

# A senciência em decápodes e a sua importância na construção de sistemas enriquecidos - Um projeto no SEA LIFE Porto.

Inês Cardoso Ribeiro

**M**  
2017



A senciência em decápodes  
e a sua importância na construção  
de sistemas enriquecidos  
- Um projeto no SEA LIFE Porto.

Inês Cardoso Ribeiro





Inês Cardoso Ribeiro

**A senciência em decápodes e a sua importância na  
construção de sistemas enriquecidos – Um projeto no SEA  
LIFE Porto**

Dissertação de Candidatura ao grau de Mestre em  
Ciências do Mar – Recursos Marinhos, submetida ao  
Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, da  
Universidade do Porto.

Orientador – Ana Sofia Poças da Costa Ferreira

Categoria – display Curator

Afiliação – SEA LIFE Porto

Coorientador - Eduardo Jorge Sousa da Rocha

Categoria – Professor Catedrático

Afiliação – ICBAS – U.Porto



# Abstract

The term sentience refers to a primordial state of consciousness that allows the individual to cope with his environment, to establish conspecific and heterospecific relations and to evaluate actions and their consequences. It also allows a certain level of emotions. In the emotion concept it is possible to enhance the pain feeling. Pain and suffering are responsible for malaise which can, in its own terms, conduct to disease and death. In this way, the aim is to avoid the damage. However, in order to avoid it, is necessary a full comprehension of it.

Sentient covers a wide range of living organisms in the planet, however, the acceptance of its presence in invertebrates, is yet, target of discussion. Recently, it was included the cephalopod (squids, octopuses, nautilus) in legislation regarding the animal welfare question. Nevertheless, despite the attempt of the European Food Safety Authority's Scientific Panel of Health and Wellbeing to include the decapod (lobsters, prawns, crabs), its access was denied by the European Commission. The reason for that, was their non-classification as sentient beings and apparent inability to process pain. Pain, in this case, would be the result of a pure reflex reaction to a noxious stimulus.

In the attempt to demonstrate the possibility of this kind of mechanism being present in the decapod, it is used the analogy as a method. In this way, the utilization of vertebrate's indicators of pain is adapted to access the same feeling in decapod. In the context of this dissertation this will be achieved through bibliography data. Thus, sentient living beings, able to process pain, should be included in welfare measures, one of which, the supply of environmental enrichment in captive animals, in this case, the aquarium.

Like this, the main goal of the welfare area is to ensure the conservation of species, over the use of defined measures based on the needs of the individual. In this way, to conserve is also to instruct. The aquarium arises, thus, as an educational measure made up for men.

In this way, the following dissertation proposes to: (1) demonstrate the possibility of sentience being present in decapod crustaceans, through the utilization of bibliography data; (2) emphasize the importance of environmental enrichment as an animal welfare measure; (3) expose the importance of aesthetics in the aquarium trade; (4) highlight the importance of aquarism as a conservation measure; (5) elaborate an aquarism exposition at SEA LIFE Porto.



# Resumo

O termo senciência refere-se a um estado de consciência primordial que permite ao indivíduo avaliar o meio, estabelecer relações com coespecíficos e heteroespecíficos, avaliar ações e as suas consequências, e ainda, ter acesso a um determinado nível de emoções. No conceito emoção destaca-se a dor, uma vez que a mesma será causadora de mau-estar, o que poderá inevitavelmente conduzir à morte. Neste sentido, o objetivo é evitar o dano, no entanto, para o evitar é primeiro necessário entendê-lo.

A senciência abrange a grande maioria dos seres vivos do planeta, no entanto, a sua aceitação em invertebrados continua a ser alvo de discussão. Recentemente, foram incluídos os cefalópodes (lulas, polvos, náutilus, etc) na legislação referente a bem-estar animal. Apesar da tentativa de inclusão dos decápodes (lagostas, camarões, caranguejos), pelo Painel Científico de Saúde e Bem-estar, da Autoridade Europeia de Segurança Alimentar, a sua admissão não foi aceite pela Comissão Europeia, isto, porque os mesmos não seriam classificados como seres sencientes, e como tal, incapazes de processar a dor. Assim, a reação a um estímulo nocivo será apenas resultado de um simples ato reflexo.

Na tentativa de demonstrar a possibilidade de este tipo de mecanismo estar presente em decápodes utiliza-se a analogia como método, através de uma série de indicadores da bibliografia utilizados para definir a dor em vertebrados. Seres sencientes, capazes de processar a dor, deverão ser portanto incluídos em medidas de bem-estar animal, uma das quais, o fornecimento de ambientes enriquecidos em sistemas de alojamento, neste caso, o aquário.

O objetivo máximo da área do bem-estar animal será assim assegurar a conservação das espécies, através de medidas definidas pela compreensão das necessidades das mesmas. Neste sentido, conservar é também educar. O aquário surge assim, também na sua forma expositora, enquanto medida educacional para o homem.

Neste sentido, a seguinte dissertação propõem-se a: (1) demonstrar a possibilidade da presença de senciência em crustáceos da ordem decápodes, através de dados da bibliografia; (2) realçar a importância de um ambiente enriquecido em sistemas de alojamento aquáticos como medida de bem-estar animal; (3) expôr a importância da estética em sistemas de alojamento; (4) destacar a importância do aquarismo enquanto medida de conservação; (5) elaborar uma exposição em aquarismo no SEA LIFE Porto.



# Índice

<b>Abstract</b> .....	i
<b>Resumo</b> .....	iii
<b>Lista de tabelas</b> .....	ix
<b>Lista de figuras</b> .....	xi
<b>Introdução</b> .....	1
<b>1 O Argumento</b> .....	7
1.1 A visão antropomórfica .....	9
1.2 Evidências: Decapoda, seres sencientes.....	13
1.2.1 Decápodes – Descrição da ordem.....	13
1.2.2 A capacidade de sentir .....	19
1.2.3 Decápodes, seres sencientes .....	29
<b>2 O Enriquecimento ambiental</b> .....	53
2.1 Definições e contextualizações .....	55
2.1.1 O que é? .....	55
2.1.2 Abordagens ao enriquecimento ambiental .....	56

2.2	Enriquecimento ambiental enquanto medida de bem-estar animal.....	58
2.2.1	Relevância ecológica .....	60
2.2.2	Alojamento .....	62
2.3	O enriquecimento ambiental e a estética .....	68
2.3.1	O aquarismo .....	69
2.3.2	Aquarismo - A dualidade.....	71
<b>3</b>	<b>O projeto .....</b>	<b>75</b>
3.1	Descrição do projecto .....	77
3.1.1	O Projeto – Introdução e Objetivos.....	77
3.1.2	Obras de Outros autores.....	80
3.1.3	Planeamento .....	82
3.2	Construção de sistemas enriquecidos.....	87
3.2.1	Recolha de dados.....	87
3.2.2	Projeção.....	97
3.2.3	Propostas finais .....	101
3.2.4	Construção - Aspetos técnicos.....	107
3.2.5	Construção dos ecossistemas .....	111
3.2.6	Resultado final .....	113
3.3	Discussão – Avaliação – Reajustes.....	121

3.3.1	Estratégia individual - Construção dos aquários .....	121
3.3.2	Estratégia geral - Disposição dos aquários .....	129
3.3.3	O Homem como condicionante.....	130
3.3.4	Aspetos positivos.....	133
3.3.5	Dados qualitativos .....	134
3.3.6	Soluções propostas.....	135
<b>Conclusão e perspectivas futuras.....</b>		<b>136</b>
<b>Referências.....</b>		<b>139</b>



