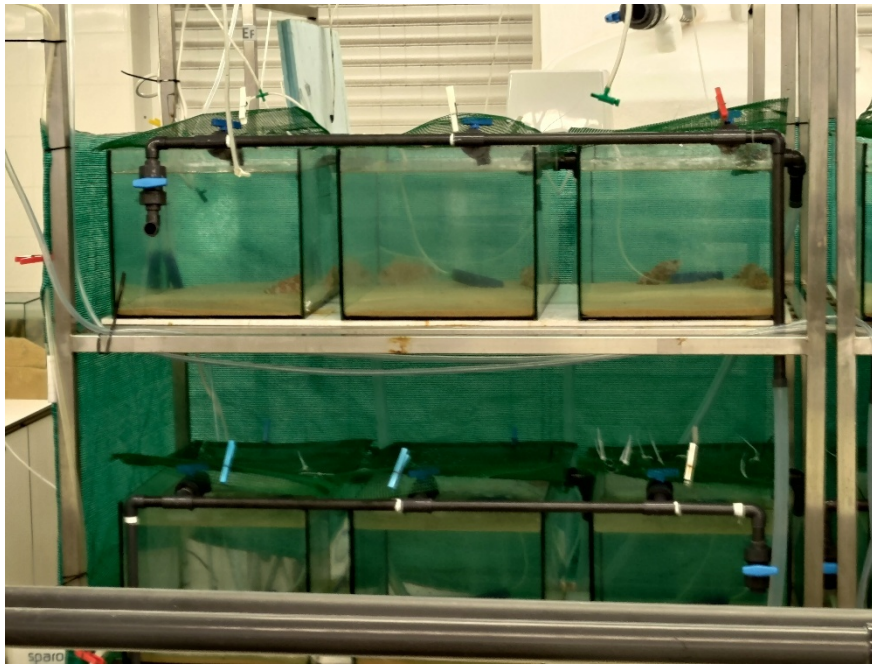


Figura 1: Fase inicial dos sistemas em estudo

No ensaio realizado, foram utilizados como enriquecimento ambiental em todos os aquários areia e rochas, recolhidas na praia da Gamboa, em Peniche. A areia foi cuidadosamente lavada com água corrente para remover impurezas e, posteriormente, distribuída de maneira uniforme em todos os aquários antes da introdução da água do sistema. As rochas, por sua vez, foram também lavadas em água corrente e esfregadas para eliminar algas e outras matérias orgânicas aderidas à superfície. As rochas escolhidas apresentavam forma arredondada e lisa, a fim de evitar qualquer risco de ferimento aos peixes, sendo dispostas no fundo dos aquários de maneira a ocultar as pedras de arejamento.

Adicionalmente, a ausência de outros elementos visuais ou estruturais no aquário permitiu a observação clara dos peixes, facilitando a recolha de dados sobre o seu comportamento.

Para o estudo realizado, estava prevista a utilização de biobolas previamente maturadas, originárias de um sistema de recirculação nas instalações do Cetemares. No entanto, devido à ocorrência de infestação parasitária neste sistema, não foi possível utilizar as biobolas provenientes do mesmo. Em substituição, foram utilizadas biobolas desprovidas de bactérias nitrificantes, não sendo possível fazer o ciclo do azoto corretamente. Posteriormente, foram adicionadas biobolas provenientes de um sistema de recirculação que hospeda *Holothuria* sp., a fim de introduzir as bactérias nitrificantes necessárias para o processo de maturação do sistema.

2.2. Aclimação de *Scorpaena maderensis*

No presente estudo, foram recebidos 24 indivíduos de *Scorpaena maderensis*, doados pela empresa Flying Sharks e provenientes da costa dos Açores, com comprimentos variando entre 5 e 16 centímetros. Conforme ilustrado na Figura 2, os peixes foram transportados em sacos plásticos, dispostos dentro de uma caixa de esferovite contendo garrafas de gelo. A caixa de esferovite desempenha um papel importante no controlo térmico, enquanto a adição das garrafas de gelo permite reduzir a temperatura da água, diminuindo o metabolismo dos peixes e mitigando o stress associado ao transporte.

Os animais foram embalados de madrugada, de forma a serem transportados no voo Horta-Lisboa S4 150, com partida às 10h30 e chegada a Lisboa às 14h00, com chegada ao Cetemares pelas 18h00. Cada transporte teve, por isso, uma duração de aproximadamente 12 horas. Cada saco continha dois indivíduos, os quais estavam acondicionados em recipientes plásticos (Figura 3), de modo a prevenir lesões causadas pelos espinhos e evitar a perfuração dos sacos de transporte. Após a chegada dos peixes ao laboratório, foi realizada a aclimação dos mesmos ao novo ambiente.



Figura 2: Método de acondicionamento dos Rascassos da Madeira durante o transporte.



Figura 3: Recipientes de proteção dos Rascassos durante o transporte.

A aclimatização dos indivíduos de *Scorpaena maderensis* foi realizada em dois baldes de 20 litros, sendo que, em cada balde, foram colocados dois peixes de tamanhos semelhantes, os quais seriam posteriormente transferidos para o mesmo aquário. Os peixes foram inicialmente colocados nos baldes com a água de transporte, a qual foi complementada com 5 litros de água proveniente dos sistemas de recirculação. Após 20

minutos, foram removidos 5 litros da água dos baldes e substituídos por mais 5 litros de água dos sistemas, repetindo-se esse processo por mais duas vezes, totalizando uma hora de aclimatização. Após esse período, os peixes foram cuidadosamente transferidos para os aquários com o auxílio de um camaroeiro. Todos os indivíduos foram aclimatizados seguindo o mesmo protocolo. No final da aclimatização, cada aquário ficou com dois indivíduos, perfazendo um total de seis por sistema.

Após a introdução de *S. maderensis* nos sistemas no dia 6 de dezembro de 2023, foi feito um período de habituação de cinco dias, dando-se início aos registos no dia 11 de dezembro de 2023.

2.3. Alimentação dos peixes

No estado selvagem, *Scorpaena maderensis* alimenta-se principalmente de pequenos peixes, crustáceos e outros invertebrados. Neste estudo, a dieta dos Rascassos da Madeira consistiu predominantemente em camarões da espécie *Palaemon serratus* e pequenos peixes vivos das espécies *Pomatoschistus flavescens* e *Coryphoblennius galerita*, todos estes capturados durante a maré baixa na praia da Gamboa, em Peniche. Estes organismos foram recolhidos com o auxílio de pequenos camaroeiros, transportados em baldes e armazenados numa caixa de esferovite de 40 litros, equipada com uma pedra de arejamento, a qual estava conectada aos sistemas dos aquários, funcionando como local de armazenamento do alimento.

Nos dias em que as condições climáticas se mostravam desfavoráveis ou quando as marés estavam excessivamente altas, os peixes foram alimentados com amêijoia vietnamita (*Meretrix lyrata*) congelada, obtida através do comércio local.

A alimentação dos peixes ocorria a cada dois dias, sempre que não houvesse alimento vivo disponível no aquário. O alimento vivo era introduzido diretamente no aquário, enquanto a alimentação com amêijoia era realizada com o auxílio de um stick de plástico. A amêijoia, previamente descongelada, era cortada em pequenos pedaços e espetada na extremidade do stick, sendo depois posicionada próximo de cada indivíduo, com movimentos suaves para atrair a atenção do peixe. Além disso, a amêijoia também servia como alimento para os camarões e pequenos peixes armazenados.

2.4. Parâmetros da água e mortalidade

Para o presente ensaio, os parâmetros de qualidade da água monitorizados incluíram: temperatura (°C), pH, salinidade, oxigénio dissolvido (%), amónia (mg/L), nitritos (mg/L) e nitratos (mg/L). Além disso, foram registados os dias de alimentação dos peixes, assim como outras observações relevantes, como mudanças de água nos sistemas e a mortalidade observada.