## Lista de tabelas

<b>Tabela 1</b>	Critérios utilizados na descrição de dor em Vertebrados e Invertebrados (Adaptado de Sneddon, 2015). .....	31
<b>Tabela 2</b>	Catálogo de material.....	86
<b>Tabela 3</b>	Recolha de dados <i>Panulirus versicolor</i> .....	88
<b>Tabela 4</b>	Recolha de dados <i>Macrocheira kaempferi</i> . .....	89
<b>Tabela 5</b>	Recolha de dados <i>Homarus gammarus</i> . .....	91
<b>Tabela 6</b>	Recolha de dados <i>Nephrops norvegicus</i> . .....	92
<b>Tabela 7</b>	Recolha de dados <i>Maja squinado</i> . .....	94
<b>Tabela 8</b>	Recolha de dados <i>Cardisoma armatum</i> . .....	95
<b>Tabela 9</b>	Dimensão dos aquários. ....	107
<b>Tabela 10</b>	Valores de temperatura dos aquários adaptados a cada espécie. ....	108
<b>Tabela 11</b>	Sistema de filtração de cada aquário. ....	108



## Lista de figuras

<b>Figura 1</b>	Ernst Haeckel. 1904. “Decapoda, plate 86”, <i>Kunstformen der Natur</i> . Domínio público, <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=605473">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=605473</a> .....	12
<b>Figura 2</b>	Aspectos da morfologia externa de Decápodes. ....	15
<b>Figura 3</b>	Esquema elucidativo da relação que se estabelece entre estados do intelecto.....	24
<b>Figura 4</b>	Sistema nervoso dos Decápodes. Adaptado de Kamemoto (1976) e Wahle et al (2012).....	32
<b>Figura 5</b>	Diferentes tipos de enriquecimento ambiental (adaptado de Young, 2003; Husband <i>et al.</i> , 2008). ....	57
<b>Figura 6</b>	Estratégia adaptada no enriquecimento ambiental. ....	59
<b>Figura 7</b>	Etapas para a introdução da espécie em aquário. ....	62
<b>Figura 8</b>	Esquema resumo - relação entre o enriquecimento ambiental e os seus componentes. ....	67
<b>Figura 9</b>	Takashi Amano. 2017. “Florestas submersas” . Oceanário de Lisboa, Portugal (A).....	81
	Pierre Huyghe. 2014. “IN.BORDER.DEEP”. Hauser & Wirth, Londres, Inglaterra. © 2017 Hauser & Wirth. Retrieved from: <a href="https://www.hauserwirth.com/artists/63/pierre-huyghe/images-clips/7/">https://www.hauserwirth.com/artists/63/pierre-huyghe/images-clips/7/</a> (B).....	81
	Pierre Huyghe. 2011. “Zoodram 5”. County Museum of Art, Los Angeles, Estados Unidos da América. © Pierre Huyghe / Fotografia por Guillaume Zicarelli. Retrieved from: <a href="https://www.artsy.net/artwork/pierre-huyghe-zoodram-5">https://www.artsy.net/artwork/pierre-huyghe-zoodram-5</a> (C) .....	81
	Pierre Huyghe. 2011. “Zoodram 4”. Centre Pompidou, Paris, França. Cortesia de Pierre Huyghe; Marian Goodman Gallery, Nova York;	

Esther Schipper. Fotografia: © Guillaume Ziccarelli. © Adagp, Paris  
 2013. Retrieved from: <https://www.artsy.net/artwork/pierre-huyghe-zoodram-4> (D)..... 81

<b>Figura 10</b>	Cronologia.....	84
<b>Figura 11</b>	Construção de sistemas enriquecidos.....	85
<b>Figura 12</b>	Ilustração <i>Panulirus versicolor</i> (a); ilustração <i>Macrocheira kaempferi</i> (b). . .	90
	Técnica mista, aguarela e caneta sobre papel. ....	90
<b>Figura 13</b>	Ilustração <i>Homarus gammarus</i> (c); ilustração <i>Nephrops norvegicus</i> (d).....	93
	Técnica mista, aguarela e caneta sobre papel. ....	93
<b>Figura 14</b>	Ilustração <i>Maja squinado</i> (e); ilustração <i>Cardisoma armatum</i> (f). ....	96
	Técnica mista, aguarela e caneta sobre papel. ....	96
<b>Figura 15</b>	Processo - esboços para aquário de <i>Panulirus versicolor</i> .....	97
<b>Figura 16</b>	Processo - esboços para aquário de <i>Macrocheira kaempferi</i> (A), <i>Maja squinado</i> (B) e <i>Homarus gammarus</i> (C). ....	98
<b>Figura 17</b>	Processo - esboços para aquário de <i>Nephrops norvegicus</i> .....	99
<b>Figura 18</b>	Processo - esboços para aquário de <i>Cardisoma armatum</i> .....	100
<b>Figura 19</b>	Proposta final para aquário de <i>Panulirus versicolor</i> .....	101
<b>Figura 20</b>	Proposta final para aquário de <i>Macrocheira kaempferi</i> . ....	102
<b>Figura 21</b>	Proposta final para aquário de <i>Homarus gammarus</i> . ....	103
<b>Figura 22</b>	Proposta final para aquário de <i>Nephrops norvegicus</i> .....	104
<b>Figura 23</b>	Proposta final para aquário de <i>Maja squinado</i> .....	105
<b>Figura 24</b>	Proposta final para aquário de <i>Cardisoma armatum</i> . ....	106
<b>Figura 25</b>	Esquema concetual de funcionamento de um aquário. ....	110
<b>Figura 26</b>	Processo de construção dos aquários de <i>Panulirus versicolor</i> (A),	

	<i>Macrocheira kaempferi</i> (B) e <i>Homarus gammarus</i> (C).....	111
<b>Figura 27</b>	Processo de construção dos aquários de <i>Nephrops norvegicus</i> (D), <i>Maja squinado</i> (E) e <i>Cardisoma armatum</i> (F).....	112
<b>Figura 28</b>	Resultado final <i>Panulirus versicolor</i> .....	113
<b>Figura 29</b>	Resultado final <i>Macrocheira kaempferi</i> .....	114
<b>Figura 30</b>	Resultado final <i>Homarus gammarus</i> .....	115
<b>Figura 31</b>	Resultado final <i>Nephrops norvegicus</i> . ....	116
<b>Figura 32</b>	Resultado final <i>Maja squinado</i> . ....	117
<b>Figura 33</b>	Resultado final <i>Cardisoma armatum</i> .....	118
<b>Figura 34</b>	Disposição dos aquários no espaço expositivo. ....	119
<b>Figura 35</b>	Incidência de luz. ....	121
<b>Figura 36</b>	Marco territorial.....	123
<b>Figura 37</b>	Esboço para a posição dos abrigos. ....	126



# Introdução

A ecologia define-se como ramo da biologia responsável pelo estudo do meio natural. Implica, assim, o deslindar da complexa teia de relações que os vários organismos estabelecem entre si, com o meio que habitam e, inclusive, entre fatores abióticos, parte constituinte dos ecossistemas naturais.

Este intrincado de relações começa na gênese da vida, em seres muito simples e unicelulares, que evoluíram ao longo da escala temporal, originando a absurda diversidade de espécies terrestres e aquáticas. Esta evolução determina também quais espécies que subsistem, as que melhor se adaptam, adquirindo um conjunto de caracteres que as tornam mais aptas. O conjunto de caracteres adquiridos e que determinam a mutabilidade de todos estes organismos é, em grande parte, dependente da ação de fatores externos ao organismo em si, isto é, resultado da ação de fatores abióticos como a temperatura, a luz, a salinidade, a pressão, a mobilidade dos solos, etc. É também resultado da interação de fatores bióticos que se caracterizam, por exemplo, através de cadeias tróficas, que, por sua vez, refletem a fragilidade dos ecossistemas. A eliminação de um dos componentes da última irá, possivelmente, traduzir-se na falha do sistema na íntegra.

Retomando a gênese, a vida na Terra poderá dividir-se em dois meios muito distintos, o meio aquático e o meio terrestre. A diferença abismal que se estabelece entre eles traduz-se nas formas de vida que os compõem, morfológicamente diferentes mas curiosamente adaptadas de forma análoga. A vida no planeta estabelece-se, assim, através de um complexo equilíbrio que é muito próprio e sensível.

O Homem, também ele peça fulcral na dinâmica do planeta, na referida teia de conexões, é determinante em muitas destas relações, que define, a princípio, com base numa conceção egocêntrica ou então, antropomórfica, através da qual se assume como centro imperial, projetando assim, as suas particularidades no restante mundo animal. O impacto desta ideologia é visível nas relações que estabelecemos com os demais seres vivos, nas formas como os entendemos ou queremos entender.

Nesta mesma ordem de pensamento poderemos dizer que a ecologia mais do que uma ciência é também uma ação de conservação, que surge com o Homem para o Homem mas acima de tudo, em prol da vida e da sua sustentação. O surgimento deste conceito será, portanto, resultado de séculos de atuação de fatores antropogénicos sobre a vida natural e que vão desde a depleção dos stocks marinhos, resultado da sobrepesca, à poluição de habitats e, conseqüente envenenamento dos organismos que os ocupam, à destruição

dos solos, à infiltração das águas, à destruição das florestas e da sua biodiversidade, ao corrompimento das cadeias tróficas e à extinção de espécies, entre muitos outros.

Para conservar o Homem tem que entender, tem que expor, tem que educar, tem que regulamentar, tem que tornar facto e tem que tornar lei. Entender é, portanto o pilar da cascata que se desenrola. Para entender o restante mundo animal é preciso desconectar da matéria humana e perceber, como já referido, que o mundo se compõe em vários meios, povoados por diferentes espécies, que evoluíram de forma distinta pois foram sujeitas a diferentes pressões. No entanto, é também visível em todo o mundo animal, uma espécie de plano no qual vários elementos em comum se agregam. Elemento, neste contexto, refere-se a caracteres morfológicos e fisiológicos distintos cuja função será a mesma, fruto de pressões seletivas semelhantes – caracteres análogos. Esta analogia que se estabelece é, portanto, fundamental na compreensão de um segundo.

Neste sentido, aliada à conservação, encontra-se a ética, e a concomitante área do bem-estar animal. A ética e o bem-estar sucedem a compreensão, isto, porque, na tentativa da compreensão ou fruto da mesma, é necessário tomar medidas que reduzam o potencial de estímulos negativos a que determinado ser vivo é sujeito quando distante do seu meio natural, até porque, o objetivo da conservação, enquanto medida humana, é exatamente esse, assegurar a perpetuação e sobrevivência de todas as espécies.

Conservar é também educar. Para educar é preciso expor. A estética poderá surgir, aqui, como meio expositor. O conceito de estética, apesar de ambíguo e pessoal, procura a aproximação ao belo. Já o conceito de belo, também ele, poderá desdobrar-se numa grande variedade de sensações e consequentes definições. No entanto, o ideal será a aproximação entre o Homem e o objeto. Neste caso em específico, entre o homem, o animal, e o seu ecossistema natural.

A exposição, como meio de educação surge assim de diversas formas. Quando falamos em conservação aquática e natureza poderá surgir numa forma em específico, o aquário. O aquário explora as relações que os animais aquáticos estabelecem com o seu habitat natural, procurando elucidar o visitante sobre as mesmas. O aquário, tal como um livro ou documentário, é uma forma de conhecimento. É também a única que permite ao homem o contato direto com o meio aquático e as suas formas de vida.

Neste contexto, a seguinte dissertação, procura a conexão de todos os pontos acima referidos. Assim, deverá ser entendida como uma revisão bibliográfica acompanhada por um projeto de aquarismo.

A ideia surge na tentativa de aliar as artes e as ciências, como duas áreas metodologicamente diferentes mas que em muito se aproximam: na procura do conhecimento e na

tentativa de educação. No desenrolar da própria, estas duas áreas tomam sentidos ligeiramente distintos, mas relacionados, aliando-se a ética à estética, através do aquarismo ou aquariofilia.

A dissertação subdivide-se, assim, em 3 capítulos principais: 1- O Argumento; 2- O Enriquecimento Ambiental; 3- O Projeto.

O argumento, apesar de ser o primeiro capítulo da dissertação, surge como consequência do Projeto em aquarismo, que teve lugar no SEA LIFE Porto, e que alberga seis espécies distintas de crustáceos da ordem decápodes. Após alguma pesquisa, percebeu-se que estes não estariam incluídos em regulamentação que procurasse assegurar o seu bem-estar e portanto, os mesmos seriam descurados de cuidados éticos. A razão para tal seria a não classificação destes seres como sencientes, incapazes de processar a dor, já que seriam vistos como meras máquinas funcionais cuja reação a um estímulo nocivo seria fruto de um simples ato reflexo. Procura-se assim, através de bibliografia, encontrar dados suficientes para inferir positivamente sobre a presença deste mecanismo nos mesmos. O argumento procura pois compreender estes seres, já que a compreensão será o primeiro passo na conservação.

Classifica-se a Senciência, desta forma, como a base, mais simples, de processos complexos do intelecto, assumindo, hipoteticamente, que a mesma será o pilar da mente, que terá, também ela, evoluído através de formas mais simples da sua composição. Um ser senciente será, portanto, capaz de processar a componente psicológica que também compõe o processo da dor. A avaliação de possíveis situações dolorosas é assim uma das formas que permite a dedução de que os decápodes serão seres mais complexos do que aquilo que se supõe.

Na tentativa de comprovar esta mesma premissa, utiliza-se a analogia como método, recorre-se, por conseguinte, a uma série de indicadores, utilizados para definir a dor em vertebrados, adaptando os mesmos à procura da dor em decápodes. São eles: Sistema nervoso adequado e recetores sensoriais; Presença de recetores opioides e evidências de redução de dor com tratamento por anestesia; *Learned avoidance*; Resposta a um estímulo, resultado da interação de vários sistemas motivacionais; Reações motoras de proteção; Alterações fisiológicas; Capacidades cognitivas elevadas e Senciência.

Assume-se, desta forma, após a recolha de dados bibliográficos e de forma hipotética, os decápodes, como seres sencientes, capazes de processarem psicologicamente a dor e como tal capazes de avaliar situações de stresse. Esta avaliação implica também que

os mesmos deverão ser sujeitos, de forma criteriosa, a cuidados éticos que proporcionem bem-estar, neste caso em específico, através do fornecimento de um ambiente enriquecido em sistemas de alojamento.

O segundo capítulo desta dissertação, o Enriquecimento Ambiental, procura rever os pontos fulcrais do mesmo, contextualizando e definindo conceitos, esclarecendo ainda os aspetos técnicos no funcionamento de um aquário. Procura também fazer a ponte entre a ética e a estética. Como tal, subdivide-se em dois subcapítulos principais — o primeiro designa-se “o enriquecimento ambiental enquanto medida de bem-estar animal”, onde são abordadas as vantagens do mesmo para a vida do animal em cativeiro. Reflete também sobre a perspetiva do enriquecimento enquanto veículo potenciador da clausura, e como tal, visto por muitos de forma pejorativa.

O segundo, apelidado de o enriquecimento ambiental e a estética, inclui o aquarismo, na circunstância expositora, como medida educacional. Explora-se também neste último, o homem como fator condicionante no declarado bem-estar. Isto, porque, num aquário, desenhado para o animal mas cujo objetivo é a aproximação, através da estética, do homem a este, o primeiro torna-se um claro condicionador do segundo. O espaço e a própria composição do aquário são formulados não só para o animal mas também para o observador que o avalia.

O aquarismo surge assim, também ele, sob efeito da condicionante antropogénica, já que por um lado permite a conexão do Homem ao mundo subaquático sobre o princípio de que a conservação das espécies é apenas possível através da conservação dos seus ecossistemas, mas por outro não o desconecta – ele, o Homem- da problemática.

Estabelece-se assim uma revisão que suporta um pequeno projeto de aquarismo que tem lugar no SEA LIFE Porto. Como já referido, o projeto – Construção de Sistemas Enriquecidos - acolhe seis espécies distintas de crustáceos da ordem decápodes: *Panulirus versicolor*, *Macrocheira kaempferi*, *Homarus gammarus*, *Nephrops norvegicus*, *Maja squinado*, e *Cardisoma armatum*. Sendo o principal objetivo a construção de seis ambientes distintos para cada uma das espécies em exposição, com base em referências sobre o enriquecimento ambiental, como medida de bem-estar animal, na tentativa de elucidar o público visitante sobre a importância de todas as espécies no holístico ecossistema natural.