O início do ensaio, juntamente com os registos iniciais, ocorreu a 11 de dezembro de 2023, sendo este concluído a 23 de fevereiro de 2024. Durante este período, os parâmetros da água, os dados de alimentação, as mudanças de água, a mortalidade e o comportamento de cada indivíduo foram registados de forma diária.

Os espécimes mortos foram prontamente retirados dos aquários, identificados em sacos de plástico e armazenados num congelador para posterior eliminação.

Destaca-se que, no dia 23 de dezembro, apenas o valor de amónia foi registado nos sistemas C e D, uma vez que este era o parâmetro mais preocupante naquela data. Os registos dos parâmetros da água normalizaram-se a 28 de dezembro.

Os parâmetros da temperatura, pH, salinidade e oxigénio dissolvido foram obtidos por via de uma sonda desenhada para a obtenção destes dados. Os valores de amónia, nitritos e nitratos foram obtidos através de testes químicos para o efeito. A partir de 8 de janeiro, foram registadas as concentrações de amónia de amónia, nitritos e nitratos em todos os sistemas em funcionamento, com a realização de trocas de água sempre que a concentração de amónia ultrapassava 0 mg/L.

Para reduzir os níveis de amónia, foram realizadas trocas diárias de água (aproximadamente 200 litros) nas dornas dos sistemas até que os parâmetros estabilizassem.

2.5. Observação comportamental

Nos aquários dos sistemas C e D, foram introduzidos diversos organismos, incluindo camarões da espécie *Palaemon serratus*, pequenos peixes das espécies *Pomatoschistus flavescens* e *Coryphoblennius galerita* e, ocasionalmente, caranguejos da espécie *Pachygrapsus marmoratus*, com o objetivo de avaliar o comportamento dos *Scorpaena maderensis* em relação a estas diferentes espécies. Todos os animais, com exceção dos Rascassos, foram capturados na zona intertidal da praia da Gamboa, em Peniche.

O comportamento dos *Scorpaena maderensis* foi observado diariamente durante períodos de uma a duas horas, em períodos aleatórios do dia. Este método foi escolhido de forma a poder observar o comportamento a diferentes alturas do dia.

Foram observados diferentes tipos de comportamentos nos Rascassos da Madeira, entre eles:

- (a) Comportamento de locomoção: Observação da natação dos espécimes como indicador do bem-estar.
- (b) Comportamento social: Observação do comportamento conspecífico e heteroespecífico.
- (c) Comportamento de predação: Observação das interações heteroespecíficas e método de predação.
- (d) Comportamento de agressão e defesa: Observação das interações conspecíficas e heteroespecíficas e identificação das causas.
- (e) Comportamento de stress: Observação de comportamentos indicadores de stress como hiperventilação, mudanças na coloração e ausência de reação a estímulos.

3. Resultados

Os resultados obtidos ao longo deste estudo foram consolidados numa única tabela, com exceção dos dados relativos ao comportamento, os quais serão apresentados separadamente.

Devido ao aumento da mortalidade, diversos sistemas ficaram sem indivíduos, resultando na descontinuação do registo dos parâmetros associados a esses sistemas.

3.1. Parâmetros da água e mortalidade

Todos os resultados obtidos (temperatura, pH, salinidade, oxigénio dissolvido, nitratos, nitritos, amónia e mortalidade) estão descritos na Tabela I do Anexo I.

Dos 24 indivíduos de *Scorpaena maderensis* presentes no início do estudo, apenas 3 sobreviveram até o seu término, resultando numa taxa de mortalidade de 87,5%. A mortalidade observada foi influenciada por diversos fatores, incluindo variações na temperatura, níveis elevados de amónia decorrentes da ausência de biofiltro e a presença de patologias (Figura 4).



Figura 4: *Scorpaena maderensis* com inchaço na zona anal.

Ocorreu uma mortalidade significativa entre os dias 12 e 13 de dezembro (Tabela 1), quando cinco indivíduos dos sistemas A e cinco do sistema B faleceram.

Data	Sistema	Temperatura (°C)	pH	Salinidade	Oxigênio dissolvido (%)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Amônia (mg/L)	Alimentação	Mortalidade
11/12/2023	A	18.7	8.07	32.27	98.2			2		
11/12/2023	B	18.7	8.09	32.17	96.2			2		
11/12/2023	C	18.6	8.12	32.08	98.7			1.5		
11/12/2023	D	18.6	8.1	32.12	92.8			1.5		
12/12/2023	A	19.4	8.17	32.21	91.3			1		3 mortos (A) e 2 mortos (B)
12/12/2023	B	19.4	8.15	32.15	87.7			1		
12/12/2023	C	19.4	8.14	32.14	86.1			0.8		
12/12/2023	D	19.3	8.14	32.27	82.3			0.8		
13/12/2023	A	18.7	8.02	32.54	104.3			0.8		2 mortos (A) e 3 mortos (B)
13/12/2023	B	18.7	8.07	32.29	96.6			0.8		
13/12/2023	C	18.8	8.09	32.28	90.8			0.4		
13/12/2023	D	18.6	8.1	32.39	87.1			0.4		

Tabela 1: Registo dos parâmetros de 11 de dezembro até 13 de dezembro

Outras fatalidades ocorreram nos dias 20 e 21 de janeiro, associadas a mudanças abruptas de temperatura entre os dias 16 e 17 de janeiro, resultando na morte dos peixes dias depois.

Com base nos dados apresentados na Tabela I do Anexo I, observou-se que as temperaturas mais baixas foram registadas no dia 9 de janeiro, em que o sistema C apresentou 14,7°C e o sistema D 14,4°C. Por outro lado, as temperaturas mais altas foram registadas no dia 18 de janeiro, quando o sistema C registou 21,2°C e o sistema D 20,7°C. Entre os dias 9 e 18 de janeiro, a temperatura da água aumentou mais de 6°C, o que demonstrou efeitos negativos visuais sobre os indivíduos amostrados. A variação mais abrupta de temperatura ocorreu entre os dias 16 e 17 de janeiro no sistema D, onde a temperatura da água passou de 16,5°C no dia 16 para 19,6°C no dia 17 (Tabela 2).

Data	Sistema	Temperatura (°C)	pH	Salinidade	Oxigénio dissolvido (%)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Amónia (mg/L)	Alimentação	Mortalidade
15/01/2024	C	16.9	8.26	32.15	102.3	5	0.05	0		
15/01/2024	D	16.9	8.24	31.99	93.2	5	0.2	0		
16/01/2024	C	16.5	7.86	32.22	98.4	5	0.05	0		
16/01/2024	D	16.5	7.91	32.06	93.2	5	0.2	0		
17/01/2024	C	20.0	7.88	32.3	96.9	5	0.1	0		
17/01/2024	D	19.6	7.97	32.13	90.1	5	0.2	0		
18/01/2024	C	21.2	7.9	32.44	97.7	5	0.05	0		
18/01/2024	D	20.7	7.99	32.25	89.6	5	0.2	0		

Tabela 2: Registo de parâmetros de 15 de janeiro até 18 de janeiro

No presente estudo, o valor médio do pH registado foi de 8,14. A salinidade média foi de 32,61‰.

Observou-se uma variação significativa na salinidade entre os dias 31 de janeiro e 1 de fevereiro, quando a salinidade diminuiu de 34,13‰ para 31,36‰. No entanto, não foram registadas adversidades nos peixes em resposta a essa alteração.

Os resultados relativos ao oxigénio dissolvido, apresentados na Tabela I do Anexo I, estão descritos em percentagem de saturação. A média da percentagem de saturação de oxigénio dissolvido registada neste estudo foi de 98,65%.

As variações na saturação de oxigénio dissolvido indicam flutuações no ritmo respiratório dos Rascassos. Com níveis de oxigénio baixos era possível observar um aumento no ritmo respiratório dos peixes.