O projeto refere ainda alguns autores destacados na área: Takashi Amano (1954 – 2015), mestre em aquariofilia e fotógrafo do natural de origem Japonesa e Pierre Huyghe, artista francês, formado pela escola nacional de artes decorativas, Paris,

França, reconhecido pelos seus trabalhos em manipulação de ecossistemas vivos e pela introdução do conceito de ecocentrismo, que surge em oposição ao antropocentrismo, no mundo da arte.

O projeto – Construção de Sistemas Enriquecidos – poderá subdividir-se em: 1- Recolha de Dados; 2- Proposta Final; 3- Construção; 4- Resultado Final. É também importante referir que o mesmo não se propõe como ensaio experimental, como tal, a análise de dados quantitativos nunca será o objetivo. Neste sentido, deverá, apenas ser entendido na sua forma expositora.

Com isto em mente, os objetivos a que esta dissertação se propõe são:

- Demonstrar a possibilidade da presença de senciência em crustáceos da ordem decápodes, através de dados da bibliografía;
- Destacar a importância de um ambiente enriquecido em sistemas de alojamento aquáticos como medida de bem-estar animal;
- Expor a importância da estética em sistemas de alojamento;
- Destacar a importância do aquarismo enquanto medida de conservação;
- Elaboração de uma exposição em aquarismo no SEA LIFE Porto.



# O Argumento

The question is not can they reason? Nor, Can  
they talk? But, Can they suffer?

Jeremy Bentham, The Principles of Moral and Legislation (1789)



## 1.1 A visão antropomórfica

Após a leitura de “Attribution of cognitive states to animals: Anthropomorphism in comparative perspective” (Eddy *et al.*, 1993) refletiu-se sobre a necessidade que o homem tem de inferir sobre os estados mentais e físicos de coespecíficos e heteroespecíficos com base nas suas próprias experiências. Segundo a definição, Antropomorfismo é a atribuição de características humanas a animais, elementos da natureza e formas inânimes (Eddy *et al.*, 1993). Partindo deste pressuposto existe então uma clara tendência para o Homem se relacionar com indivíduos mais semelhantes a si – Vertebrados – negligenciando aqueles cujo aspeto é distinto – Os invertebrados (Carere *et al.*, 2011).

Voltando à origem, o Antropomorfismo surge provavelmente fruto de uma evolução seletiva e intraespecífica que primou a capacidade de “self-awareness” (Eddy *et al.*, 1993). Esta capacidade manifesta-se através da análise de experiências pessoais num processo cognitivo que nos permite sentir, processar e armazenar informação (Dawkins, 2001). Desta forma é possível intuitivamente deduzir sobre outros seres humanos e inevitavelmente sobre outras espécies, estabelecendo padrões comportamentais sobre os mesmos utilizando a nossa experiência como modelo (Eddy *et al.*, 1993). Cria-se assim uma base hipotética, testável, para muitos casos da ciência em geral. Isto é, geram-se hipóteses, questões ou teorias, baseadas na experiência humana mas cujo objetivo será a compreensão do restante.

No entanto, será legítimo generalizar? Isto é, utilizar esta base antropomórfica como guia em pesquisa científica e principalmente como guia para medidas relacionados com o bem-estar de animais em cativeiro, mais precisamente, nos cuidados ou ausência destes, que cada espécie requer ou não.

É impossível negar as enormes diferenças anatómicas e comportamentais que os invertebrados apresentam relativamente ao Homem. Estes animais diferem radicalmente dos vertebrados e entre si, nomeadamente, em estratégias de sobrevivência e outros hábitos, que são dramaticamente dispares entre indivíduos do grupo o que provavelmente reflete a grande disparidade de indivíduos que o compõe (Kellert, 1993). Concluindo, a heterogeneidade caracteriza o grupo e por isso não é possível estabelecer uma única característica comum entre todos (Oliveira e Goldim, 2014).

Dada a grande diversidade de Invertebrados, que na realidade compõem cerca de 99% de todas as espécies do planeta, é normal que nos questionemos sobre se de facto estes serão simples seres autómata ou máquinas biológicas, como Descartes proclamava (Mather e Anderson, 2007).

## **Surge então a questão: será que o lapso entre vertebrados e invertebrados é assim tão grande?**

Começemos por realçar a dicotomia que deu origem a estes 2 grupos tão distantes entre si.

A base desta divergência filogenética reside na presença/ausência de vértebras em animais, uma classificação que remota à categorização de Aristóteles – onde os animais são separados de acordo com as semelhanças que apresentam em relação ao Homem (Oliveira e Goldim, 2014). Porém, apesar de correntemente utilizada, esta sistemática não expressa o grau de parentesco entre espécies, uma vez que “uma única característica, presente em um único filo é utilizada para separar todo o reino animal” (Oliveira e Goldim, 2014).

Sendo infundada a dicotomia que originou esta divisão do Reino Animal é justificável conceder o benefício da dúvida.

É desta forma legítimo ponderar se na imensidão deste grupo de Invertebrados, existem seres com mecanismos de processamento ou cognição análogos aos dos vertebrados e desta forma considerar se de facto a ausência de legislação que assume a sua proteção não será o único lapso aqui presente.

Na União Europeia essa proteção passa pela entrada em vigor da Diretiva 2010/63/EU, que recentemente incluiu os cefalópodes (lulas, polvos, náutilos, etc) na sua legislação. Esta diretiva tenta equilibrar padrões de bem-estar animal com condições de pesquisa científica entre estados membros. Apesar da sugestão do Painel Científico de Saúde e Bem-Estar, da Autoridade Europeia de Segurança Alimentar, para incluir os decápodes (lagostas, camarões, caranguejos) a sua admissão foi rejeitada (Oliveira e Goldim, 2014).

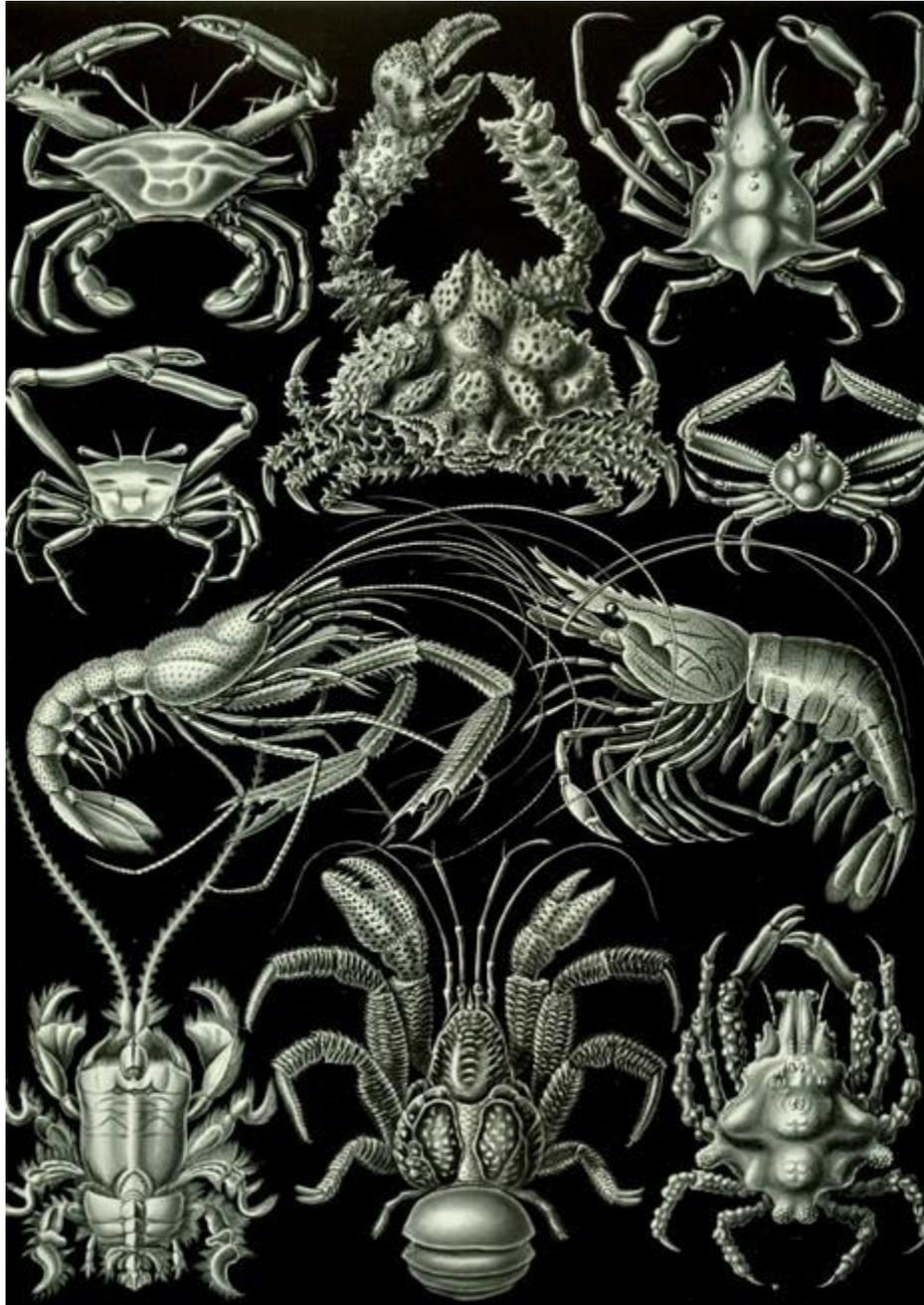
A verdade é que os Invertebrados sempre foram descurados de questões éticas. As razões para tal são geralmente a incapacidade de os compreender o que por sua vez é reflexo do grande abismo de diferenças que aparentamos ter. Outras questões como interesses políticos e económicos, bem como o especismo, estão também associadas (Oliveira e Goldim, 2014). Não descurando também o facto de serem excelentes substitutos dos vertebrados em pesquisa laboratorial (ciclos de vida curtos, elevado numero de descendentes por geração, fácil acesso) (Carere *et al.*, 2011).