As tabelas 1 e 2 revelam um aumento considerável na concentração de amónia na maioria dos tanques, em virtude da ausência de biofiltro. Este facto revelou-se letal para a maioria dos indivíduos. No primeiro dia de registos (11 de dezembro), foram anotados valores de 2 mg/L de amónia nos sistemas A e B, e 1,5 mg/L nos sistemas C e D. Esses valores são extremamente elevados, e a 0,2 mg/L o valor de amónia torna-se tóxico para peixes. O processo de troca de água para reduzir os valores de amónia, foi realizado entre os dias 11 de dezembro e 7 de janeiro, sendo registados apenas os valores de amónia em relação aos compostos azotados durante este período.

Nos dias 12 (sistema D) e 13 (sistema D) de janeiro foram registados valores de nitritos superiores a 0,5 mg/L. A média de nitritos registada foi de 0,09 mg/L, o que revela que o ciclo do azoto não se completou, não se registando crescimento de bactérias nitrificantes *Nitrobacter*, que teriam convertido o nitrito em nitrato.

No presente estudo, a média de nitratos foi de 5,89 mg/L, com o valor mais alto registado de 20 mg/L no dia 25 de janeiro.

3.2. Comportamento do *Scorpaena maderensis*

3.2.1. Interação conspécifica

Nos sistemas A e B foi observado que as interações entre os indivíduos conspécíficos variavam conforme o tamanho dos indivíduos. Nos indivíduos menores, com tamanhos entre 5 e 8 centímetros, as interações eram pacíficas, sem competição por espaço, alimento ou dominância. Por outro lado, nos indivíduos de maior dimensão, com tamanhos entre 10 e 16 centímetros, foi possível observar disputas por dominância, que resultavam numa maior ocupação de espaço no aquário e prioridade na alimentação. Durante essas disputas, os indivíduos posicionavam-se frente a frente e tentavam morder um ao outro. O indivíduo submisso, inclinava o seu corpo em direção ao dominante, erguendo a barbatana dorsal e direcionando os espinhos contra o adversário, o que ocasionava lesões, como é possível observar na Figura 5. Após a submissão, o Rascasso perdedor era forçado a retirar-se para o fundo do aquário, resguardando-se junto às rochas, sendo constantemente vigiado e agredido caso saísse dessa área.

No sistema C, observou-se um comportamento de coexistência pacífica entre dois Rascassos, sem indícios de agressividade ou disputas de dominância. Esses indivíduos, com cerca de 13 centímetros, permaneciam frequentemente juntos em diferentes áreas do aquário.



Figura 5: Lesão ocular causada por confrontos entre Rascassos.

3.2.2. Interação heteroespecífica

O comportamento dos *Scorpaena maderensis* em relação a organismos de diferentes espécies foi predominantemente predatório. Imediatamente após a introdução de pequenos camarões e peixes nos aquários, os Rascassos eram atraídos para as presas, utilizando uma técnica de emboscada para se aproximarem. Quando focado na presa, o Rascasso fixava o seu olhar nela, estendia as barbatanas peitorais e dorsal, com o objetivo de aumentar o seu tamanho e reduzir o espaço de fuga da presa, aproximando-se lentamente. Quando a presa estava ao seu alcance, o Rascasso projetava-se rapidamente para a frente, abrindo a boca e capturando a presa de forma rápida e eficiente. Em algumas situações, essa abordagem falhava, e alguns camarões conseguiam escapar para a superfície. Nesse caso, o Rascasso alterava a sua técnica de emboscada para uma perseguição, realizando várias investidas até conseguir capturar a presa.

Por outro lado, os animais de maior porte, como os *Coryphoblennius galerita* (com tamanhos entre 6 e 8 centímetros), não foram predados e coexistiram pacificamente com todos os Rascassos. No entanto, houve episódios ocasionais de agressividade por parte dos Rascassos, principalmente relacionados à competição por espaço ocupado por esses animais.

Em relação às interações com os seres humanos, no início do ensaio, os Rascassos tendiam a permanecer no fundo dos aquários, evitando a proximidade com o observador. Contudo, ao longo do tempo, observou-se uma mudança no seu comportamento, com aproximações ao vidro do aquário mediante a presença do observador, relacionando essa presença com a introdução de alimento. Além disso, os Rascassos demonstraram curiosidade, fixando o olhar em movimentos feitos com as mãos próximos ao vidro do aquário.

3.2.3. Influência da temperatura no comportamento

No dia 16 de janeiro, a temperatura da água no sistema D era de 16,5°C, aumentando para 19,6°C no dia seguinte. Este aumento térmico provocou um comportamento apático nos Rascassos deste sistema, acompanhado por uma intensificação da coloração. O comportamento foi novamente observado no dia 23 de janeiro, o que levou à transferência dos Rascassos para o sistema A como medida preventiva contra uma possível infecção no sistema D (na tabela I do anexo I, a mortalidade dos peixes do sistema D foi registrada como pertencente ao sistema A devido à referida transferência).

A 22 de fevereiro, um Rascasso do sistema C apresentou uma coloração intensa, correlacionada com o aumento da temperatura da água, que subiu de 15,6°C no dia 21 para 18,3°C no dia seguinte, retornando à coloração normal no dia 23, quando a temperatura foi de 15,2°C.

4. Discussão

O conhecimento limitado sobre o *Scorpaena maderensis* tornou este estudo um desafio significativo.

O biofiltro é um componente essencial em aquários, desempenhando um papel crucial na manutenção da qualidade da água e na saúde dos organismos aquáticos. Este sistema está diretamente relacionado com o processo de filtração biológica, o qual converte substâncias tóxicas em compostos menos prejudiciais por meio da ação de bactérias nitrificantes (Roberts, 2012). Devido à presença de parasitas nas biobolas que iriam ser utilizadas inicialmente neste estudo, optou-se por utilizar biobolas virgens. A ausência de um biofiltro adequado levou a uma acumulação de matéria orgânica proveniente dos dejetos dos espécimes, o que justifica os níveis tóxicos de amónia presentes nos sistemas entre os dias 12 e 13 de dezembro. Associado ao stress oriundo do transporte e da adaptação ao novo ambiente que não estava pronto para os receber, o sistema imunológico dos espécimes ficou comprometido, contribuindo para a mortalidade de dez indivíduos após três dias do início do ensaio (13 de dezembro de 2023). Em resposta a essa mortalidade elevada, foram realizadas trocas diárias de água (aproximadamente 200 litros por sistema) até que os níveis de amónia se estabilizassem em 0. No entanto, a contínua exposição a níveis tóxicos de amónia causou danos irreversíveis ao sistema imunológico dos Rascassos, resultando em mais mortes subsequentes, o que vai de encontro a informações obtidas por Xu *et al.* (2021), onde a exposição a amónia causa stress oxidativo e causa danos estruturais nos tecidos e altera a resposta do sistema imunitário. A partir de janeiro, os parâmetros relacionados aos compostos azotados estabilizaram, e as trocas de água passaram a ser realizadas nos dias em que os níveis de amónia estavam acima de 0. A mortalidade associada aos elevados níveis de compostos azotados é uma realidade comum em aquários ornamentais, sendo fundamental o controlo rigoroso desses parâmetros, independentemente da espécie em questão (Vajargah e Yalsuyi, 2022).