Com a crescente consciencialização sobre bem-estar animal entra-se então numa época em que o conceito de ser senciente se torna maleável - senciente é aquele com

a capacidade de experienciar estímulos positivos e negativos (Duncan, 2006) – Como é que esta capacidade se deve definir no mundo animal? Será que os Invertebrados são seres sencientes? E se sim, que evidências temos que o comprovem? No fundo, será que a cognição ou processamento de informação são o mais importante na composição da legislação referente ao bem-estar animal ou será que a questão em causa é a capacidade de estes indivíduos sofrerem?

Posto isto, chegamos à questão sobre a qual me inclino neste trabalho: quão importante é para o bem-estar destes animais o enriquecimento ambiental em sistemas de alojamento?

Um ambiente que explore as características naturais do habitat da génese.



**Figura 1** Ernst Haeckel. 1904. "Decapoda, plate 86", *Kunstformen der Natur*. domínio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=605473>

## 1.2 Evidências: Decapoda, seres sencientes

### 1.2.1 Decápode – Descrição da ordem

#### Decápodes

O trabalho desenvolvido ao longo destes 3 capítulos incide sobre a ordem decápodes, a maior entre o subfilo Crustáceo, que por sua vez integra no grande filo Arthropoda (figura 1). O trabalho debruça-se mais precisamente sobre 6 espécies distintas: *Panulirus versicolor*, *Nephrops norvegicus*, *Maja squinado*, *Macrocheira kaempferi*, *Homarus gammarus* e *Cardisoma armatum*.

A ordem decápodes compreende camarões, lagostas, lagostins e caranguejos numa imensidão de habitats marinhos, de água doce, água salobra e ainda semiterrestres. Inclui aproximadamente 15.000 espécies, o que se traduz numa grande variedade morfológica e fisiológica. Apesar da diversidade é possível definir algumas características comuns (Cumberlidge *et al.*, 2015).

#### Importância

Os decápodes e a sua utilização pelo Homem remonta à antiguidade, essencialmente para consumo, já que compõem uma das principais fontes da dieta humana. Atualmente a procura por estes animais é crescente dada a grande evolução em técnicas de aquacultura e pescas (Kellert, 1993; Vogt, 2012).

Devido à sua grande abundância e diversidade estes indivíduos são importantes para a estrutura e equilíbrio dos ecossistemas onde estão inseridos. Consumidores omnívoros, a dieta dos decápodes é composta por quase tudo, incluindo pequenas plantas e macrófitos aquáticos. A presença destes produtores e consumidores primários, base das cadeias tróficas, dita também a presença de muitas outras espécies que os usa como abrigo ou então como fonte de alimentação. Os crustáceos gerem ainda a quantidade de sedimentos que se deposita nos substratos (formam parte constituinte do meiobentos). São, por estas razões, responsáveis, ainda que indiretamente, pela abundância de outras espécies (Creed, 2009).

A outra componente chave da sua dieta é composta por folhas mortas. Estes detritos são eventualmente transportados por correntes ou formam depósitos no substrato. São, por isso, também considerados um dos maiores processadores dos mesmos (Creed, 2009).

## Sistemática

Os decápodes surgiram provavelmente durante o Devónico tardio, há 360 milhões de anos. O estabelecimento de todas as linhagens marinhas conhecidas ocorre 35 m.a. depois. As mesmas proliferam pelo Mesozoico, período durante o qual se estabelecem em habitats de água doce após invasão dos estuários (Cumberlidge *et al.*, 2015).

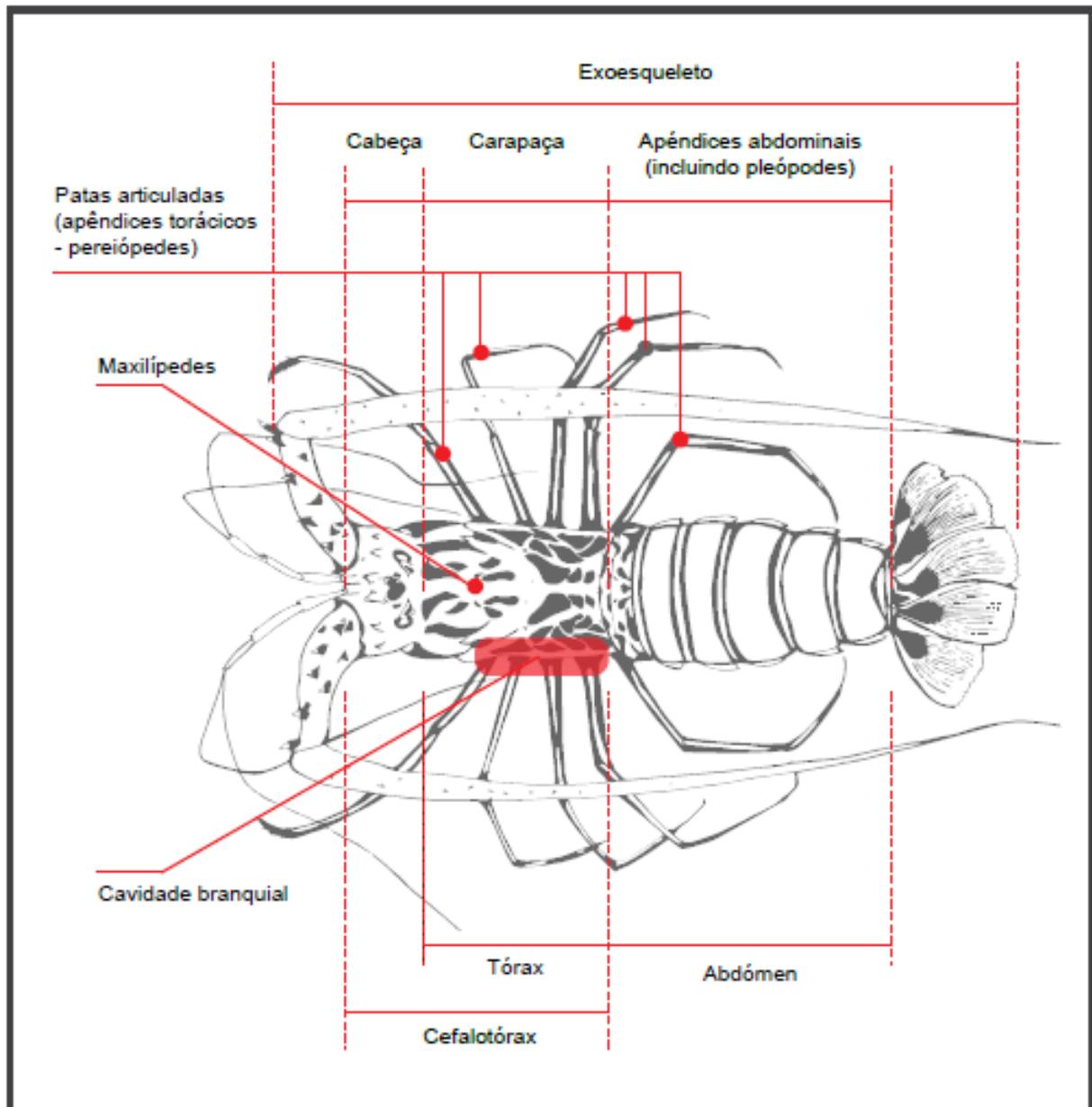
Filogeneticamente estabeleceu-se a princípio a divisão da ordem em dois grupos monofiléticos: Natantia – linhagens natatórias – e Reptantia – Linhagens rastejantes. Uma classificação baseada em características fisiologicamente distintas, neste caso, forma de locomoção. No entanto, dada a grande diversidade do grupo, a homologia tornou-se contestável (Cumberlidge *et al.*, 2015; Palero *et al.*, 2009; Scholtz e Richter, 1995, Silva *et al.*, 2011). Esta objeção foi suportada ainda pela dificuldade em estabelecer um ancestral comum a todas as espécies e mais tarde apoiada pela classificação dos Natantia como um grupo parafilético – grupo constituído por linhagens de ascendência comum, porém, não inclui todas as linhagens que descendem desse mesmo ancestral (Cumberlidge *et al.*, 2015; *et al.*, 2009; Scholtz e Richter, 1995).