Outro fator crucial na manutenção de organismos ornamentais é a temperatura. Uma temperatura constante é essencial para o bem-estar dos organismos aquáticos, influenciando diretamente sua saúde, comportamento e metabolismo (Natarajan *et al.*, 2009), além de afetar o funcionamento das bactérias nitrificantes. De acordo com a

European Environmental Agency, a temperatura da água no habitat natural do *Scorpaena maderensis* varia entre 21°C e 23°C durante o outono (setembro a novembro) e entre 18°C e 20°C no inverno (dezembro a fevereiro). No laboratório onde os sistemas do ensaio estavam localizados, ocorreram variações frequentes de temperatura devido a problemas no sistema de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), o que impossibilitou a manutenção de uma temperatura estável. Essas variações impactaram a temperatura dos sistemas onde os espécimes estavam a ser mantidos o que pode ter afetado o metabolismo dos *Scorpaena maderensis*, pois com o aumento da temperatura, também aumenta o metabolismo, havendo mais gastos energéticos, o que resulta numa maior voracidade alimentar durante os períodos de temperatura elevada e podendo ter efeitos negativos no sistema imunológico dos peixes. A intensificação da coloração, inchaço na região abdominal e comportamento apático podem ser resultados dessas variações. Segundo Albert e Ransangan (2013), a temperatura da água desempenha um papel importante na proliferação de bactérias como o *Vibrio*, causando stress nos peixes e favorecendo a propagação de doenças. O aumento da temperatura também foi associado a um aumento na agressividade entre espécimes conspecíficos, geralmente associada a lesões e, comprometendo a alimentação, o que pode também justificar a mortalidade que ocorreu neste estudo.

O processo de arejamento proporciona movimento na superfície da água, impedindo a acumulação de gorduras e estagnação da água, e promove trocas gasosas com o ar atmosférico. Uma ventilação acelerada indica que os valores de oxigénio dissolvido na água são baixos (Holeton, 1980). A alimentação também é afetada pelo baixo teor de oxigénio na água como explicam Brett e Groves (1979). Segundo Carlson *et al.* (1980), num estudo realizado com *Ictalurus punctatus*, a alimentação em condições de hipoxia podem provocar stress nos peixes.

O pH dos oceanos varia entre 7,5 e 8,4, dependendo da localização e das condições ambientais específicas. No presente estudo, o valor médio do pH registado vai de encontro ao intervalo de valores típicos de pH da água do mar nos Açores, que varia entre 8,0 e 8,2. Os valores de pH e salinidade observados durante o estudo estavam dentro dos parâmetros típicos de aquários de água salgada e não influenciaram de forma significativa o comportamento dos *Scorpaena maderensis*.

O enriquecimento ambiental natural utilizado em todos os aquários demonstrou ser de extrema importância para o bem-estar dos animais em estudo. A introdução de substrato, como areia e rochas, possibilitou a recriação de aspectos do habitat natural do Rascasso da Madeira, fornecendo aos espécimes locais de repouso e refúgio tanto da presença humana quanto de possíveis agressões de conspecíficos. Não foram adicionados outros enriquecimentos naturais, de modo a evitar a sobrecarga dos aquários, limitando o espaço disponível. Para espécies ornamentais, quanto mais o ambiente do aquário se assemelhar ao habitat natural, melhores serão as condições para a saúde e bem-estar dos indivíduos (Gerber *et al.*, 2015; Näslund e Johnsson, 2016).

No que respeita à alimentação, o alimento vivo foi amplamente aceite pelos espécimes, o que era esperado, uma vez que se tratam de animais selvagens que, de forma natural, predam pequenos camarões e peixes. Embora a alimentação com alimento vivo não seja uma prática sustentável, dada a sua elevada despesa, este estudo evidenciou que, após a habituação à presença humana, os *Scorpaena maderensis* podem ser alimentados com alimentos não vivos. Os peixes também aceitaram amêijoia vietnamita (*Meretrix lyrata*), desde que esta fosse devidamente estimulada por movimentos específicos. Com o tempo e treino, é possível ensinar animais a reconhecer, por exemplo, ração para peixes (Lepič *et al.*, 2017; Anderson, 1974) ou peixes congelados como fontes alimentares, o que representaria uma vantagem significativa para a introdução desta espécie no mercado ornamental.

Foram observados diferentes tipos de comportamentos nos Rascassos da Madeira, que podem fornecer informações sobre o seu estado fisiológico e psicológico, bem como sobre a adequação do ambiente em que estão inseridos: (a) Comportamento de locomoção: A locomoção é um indicador importante da saúde e do bem-estar dos peixes no ambiente aquático. Comportamentos de natação errática ou agitada podem ser indicativos de stress, sinalizando desconforto ou inadequação ambiental. Em contraste, natação suave e constante está geralmente associada a um estado fisiológico calmo e saudável, sugerindo um ambiente propício para o desenvolvimento e manutenção da saúde dos indivíduos. (b) Comportamento social: Os peixes demonstram uma gama de comportamentos sociais que variam conforme a espécie. Espécies sociais tendem a formar cardumes ou grupos, enquanto espécies territoriais, como o Rascasso da Madeira, exibem comportamentos agressivos para proteger seus territórios, podendo haver interações agressivas com outros indivíduos ou conspecíficos. A observação dessas

interações é crucial para entender a dinâmica social dentro do aquário ou ecossistema e para a gestão adequada de agrupamentos. (c) Comportamento de predação: Algumas espécies de peixes, particularmente os predadores, exibem comportamentos ativos de predação, que são essenciais para a sua sobrevivência. A análise de como esses peixes capturam presas e interagem com alimentos vivos ou artificiais fornece dados relevantes sobre as estratégias de alimentação e os requisitos ecológicos naturais da espécie, permitindo uma melhor compreensão das suas necessidades comportamentais. (d) Comportamento de agressão e defesa: Em ambientes confinados ou sobrepovoados, alguns peixes podem exibir comportamentos agressivos, que incluem perseguições, mordidas ou confrontos diretos com outros indivíduos. Além disso, algumas espécies adotam posturas defensivas quando se sentem ameaçadas, como aumentar o volume corporal ou esconder-se em fendas ou estruturas do ambiente, com o objetivo de reduzir a exposição a predadores ou situações de stress (Barton e Iwama, 1991). (e) Comportamento de stress: O stress em peixes pode ser identificado por comportamentos como natação agitada, perda de apetite, alterações na coloração corporal ou respiração acelerada. Esse tipo de resposta comportamental é frequentemente causada por fatores ambientais adversos, como qualidade inadequada da água, sobrelotação, presença de predadores ou mudanças abruptas no ambiente. A detecção precoce de sinais de stress permite a implementação de estratégias para mitigar tais condições, promovendo o bem-estar dos indivíduos (Barton, 2002).

S. maderensis mostrou-se uma espécie bastante voraz e territorial. Os juvenis demonstraram comportamentos mais calmos e pacíficos, mas à medida que atingem a maturidade, especialmente a partir de 10 centímetros de comprimento, tornam-se mais agressivos, procurando assegurar dominância sobre outros indivíduos, tanto conspecíficos como heteroespecíficos, para garantir mais território e maior acesso ao alimento. A observação de comportamentos agressivos foi particularmente frequente em aquários de 60 litros, que se mostraram inadequados para abrigar dois indivíduos dessa espécie. Um estudo de Johnson e Peeke (1972) feito com peixes anabantídeos, comprova que, em espécies territoriais, os tanques de pequenas dimensões proporcionam o aumento da agressividade entre indivíduos. As disputas agressivas observadas podem ter contribuído para a mortalidade de Rascassos, que podem ter sofrido lesões ou terem-se alimentado de forma deficiente. Por outro lado, no sistema C, dois indivíduos de aproximadamente 13 centímetros coexistiram sem qualquer evidência de agressividade

ou comportamentos de dominância, sugerindo uma possível interação de emparelhamento entre macho e fêmea. No entanto, dada a dificuldade em distinguir os sexos nesta espécie, não foi possível confirmar que esse comportamento fosse um indicativo de reprodução.

Scorpaena maderensis compartilha semelhanças comportamentais com outra espécie amplamente conhecida na aquariorfilia de água salgada, o peixe-leão (*Pterois volitans*). Esta espécie possui espinhos venenosos nas barbatanas dorsais, tal como a espécie utilizada neste estudo, mas também nas barbatanas peitorais e anais, que também podem causar dor intensa e reações adversas em humanos. Embora possa ser mantido com outras espécies, é necessário que estas sejam de tamanho suficiente para evitar serem predadas. Como o *Scorpaena maderensis*, o *Pterois volitans* é um peixe territorial, e a convivência de múltiplos indivíduos dessa espécie em aquários pequenos pode levar a confrontos agressivos (Michael, 2004; Allen *et al.*, 2003). As semelhanças no comportamento entre as duas espécies reforçam o potencial ornamental do *Scorpaena maderensis*, uma vez que o *Pterois volitans* já é utilizado para esse fim (Arbuatti e Lucidi, 2010).

Com os resultados obtidos no presente estudo, não é possível afirmar com certeza que o *Scorpaena maderensis* seja uma nova espécie para aquários ornamentais. Contudo, estudos adicionais em aquários de maiores dimensões, com um controle rigoroso dos parâmetros essenciais para o bem-estar da espécie, podem revelar novos detalhes importantes para manter esta espécie em cativeiro. O aumento do tamanho dos aquários e o enriquecimento com grandes rochas, proporcionando refúgios adequados, provavelmente reduzirão os comportamentos agressivos entre os indivíduos. A introdução de novas espécies de peixes também contribuirá para melhor compreender as interações heteroespecíficas e as suas compatibilidades. Com o avanço dos estudos sobre o *Scorpaena maderensis* como espécie ornamental, novas informações sobre a biologia e comportamento desta espécie certamente surgirão, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento atualmente limitado.

5. Conclusão e trabalhos futuros

O presente estudo investigou a adaptação desta espécie a ambientes de aquário, bem como seu comportamento, registrando sinais promissores para seu futuro no mercado ornamental.

Comportamentalmente, a espécie compartilha muitas semelhanças com *Pterois volitans*, uma espécie de peixe-leão amplamente comercializada em aquários ornamentais.

O estudo realizado com *S. maderensis* revelou desafios significativos na manutenção desses animais em cativeiro, particularmente no que tange à manutenção dos parâmetros de qualidade da água, que são cruciais para qualquer aquário. Apesar da elevada mortalidade observada, foi possível adquirir informações valiosas sobre o comportamento desta espécie e sua adaptação a um novo ambiente. Foram registrados dados promissores, como a adaptação dos Rascassos à presença humana e a aceitação de alimentos não vivos. As interações conspecíficas revelaram-se agressivas dado que os indivíduos estavam alojados em aquários de pequenas dimensões e a confrontação visual era constante. Quanto às interações heteroespecíficas, o comportamento do Rascasso da Madeira para com outras espécies foi bastante positivo, desde que estas apresentassem dimensões semelhantes ou superiores às dos Rascassos, o que indica que num sistema fechado, como um aquário, *S. maderensis* pode coexistir com outras espécies. Estudos futuros, conduzidos em condições de melhor controlo da qualidade da água e em aquários de maiores dimensões, além de incluir uma maior variedade de espécies, poderão revelar o verdadeiro potencial de *S. maderensis* como uma nova espécie ornamental. Tais estudos também contribuirão para a ampliação do conhecimento científico sobre a biologia e comportamento desta espécie.

Referências

- Albert, V., & Ransangan, J. (2013). Effect of water temperature on susceptibility of culture marine fish species to vibriosis. *Int. J. Res. Pure Appl. Microbiol*, 3(3), 48-52.
- Aljawahiry, T., Hasoon, A., Imran, A. F., Abdulla, A. K., Al-Mualm, M., & Abbas, S. N. (2022). Effectiveness of aquatic plants in reducing water nitrates. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 20(5), 1031-1037.
- Allen, G. R., Steene, R., e Humann, P. (2003). *Reef fish identification: Tropical Pacific*. New World Publications.
- Anderson, R. J. (1974). Feeding artificial diets to smallmouth bass. *The Progressive Fish-Culturist*, 36(3), 145-151.
- Arbuatti, A., & Lucidi, P. (2010). Reef aquariofily: a hobby for everyone? How an adequate knowledge of Pterois volitans' behavior and welfare can avoid risks and accidents. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 3(1), 9-16.
- Bagchi, S., Vlaeminck, S. E., Sauder, L. A., Mosquera, M., Neufeld, J. D., & Boon, N. (2014). Temporal and spatial stability of ammonia-oxidizing archaea and bacteria in aquarium biofilters. *PLoS One*, 9(12), e113515.
- Barcellos, L. J. G., Kreutz, L. C., Quevedo, R. M., & Cericato, L. (2009). Environmental influences on aquatic animal health and welfare. *Brazilian Journal of Animal Science*, 38(4), 57-63.
- Barton, B. A., & Iwama, G. K. (1991). Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the responses and effects of handling and confinement. *Aquaculture*, 91(1-2), 5-26.
- Barton, B. A. (2002). Stress in fish: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Aquaculture*, 204(3-4), 123-138.
- Bertram, B.C.R., 1980. Vigilance and group size in ostriches. *Animal Behavior*, 28 (1), 278–286.

- Bickler, P. E., & Buck, L. T. (2007). *Hypoxia and anoxia: Biological aspects of oxygen deprivation* (pp. 1-50). Elsevier.
- Bockmon, E. E., Frieder, C. A., Navarro, M. O., White-Kershek, L. A., & Dickson, A. G. (2013). Controlled experimental aquarium system for multi-stressor investigation of carbonate chemistry, oxygen saturation, and temperature. *Biogeosciences*, 10(9), 5967-5975.
- Braithwaite, V.A., & Boulcott, P., 2007. Pain perception, aversion and fear in fish. *Diseases of Aquatic Organisms*, 75 (2), 131-138.
- Braithwaite, V. A., & Salvanes, A. G. V. (2005). Environmental enrichment in fish: improving welfare and controlling behavior. *Fish and Fisheries*, 6(3), 281-293.
- Brett, J.R. & T.D.D. Groves. 1979. Physiological energetics. pp. 279-352. In: *W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett (ed.) Fish Physiology, Vol. 8*, Academic Press, New York.
- Broom, D. M. (1991). Animal welfare: Concepts and measurement. *Journal of Animal Science*, 69(2), 4167-4175.
- Broom, D. M. (2001). Evolution of pain. *Animal Welfare*, 10(2), 147-156.
- Broom, D. M. (2007). Animal welfare: Scientific and ethical aspects. *The Veterinary Journal*, 174(1), 6-16.
- Carlson, A.R., J. Blocher & L.J. Herman. 1980. Growth and survival of channel catfish and yellow perch exposed to lowered constant and diurnally fluctuating dissolved oxygen concentrations. *Prog. Fish-Cult.* 42: 73-78.
- Dawkins, M. S. (2006). Animal welfare and the definition of animal suffering: The case for functional criteria. *Animal Welfare*, 15(4), 425-433.
- Eschmeyer, W. N., e Dempster, L. J. (1990). Scorpaenidae. In J. C. Quero, J. C. Hureau, C. Karrer, A. Post, & L. Saldanha (Eds.), *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)* (Vol. 2, pp. 665-679). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris.

European Environment Agency. (2021). *Sea temperature data for Atlantic islands*.
<https://www.eea.europa.eu>

Gallistel, C. R. (2009). *The organization of learning* (pp. 45-70). MIT Press.

Gerber, B., Stamer, A., & Stadtlander, T. (2015). Environmental enrichment and its effects on welfare in fish.

Ghosh, S., Ajithkumar, T., Nanthinidevi, K. & Thangavel, B. 2012. Reef fish Breeding and Hatchery Production Using Brackishwater, A Sustainable Technology with Special Reference to Clark's Clownfish, *Amphiprion Clarkii* (Bennett, 1830). *International Journal of Environmental Science and Development*, 56-60.