Posto isto, a divisão foi reformulada e os decápodes passaram a dividir-se em duas linhagens determinadas pela forma de fixação do ovo: Os Dendrobranchiata – subordem composta por camarões com libertação imediata do ovo; os Pleocyemata – subordem composta pelos restantes decápodes com fixação do ovo nos pleópodes da fêmea (Cumberlidge *et al.*, 2015).

Todas as espécies em questão, neste estudo, pertencem à subordem Pleocyemata.

## Morfologia geral externa

A ordem decápodes será descrita brevemente no que diz respeito a aspetos gerais da sua morfologia externa, isto é, características comuns a todas as espécies utilizadas no estudo.



**Figura 2** Aspectos da morfologia externa de um Decápodem.

Os crustáceos- decápodem são compostos por seis características principais que os definem. A presença de um exoesqueleto, quitinoso, impermeável e resistente que envolve o indivíduo, com exceção das patas articuladas, em especial, a articulação das mesmas,

que é maleável de forma a permitir a fácil mobilização do indivíduo. O corpo, segmentado, subdivide-se em cabeça, tórax e abdómen (figura 2). A cabeça é composta pelos órgãos sensoriais juntamente com as estruturas que compõem a boca e as mandíbulas. O tórax, por sua vez, compreende 8 pares de patas articuladas. Estas duas estruturas encontram-se geralmente unidas e protegidas pela carapaça, assim, são também apelidas em síncrono de cefalotórax. As brânquias encontram-se protegidas pela cavidade branquial formada nas margens laterais da carapaça. O abdómen é composto por seis segmentos distintos. Nos segmentos 1-2 de machos e 2-5 de fêmeas decápodes é possível encontrar 2 e 4 pares, respetivamente, de apêndices modificados – os pleópodes. Os pleópodes são, assim, considerados um carácter chave elucidativo do dimorfismo sexual reconhecido nesta ordem. Em machos a sua função é copuladora, já que funcionam como estrutura modificada – gonóforos – morfologicamente diferente entre espécies. Em fêmeas a função inclui o suporte e incubação dos ovos após a sua libertação no meio externo. Para além de apêndices abdominais existem também apêndices modificados (com funções distintas) que emergem do tórax, apelidados, portanto, de apêndices torácicos. São eles, os Maxilípedes – primeiros 3 pares de apêndices, utilizados para alimentação e locomoção – e os Pereiópodes – restantes 5 pares de apêndices com função locomotora. Ao longo do cefalotórax e do abdómen assume-se a divisão corporal destes indivíduos em somitos. (Cumberlidge *et al.*, 2015).

## **Fisiologia geral**

Relativamente a aspetos fisiológicos serão explorados: Adaptação à taxa de O<sub>2</sub> (Respiração e Ventilação); Tolerância térmica; Crescimento.

### **Respiração**

De acordo com McMahon, em “Respiratory and Circulatory Compensation in Crustaceans” (McMahon, 2001) os Crustáceos (extrapolando-se aos decápodes) possuem elevada tolerância a mudanças na taxa de O<sub>2</sub>, incluindo, em ambientes extremos de hipoxia (Cumberlidge *et al.*, 2015; McMahon, 2001; Sladkova *et al.*, 2004). Apesar de se tratar de um assunto corrente visto que na década de 60 se assumia que os crustáceos seriam incapazes de se adaptar a diminuições na quantidade de O<sub>2</sub> disponível no meio, atualmente, é genericamente aceite que estes indivíduos possuem, de facto, elevada adaptabilidade. Esta é fruto do trabalho simultâneo de diversos processos internos e sistemas, são eles: Ventilação (aumento da taxa de ventilação); Sistema cardiovascular (mais precisamente, frequência cardíaca, que decresce – bradicardia – o que se traduz num aumento de volu-

me sistólico do indivíduo); Sistema hormonal; Sistema nervoso. Estes últimos são os principais responsáveis pelo controlo dos dois primeiros processos (Sistema neuro-hormonal) (McMahon, 2001; Moullac e Haffner, 2000).

É ainda importante mencionar que este processo de adaptação deverá ser gradual (McMahon, 2001). Mudanças bruscas na temperatura não permitirão que o indivíduo se adapte, provocando retardamento na taxa de crescimento e portanto, na frequência de mudas. Poderá ainda conduzir à morte (Moullac e Haffner, 2000).

### **Tolerância térmica**

Os decápodes são poiquilotérmicos, isto é, seres que não possuem mecanismos internos de estabilização da temperatura corporal. Desta forma, alterações térmicas têm efeitos diretos na temperatura interna do indivíduo e consequentemente na sua taxa metabólica (Cumberlidge *et al.*, 2015). Testes realizados no caranguejo eremita, *Uca pugilator* demonstraram que alterações na temperatura afetam diretamente os seguintes parâmetros: tempo de coagulação; número total de hemácias; níveis de proteínas do plasma. Em *Carcinus maenas* demonstrou-se que aumentos na temperatura provocam o aumento do número de leucócitos (Moullac e Haffner, 2000).

Apesar disso, cada espécie em estudo, possui uma temperatura ótima, isto é, a temperatura média do meio ambiente natural, que será adaptada a cada um dos sistemas de alojamento.

### **Crescimento**

O crescimento dos decápodes ocorre através de um processo designado ecdise que atua a nível hormonal e morfológico. Este processo consiste na excreção do exosqueleto existente seguido da formação de um novo. O procedimento é iniciado com a rápida expulsão da cutícula externa à qual se segue a ingestão de água ou ar. É esta ação que por sua vez permite a expansão do novo exosqueleto (na sua forma absoluta) que nesta fase inicial é ainda flexível (Chang e Mykles, 2011). O novo exosqueleto enrijece através da acumulação de minerais e o excesso de água é excretado (Cumberlidge *et al.*, 2015). A Ecdise (ou muda) ocorre geralmente em locais protegidos uma vez que se trata de uma fase extremamente vulnerável no ciclo de vida do indivíduo (Creed, 2009). Este ciclo é composto por 4 fases distintas, controladas por processos hormonais, são elas: Pré-muda; Muda; Pós-muda; Intermuda (Chang, 1995; Cumberlidge *et al.*, 2015). Apesar de a muda demorar, geralmente, apenas alguns minutos a concluir, o ciclo, na sua íntegra, poderá levar até um ano a estar completo (Chang, 1995).