Gonçalves, E. J., & Silva, J. F. (1995). *Fish fauna of Madeira (Portugal): Composition and distribution of ichthyofauna in the coastal waters of Madeira Island*. *Marine Ecology Progress Series*, 123(1), 77-89.

Green, E. (2003). International trade in marine aquarium species: Using the Global Marine Aquarium Database. In J. Cato & C. Brown (Eds.), *Marine Ornamental Species* (pp. 31-48). Blackwell Publishing.

Gunnarsson, B. S., & Saether, A. T. (2001). Gradual acclimation of aquatic organisms to environmental changes: Avoiding shock. *Environmental Biology of Fishes*, 62(2), 105-114.

Holeton, G.F. 1980. Oxygen as an environmental factor of fishes. pp. 7-32. In: *M.A. Ah (ed.) Environmental Physiology of Fishes*, Plenum, New York.

Hughes, K. D. (1993). Marine microcosm using an aquarium to teach undergraduate analytical chemistry. *Analytical Chemistry*, 65(20), 883A-889A.

Hughes, J. M., & Sayer, M. D. J. (2012). Aquatic ecology and the impact of physical variables on aquatic oxygen exchange. In M. A. Tanner & J. L. Wilson (Eds.), *Aquatic environmental management* (pp. 134-147). Wiley-Blackwell.

Humphrey, N. (2022). *Sentience: The invention of consciousness*. Oxford University Press.

- Huntingford, F. A., 2013. *Animal Conflict*. Springer Science & Business Media.
- Huntingford, F. A., & Adams, C. (2005). Behavioural syndromes in farmed fish: implications for production and welfare. *Behaviour*, 142(9), 1207-1221.
- Huntingford, F. A., & Adams, C. E. (2005). *Fish in social groups*. Fish and Fisheries Series, 27, 108-135.
- Hutchins, M., Wiese, R. J., & Smith, B. (2019). Research in zoos and aquariums: purpose, justification, utility and welfare. *Scientific Foundations of Zoos and Aquariums: Their role in Conservation and Research; Kaufman, AB, Bashaw, MJ, Maple, TL, Eds*, 1-44.
- Jakobsson, S., Brick, O., Kullberg, C., 1995. Escalated fighting behaviour incurs increased predation risk. *Animal Behavior*, 49 (1), 235–239.
- Jobling, M. (2002). *Fish bioenergetics* (pp. 45-46). Blackwell Science.
- Johnson, H. G., & Peeke, H. V. (1972). Patterns of intra-and interspecific aggression in labyrinth fish (Belontiidae). *Behavioral Biology*, 7(3), 335-347.
- Kalueff, A.V., Gebhardt, M., Stewart, A.M., Cachat, J.M., Brimmer, M., Chawla, J.S., Craddock, C., Kysar, E.J., Roth, A., Landsman, S., Gaikwad, S., Robinson, K., Baatrup, E., Tierney, K., Shamchuk, A., Norton, W., Miller, N., Nicolson, T., Braubach, O., Gilman, C.P., Pittman, J., Rosemberg, D.B., Gerlai, R., Echevarria, D., Lamb, E., Neuhass, S.C., Weng, W., Bally-Cuif, L., Schneider, H., Consortium, Z.N.R., 2013. Towards a comprehensive catalog of zebrafish behavior 1.0 and beyond. *Zebrafish*, 10 (1), 70-86.
- Kieffer, J. D., & Colgan, P. W. (1992). The role of learning in fish behaviour. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2, 125-143.
- Kirsten, K., For, D., Kreutz, L.C., Barcellos, L.J.G., 2018a. First description of behavior and immune system relationship in fish. *Scientific Reports*, 8 (1), 846.
- Kirsten, K., Soares, S.M., Koakoski, G., Kreutz, L.C., Barcellos, L.J.G., 2018b. Characterization of sickness behavior in zebrafish. *Brain, Behavior, and Immunity*, 73, 1-7.

- Kramer, D. L. (1987). Dissolved oxygen and fish behavior. *Environmental biology of fishes*, 18, 81-92.
- Kubitza, F., & Lovshin, L. L. (1999). Formulated diets, feeding strategies, and fish welfare: the importance of natural stimuli in the tank. *Aquaculture International*, 7(2), 209-227.
- Lee, P. C., 1994. Social structure and evolution. In: Slater, P. J. B., Halliday, T. R., Barret, P. (Eds.), *Behaviour and Evolution*. Cambridge University Press, New York, NY, pp. 266-303.
- Lepič, P., Buřič, M., Hajčėek, J., & Kozák, P. (2017). Adaptation to pelleted feed in pikeperch fingerlings: learning from the trainer fish over gradual adaptation from natural food. *Aquatic Living Resources*, 30, 8.
- Lougher, T. (2015). Getting Started in the Marine Hobby 5: Water Part 4: pH and the Building Blocks. *UltraMarine Magazine*, (53), 52.
- Lorenz, K. (1965). *On Aggression*. Harcourt Brace.
- Martin, S. (1999, October). Enrichment: What is it and why should you want it. In *Presentation: World Zoo Conference, Pretoria, South Africa*.
- McDonald, D. G., & Milligan, C. L. (1999). *Biology of fishes* (2nd ed., pp. 120-122). Prentice Hall.
- Michael, S. (2004). *Reef fishes: A guide to their identification, behavior, and captive care*. T.F.H. Publications.
- Mittelbach, G. G., Ballew, N. G., & Kjelvik, M. K. (2014). Fish behavioral types and their ecological consequences. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71(6), 927-944.
- Müller, M., & van Leeuwen, J. L. (2001). The mechanics of fish swimming: A review. *Journal of Experimental Biology*, 204(3), 293-300.

- Näslund, J., & Johnsson, J. I. (2016). Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. *Fish and Fisheries*, 17(1), 1-30.
- Natarajan, M., Raja, P., Marichamy, G., & Rajagopal, S. (2009). Effect of temperature, dissolved oxygen variation and evaporation rate in marine aquarium. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 1(3), 72-77.
- Neat, F. C., Taylor, A. C., Huntingford, F. A., 1998. Proximate costs of fighting in male cichlid fish: the role of injuries and energy metabolism. *Animal Behavior*, 55 (4), 450-457.
- Oliveira, J., Silveira, M., Chacon, D., Luchiari, A., 2015. The zebrafish world of colors and shapes: preference and discrimination. *Zebrafish*, 12 (2), 166-173.
- 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, 135-166.
- Olivotto, I., Chemello, G., Vargas, A., Randazzo, B., Piccinetti, C. C. & Carnevali, O. 2017. Marine ornamental species culture: From the past to “Finding Dory”. *General and Comparative Endocrinology*, 245, 116-121.
- Palmtag, M. & Holt, G. J. 2001. Spawning and rearing of the fire shrimp (*Lysmata debelius*) in captivity. *Aquaculture 2001: Book of Abstracts*, 512.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. Oxford University Press.
- Portavella, M., Vargas, J.P., Torres, B., Salas, C., 2002. The effects of telencephalic pallial lesions on spatial, temporal, and emotional learning in goldfish. *Brain Research Bulletin*, 57 (3-4), 397-399.
- Pulliam, H.R., 1973. On the advantages of flocking. *Journal Theoretical Biology*, 38 (2), 419-422.
- Réale, D., Reader, S.M., Sol, D., McDougall, P.T., Dingemans, N.J., 2007. Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82 (2), 291-318.

Rescorla, R. A. (1988). *Pavlovian conditioning: It's not what you think it is*. *American Psychologist*, 43(3), 151-160.

Rhyne, Andrew L., Tlusty, Michael F., Schofield, Pamela J., Kaufman, Les, Morris Jr., James A., & Bruckner, Andrew W. (2012). Revealing the appetite of the marine aquarium fish trade: The volume and biodiversity of fish imported into the United States. *PLoS ONE*, 7 (5), e35808.