É ainda importante mencionar que ao longo da vida estes crustáceos poderão mudar várias vezes ao longo do ano (o que geralmente está associado a espécimes jovens) ou apenas uma/duas vezes (o que pelo contrário está associado a espécimes adultos) (Creed, 2009).

Completar a ecdise é também sinónimo de bem-estar animal uma vez que apenas em condições ótimas ambientais (que se refletem a nível interno no indivíduo) é que este processo ocorre.

## 1.2.2 A capacidade de sentir

### 1.2.2.1 Contextualização

Ao longo de séculos, filósofos e cientistas trabalharam em conjunto para se chegar a um veredito sobre as capacidades mentais dos animais. Será o homem o único ser vivo consciente de si e do meio?

Descartes (1596-1650), filósofo mecanicista, cético, apresentou o conceito de ato reflexo para explicar o comportamento animal – Teoria Cartesiana (Allen e Trestman, 2016). A reação destes animais a um determinado estímulo seria um processo inconsciente e automatizado (Allen e Trestman, 2016; Castro e Wasserman, 2012; Duncan, 2006). O próprio escreveu, numa carta a Marquess of Newcastle, “the reason why animals do not speak as we do is not that they lack the organs but that they have no thoughts”. (Castro e Wasserman, 2012). As teorias de Descartes surgem no seguimento do pensamento de Aristóteles (2 milénios antes) que se refere ao homem como exclusivo portador de uma mente racional enquanto os outros seres do mundo animal seriam desprovidos da mesma e na sua vez, capazes de responder instintivamente a estímulos. Esta resposta instintiva contribuiria para a sobrevivência e sucesso reprodutivo da espécie (Allen e Trestman, 2016).

Cerca de 200 anos depois, Darwin (1809-1882) - e a sua teoria evolucionista - reconhece a continuidade entre as espécies e a sua origem num ancestral comum. A mesma assenta no pressuposto da seleção natural (adaptação das espécies ao meio) e consequentemente no sucesso reprodutivo da espécie, que se perpétua ao longo da escala evolutiva mas nunca de forma imutável. No seu livro, “Origin of Species”, escreve: “It is a significant fact, that the more the habits of any particular animal are studied by a naturalist, the more he attributes to reason, and the less to unlearned instinct” (Castro e Wasserman, 2012). Mais tarde, em “The Descent of Man”, reconhece que o desenvolvimento de traços físicos é necessário ao desenvolvimento da própria da mente (Castro e Wasserman, 2012). Num culminar de princípios defende que a inteligência difere apenas em grau mas não em tipo: o auge da “capacidade cognitiva” expressa-se, unicamente, no homem, o que não quer dizer que formas primordiais e menos complexas da mesma estejam ausentes no restante reino animal (Castro e Wasserman, 2012; Duncan, 2006).

Em 1874, Thomas Huxley, inicialmente descrente, rapidamente se tornou apoiante da teoria. O próprio defende que fenómenos complexos como o caso da mente e consciência dificilmente seriam fruto de um acaso criativo que unicamente atingiu o homem. A mente e a consciência seriam portanto o resultado de uma complexidade crescente cuja

base seria constituída por formas simples da sua existência (Allen e Trestman, 2016; Castro e Wasserman, 2012).

Torna-se assim refutável a Teoria Cartesiana aplicada à área. A capacidade cognitiva e consciência (estados da mente) teriam uma clara vantagem adaptativa e portanto seria natural a sua dispersão ao longo da escala evolutiva.

Neste contexto forma-se uma nova ciência, inicialmente formada por Donald Griffin cerca de um século depois, em 1978 – A Etologia Cognitiva. Esta tem como objetivo o estudo do comportamento animal como forma de subjetivamente inferir sobre as capacidades mentais do indivíduo, segundo o ponto de vista evolucionista (Allen e Trestman, 2016).

A Etologia Cognitiva é desta forma responsável por despertar interesse/ argumentos associados a questões como a ética e o bem-estar animal. Griffin admite até que a ética será um dos principais motivos pelo qual esta ciência se desenvolveu. Assim, ao inclinar-se sobre conceitos como a consciência e a cognição em animais, constata que existe uma relação direta entre estes e a capacidade de um indivíduo sofrer ou sentir dor. A constatação suscita também uma série de questões morais, neste caso, a mais evidente será: de que forma a complexidade mental de um indivíduo influenciará a forma como este deverá ser tratado pelo homem? (Bekoff, 1994)

A complexidade da Etologia Cognitiva, por se tratar de uma ciência empírica, é exatamente a dificuldade em compreender objetivamente o estado mental do animal (Bekoff, 1994). Assim, todos os raciocínios relativos à questão são baseados numa espécie de analogia que se predispõe a atribuir uma razão ou consequência a uma origem ou causa comum. Isto é, uma determinada ação será decifrada quando a causa é inteiramente conhecida. Neste caso a analogia será perfeita (Hume, 2008; Sherwin, 2001). Por exemplo, se a resposta de um animal a um estímulo negativo é semelhante à nossa – Homem – é assumido que a sua experiência será também idêntica. A aplicação deste Argumento-por-analogia a vertebrados tem sido frequente e os seus resultados legítimos. No entanto, quando extrapolado a Invertebrados (decápodes) a dificuldade é acrescida (Sherwin, 2001). O problema está inteiramente relacionado com as diferenças anatómicas e supostamente comportamentais que este grande grupo aparenta ter, o que, por sua vez, é resultado de um certo antropocentrismo – o Homem assume-se como exemplo de perfeição e complexidade – da espécie humana relativamente às restantes espécies do reino animal (como desenvolvido no primeiro capítulo). O reflexo desse antropocentrismo é visível na maioria dos argumentos utilizados, baseados em generalizações: o comportamento de invertebrados será fruto de estados comportamentais pré-programados e involuntários; pouca capacidade de memória; formas simples de aprendizagem; falta de resposta comportamental a

estímulos negativos (Sherwin, 2001).

No entanto, é preciso ter em atenção que os invertebrados possuem, de facto, um sistema nervoso e órgãos sensoriais completamente diferentes dos vertebrados e, por isso, a sua forma de pressentir o meio que o rodeia será também, de certa forma, diferente (Sherwin, 2001).

Assim, o erro é geralmente assumir que existe um único argumento-por-analogia e portanto uma única resolução do problema. Isto é, utilizando o exemplo de Marian Dawkins, em “Who Needs Consciousness?” (Dawkins, 2001), se assumirmos que um rio é a falha que existe no conhecimento, e o seu banco de areia esquerdo como o conhecimento científico aprovado, é válido dizer que existem várias formas de atravessar esse rio, de forma a chegarmos a novo conhecimento (neste caso sobre a consciência animal), e todas elas poderão ser válidas (Dawkins, 2001).

### **1.2.2.2 Cognição, Consciência / Awareness, Senciência**

Para compreender como os decápodes poderão pressentir o meio é preciso clarear alguns conceitos, são eles: Cognição; Consciência; Senciência (figura 3).

#### **Cognição**

Em “Behavioural Indicators of Pain in Crustacean Decapods”, Francesca Gherardi (2009) define cognição como: “result of an animal faculty of processing the information gathered through sensory organs from its internal and external environment, and of storing and retrieving it for optimal adaptation to its current physical and social environments”.

De forma simplificada, cognição consiste no processo através do qual um animal presente, processa e armazena informação. Um processo que evoluiu de forma a ser possível para o sujeito lidar com o meio externo de forma flexível (Dawkins, 2001).