Roberts, R. J. (2012). *Fish pathology* (4th ed., pp. 97-110). Wiley-Blackwell.

Rollin, B. E. (1995). The Frankenstein syndrome: Ethical and social issues in the genetic engineering of animals. *Animal Law Review*, 1(1), 65-106.

Rosales-Conrado, N., & Peña-Martínez, J. (2023). Adding Sustainability in Analytical Chemistry Education through Monitoring Aquarium Water Quality. *Sustainable Chemistry*, 4(3), 282-303.

Sahoo, S. K., & Mishra, B. K. (2005). *Water quality management in aquaculture* (pp. 101-110). Springer.

Salena, M. G., Turko, A. J., Singh, A., Pathak, A., Hughes, E., Brown, C., & Balshine, S. (2021). Understanding fish cognition: a review and appraisal of current practices. *Animal Cognition*, 24, 395-406.

Sandovy, Y. (1992). "A preliminary assessment of the marine aquarium export trade in Puerto Rico". In: *Proceedings of the 7th International coral Reef symposium* (ed. Richmand, R. H.) Guam, University of Guam press. Vol. 2, pp. 1014-1022.

Sangiao-Alvarellos, S., Arjona, F. J., del Río, M. P. M., Míguez, J. M., Mancera, J. M., & Soengas, J. L. (2005). Time course of osmoregulatory and metabolic changes during osmotic acclimation in *Sparus auratus*. *Journal of Experimental Biology*, 208(22), 4291-4304.

Sauder, L. A., Engel, K., Stearns, J. C., Masella, A. P., Pawliszyn, R., & Neufeld, J. D. (2011). Aquarium nitrification revisited: Thaumarchaeota are the dominant ammonia oxidizers in freshwater aquarium biofilters. *PloS one*, 6(8), e23281.

Schroeder, P., Jones, S., Young, I., & Sneddon, L. (2014). What do zebrafish want? Impact of social group size, environmental complexity and colour preference on behaviour and preference. *Applied Animal Behaviour Science*, 155, 86-95.

Shaghghi, N., Nguyen, T., Patel, J., Soriano, A., & Mayer, J. (2020, October). Doxy: Dissolved oxygen monitoring. In *2020 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)* (pp. 1-4). IEEE.

Singer, P. (1975). *Animal liberation*. HarperCollins.

Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. Appleton-Century.

Smith, S. A. (2023). Fish welfare in public aquariums and zoological collections. *Animals*, 13 (16), 2548.

Sneddon, L.U. (2006). Ethics and welfare: pain perception in fish. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 26 (1), 6-10.

Sneddon, L. U., Braithwaite, V. A., & Gentle, M. J. (2003a). Do fish have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1520), 1115-1121.

Sneddon, L. U., Braithwaite, V. A., & Gentle, M. J. (2003b). Novel object test: examining nociception and fear in the rainbow trout. *Journal of Pain*, 4 (8), 431-440.

Spotte, S. (1993). *Marine aquarium keeping*. John Wiley & Sons.

Sutherland, W. J. (1998). The significance of taxis and other movement patterns in fish migrations. In *Behavioural Ecology of Fish* (pp. 45-70). Blackwell Scientific Publications.

Vajargah, M. F., & Yalsuyi, A. M. (2022). An Overview of Ammonia Poisoning in Aquariums. *Journal ISSN*, 2766, 2276.

Volpato, G. L. (2000). Pesque-e-solte: uma análise crítica. *Revista Plural*, 1, 9-20.

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*.

Ward, P., Zahavi, A., (1973). The importance of certain assemblages of birds as “information-centers” for food-finding. *Ibis*, 115 (4), 517-534.

Wilson, D.S., Clark, A.B., Coleman, K., Dearstyne, T., (1994). Shyness and boldness in humans and other animals. *Trends in Ecology & Evolution*, 9 (11), 442-446.

Wilson, R. W., & Zdanowicz, V. S. (2008). Effects of ammonia on fish physiology and ecology. In J. L. McDonald & M. S. Bolger (Eds.), *Aquatic Toxicology and Environmental Fate* (pp. 35-48). Springer.

Wilson, R. W., & Zdanowicz, V. S. (2008). The effects of environmental stressors on fish health. In *Aquaculture: An introductory text* (pp. 302-315). Wiley-Blackwell.

Wittenrich, M. L. (2007). *The Complete Illustrated Breeder's Guide to Marine Aquarium Fishes*. Neptune City; Charlotte: T.F.H. Publications/Microcosm Ltd.

Wrangham, R. W. (1980). An ecological model of female-bonded primate groups. *Behaviour*, 75 (3-4), 262-300.

Xu, Z., Cao, J., Qin, X., Qiu, W., Mei, J., & Xie, J. (2021). Toxic effects on bioaccumulation, hematological parameters, oxidative stress, immune responses and tissue structure in fish exposed to ammonia nitrogen: a review. *Animals*, 11(11), 3304.

Anexos

Anexo I

Data	Sistema	Temperatura (°C)	pH	Salinidade	Oxigênio dissolvido (%)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Amônia (mg/L)	Alimentação	Mortalidade
11/12/2023	A	18.7	8.07	32.27	98.2			2		
11/12/2023	B	18.7	8.09	32.17	96.2			2		
11/12/2023	C	18.6	8.12	32.08	98.7			1.5		
11/12/2023	D	18.6	8.1	32.12	92.8			1.5		
12/12/2023	A	19.4	8.17	32.21	91.3			1		3 mortos (A) e 2 mortos (B)
12/12/2023	B	19.4	8.15	32.15	87.7			1		
12/12/2023	C	19.4	8.14	32.14	86.1			0.8		
12/12/2023	D	19.3	8.14	32.27	82.3			0.8		
13/12/2023	A	18.7	8.02	32.54	104.3			0.8		2 mortos (A) e 3 mortos (B)
13/12/2023	B	18.7	8.07	32.29	96.6			0.8		
13/12/2023	C	18.8	8.09	32.28	90.8			0.4		
13/12/2023	D	18.6	8.1	32.39	87.1			0.4		
14/12/2023	A	17.9	8.14	32.74	109.8			0.4		
14/12/2023	B	18.1	8.13	32.5	98.1			1.2		
14/12/2023	C	18.1	8.13	32.51	93.6			0.8		
14/12/2023	D	17.9	8.13	32.57	91.6			0.8		
15/12/2023	A	16.9	8.15	32.87	115.4			0.4		
15/12/2023	B	17.2	8.15	32.6	105.4			0.8		
15/12/2023	C	17.2	8.16	32.65	98.3			0.8		
15/12/2023	D	17.0	8.16	32.72	91.8			0.8		
16/12/2023	A	16.5	8.16	32.98	119			0.2		
16/12/2023	B	16.8	8.17	32.71	104.9			0.4		
16/12/2023	C	16.8	8.16	32.79	96.7			0.8		
16/12/2023	D	16.6	8.17	32.83	91.1			0.8		
17/12/2023	A	16.3	8.12	32.91	115.1			0.2		
17/12/2023	B	16.5	8.13	32.8	102.6			0.4		
17/12/2023	C	16.1	8.13	32.82	97.8			0.8		
17/12/2023	D	15.9	8.11	32.9	92.1			0.8		
18/12/2023	A	15.7	8.1	33.14	117.5			0.2		

18/12/2023	B	16.1	8.12	32.9	104.1			0.4		
18/12/2023	C	16.0	8.11	32.98	96.3			1.2		
18/12/2023	D	15.7	8.12	33.01	92.9			1.2		
19/12/2023	A	15.5	7.87	33.28	108.2			0.2		
19/12/2023	B	15.2	7.87	33.05	94.9			0		
19/12/2023	C	15.9	8.03	32.04	90.4			0.4		
19/12/2023	D	15.6	8.06	33.49	91.2			0.4		
21/12/2023	C	16.2	8.02	32.41	123.7			0.4		1 morto (A) e 1 morto (B)
21/12/2023	D	16.1	8.07	32.57	108.2			0.8		
23/12/2023	C							0.4		
23/12/2023	D							0.8		
28/12/2023	C	15.9	7.85	33.15	98.6			0.8		
28/12/2023	D	15.6	7.96	33.21	94.7			0.8		
29/12/2023	C	16.2	7.8	33.02	112.8			0.2		
29/12/2023	D	15.9	7.92	33.14	99			0.4		
30/12/2023	C	16.2	8.07	32.94	113.3			0.2		
30/12/2023	D	16.1	8.1	33.11	91.1			0.2		
31/12/2023	C	16.8	8.07	33.11	98.4			0.2		
31/12/2023	D	16.6	8.1	33.01	89.1			0.4		
02/01/2024	C	16.6	8.11	32.57	98.8			0		1 morto (C)
02/01/2024	D	16.5	8.12	32.82	89.1			0.2		
03/01/2024	C	17.8	8.14	32.84	91.2			0		
03/01/2024	D	17.7	8.12	32.9	88.5			0.4		
04/01/2024	C	17.7	8.09	32.26	93.2			0		
04/01/2024	D	17.6	8.09	32.33	90.1			0.2		
05/01/2024	C	17.3	8.15	32.33	99.9			0		
05/01/2024	D	17.3	8.16	32.56	92.5			0		
06/01/2024	C	16.8	8.17	32.42	100.6			0		
06/01/2024	D	16.7	8.16	32.65	94.2			0		
07/01/2024	C	15.8	8.15	32.51	98.2			0		
07/01/2024	D	15.8	8.14	32.3	91.2			0		
08/01/2024	C	15.5	8.18	32.45	106.7	5	0.1	0		
08/01/2024	D	15.6	8.18	32.59	95.6	5	0.3	0		
09/01/2024	C	14.7	7.96	32.74	100.8	10	0.1	0		

09/01/2024	D	14.4	8,00	32.7	97.5	5	0.2	0		
10/01/2024	C	15.7	7,95	32.8	105.9	5	0.1	0		
10/01/2024	D	15.8	8,14	32.3	97.2	5	0.2	0		
11/01/2024	C	16.4	8,01	32.85	102.5	5	0.2	0		
11/01/2024	D	16.3	8,04	32.82	97.8	5	0.3	0.2		
12/01/2024	C	16.7	7,81	32.97	101.4	5	0.2	0		
12/01/2024	D	16.3	7,9	32.93	97	10	0.5	0		
13/01/2024	C	17.7	7,89	33.13	97.9	5	0.2	0		
13/01/2024	D	17.3	7,95	32.99	92.6	10	0.5	0.2		
14/01/2024	C	18.4	8,05	33.13	103.4	5	0.1	0		
14/01/2024	D	18.3	8,07	33.03	96.6	5	0.3	0		
15/01/2024	C	16.9	8,26	32.15	102.3	5	0.05	0		
15/01/2024	D	16.9	8,24	31.99	93.2	5	0.2	0		
16/01/2024	C	16.5	7,86	32.22	98.4	5	0.05	0		
16/01/2024	D	16.5	7,91	32.06	93.2	5	0.2	0		
17/01/2024	C	20.0	7,88	32.3	96.9	5	0.1	0		
17/01/2024	D	19.6	7,97	32.13	90.1	5	0.2	0		
18/01/2024	C	21.2	7,9	32.44	97.7	5	0.05	0		
18/01/2024	D	20.7	7,99	32.25	89.6	5	0.2	0		
19/01/2024	C	19.9	8,35	31.47	92.4	5	0.05	0		
19/01/2024	D	19.6	8,39	31.29	85.3	5	0.1	0		
20/01/2024	C	18.6	8,24	31.55	94.9	5	0	0		1 morto (D)
20/01/2024	D	18.4	8,29	31.46	92.1	5	0.2	0		
21/01/2024	C	16.7	8,22	31.8	92.8	5	0.1	0		1 morto (D)
21/01/2024	D	16.5	8,27	31.66	89.9	2	0	0		
22/01/2024	C	16.0	8,31	31.95	102	5	0	0		
22/01/2024	D	15.9	8,33	31.81	94.2	2	0	0		
23/01/2024	A	18.0	8,27	34.28	101.5	10	0.1	0		
23/01/2024	C	18.2	8,31	32.05	95.3	2	0	0		
24/01/2024	A	18.4	8,33	33.36	94.6	5	0.1	0		
24/01/2024	C	18.4	8,37	32.17	91.6	5	0	0		
25/01/2024	A	18.7	8,34	32.85	91.1	20	0.2	0.2		1 morto (D)
25/01/2024	C	18.8	8,37	32.29	92.9	5	0	0		
26/01/2024	A	17.1	8,23	32.65	94	10	0.2	0.2		

26/01/2024	C	17.4	8.28	32.39	92	5	0	0		
27/01/2024	A	16.3	8.35	32.36	94.1	10	0.2	0		
27/01/2024	C	16.6	8.4	32.47	88.8	10	0.05	0		
28/01/2024	A	16.5	8.27	32.27	98.7	5	0.1	0		
28/01/2024	C	16.8	8.2	32.45	94	5	0	0		
29/01/2024	A	15.9	8.41	32.23	98.2	2	0	0		1 morto (D)
29/01/2024	C	16.2	8.44	32.53	90.9	5	0	0		
30/01/2024	A	15.8	8.29	34.35	99.1	5	0	0		
30/01/2024	C	16.1	8.32	34.61	102.5	10	0.05	0		
31/01/2024	A	15.6	8.33	33.79	98.7	5	0	0		
31/01/2024	C	15.9	8.39	34.13	101.4	10	0	0		
01/02/2024	C	17.7	8.33	31.36	111.2	10	0	0		2 mortos (D)
02/02/2024	C	18.2	8.4	31.47	104.6	5	0	0		
03/02/2024	C	18.1	8.32	31.61	97.1	5	0	0		
04/02/2024	C	18.2	8.26	31.79	102.7	5	0	0		
05/02/2024	C	18.1	8.3	31.94	104.1	5	0	0		
06/02/2024	C	18.4	8.39	31.96	104.1	5	0	0		
07/02/2024	C	18.7	8.31	32.1	102.8	5	0.05	0		
08/02/2024	C	18.1	8.3	32.2	102.9	5	0	0		
09/02/2024	C	16.8	8.32	32.29	104.3	5	0	0		
10/02/2024	C	15.8	8.37	32.38	101.6	5	0	0		2 mortos (C)
11/02/2024	C	16.1	8.32	32.49	104.5	5	0	0		
12/02/2024	C	16.0	8.3	32.63	107	5	0	0		
13/02/2024	C	15.7	8.32	32.6	104.3	5	0	0		
14/02/2024	C	16.3	8.29	32.64	104.2	5	0	0		
15/02/2024	C	16.1	8.31	32.62	102.7	10	0.1	0		
16/02/2024	C	15.8	8.28	32.61	105.7	10	0.1	0		
17/02/2024	C	15.8	8.23	32.83	106	5	0.1	0		
18/02/2024	C	15.7	8.31	32.79	105.1	5	0.05	0		
19/02/2024	C	15.3	8.29	32.93	107.8	5	0	0		
20/02/2024	C	15.4	8.28	33.1	103.9	5	0	0		
21/02/2024	C	15.6	8.31	33.4	105.9	5	0	0		
22/02/2024	C	18.3	8.27	33.82	105.6	5	0	0		
23/02/2024	C	15.2	8.22	33.93	102.7	5	0	0		

Tabela I: Tabela de registo dos parâmetros relacionados com a qualidade da água, alimentação dos Rascassos da Madeira e mortalidade.