#### **Consciência / Awareness**

Consciência, por outro lado, é a capacidade de inferir sobre estados internos do indivíduo, como o medo ou a dor (Duncan, 2006). Por outras palavras refere-se a uma vasta gama de estados internos através dos quais o indivíduo é imediatamente ciente do meio através da memória ou da sensação (Dawkins, 2001). Em “New Evidence of Animal Consciousness”, Griffin (2004) define consciência como: “Subjective state of feeling and thinking about objects and events”.

O importante a notar é que existem diferentes estados de consciência. A classificação, proposta inicialmente por Ned Block, em 1991, é ainda correntemente utilizada (Dawkins, 2001).

Em “Who needs consciousness?” Dawkins (2001) utilizando o modelo de Ned Block, sugere-se a sua divisão em 3 tipos:

- **Consciência fenomenal** – capacidade de ver, ouvir, sentir dor, etc.;
- **Consciência de acesso** – ser capaz de pensar a respeito ou de relatar um estado mental, tanto no presente como no passado;
- **Autoconsciência** – ser capaz de pensar a respeito das próprias ações, nos seus efeitos e ser capaz de as modificar se necessário.

Cognição e consciência são, portanto, processos conceptualmente e logicamente diferentes que poderão ou não ser coexistentes, desta forma um pode ocorrer sem o outro. Utilizando o exemplo de Dawkins (2001): “a computer could be modelling complex cognitive processes without our concluding that it was conscious. And an organism could be feeling a violent sensation of pain without doing anything cognitive”. Ou seja, não é legítimo assumir que apenas indivíduos com determinado nível cognitivo poderão ser conscientes. Isto porque um indivíduo não precisa de possuir capacidades intelectuais para sentir emoções negativas, como a dor ou sofrimento.

É muitas vezes utilizado no campo da etologia cognitiva o termo *Awareness*, que segundo alguns autores, define um estado de consciência inferior.

Em “Cognitive Ability and Sentience: Which Aquatic Animals Should be Protected?” Donald Broom (2007) apresenta uma visão diferente. Define *Awareness* como: “state in which complex brain analysis is used to process sensory stimuli or constructs based on memory”. De outra forma, define consciência como um estado relacionado mas utilizado simplesmente para negação de inconsciência (Broom, 2016).

Ainda segundo o mesmo, Broom (2007) assume a divisão deste estado (*Awareness*) em 5 níveis distintos:

- a. *Unaware*;
- b. *Perceptual awareness* – “a stimulus elicits activity in brain centres but the individual may or may not be capable of modifying the response voluntarily”;
- c. *Cognitive awareness* – “e.g: a mother recognising her offspring”;

d. *Assessment awareness* – “an individual is able to assess and deduce the significance of a situation in relation to itself over a short time span”;

e. *Executive awareness* – “the individual is able to assess, deduce, and plan in relation to long-term intention”.

Concluindo, ambas as definições (Consciência versus *Awareness*) são subjetivas e termo de discussão. Por vezes, torna-se complicado a sua distinção por se tratar de processos tão intimamente relacionados. Assim, é importante mencionar que ainda não existe consenso sobre a definição exata de Consciência ou de *Awareness*. Alguns autores defendem até que ambas serão sinónimos e que *Awareness* não deverá ser vista como um estado de complexidade inferior ao da consciência. Neste último caso torna-se, por vezes, complicado perceber quando é que um autor se está a referir a um ou a outro ou se aos dois em simultâneo. Assim e resumindo, em comum têm a necessidade de um sistema nervoso vivo e funcional fruto de um processo evolutivo (Griffin, 2004).

Na Dissertação desenvolvida não será escolhida uma definição em prol da outra.

### **Senciência**

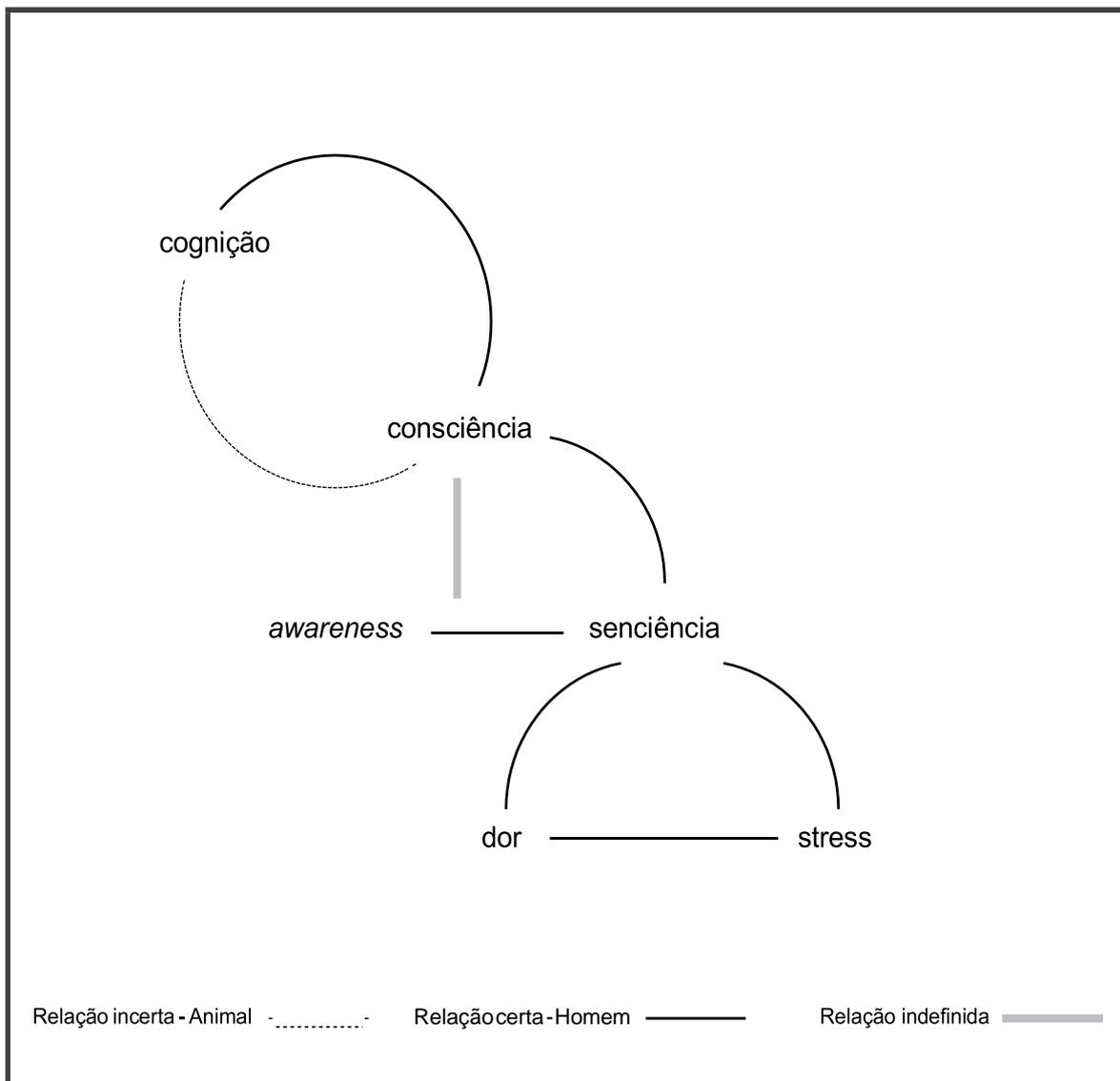
Em “Considering animals’ feelings”, Broom (2016) defende que o ser senciente é: “A sentient being is one that has some ability: to evaluate the actions of others in relation to itself and third parties, to remember some of its own actions and their consequences, to assess risks and benefits, to have some feelings, and to have some degree of awareness”. Esta definição virá no seguimento da afirmação enunciada em “Cognitive ability and sentience: Which aquatic animals should be protected?” Broom (2007): “animals vary in the extent to which they are aware of themselves and of their interactions with their environment, including their ability to experience pleasurable states such as happiness and aversive states such as pain, fear and grief”.

Oliveira e Goldim (2014) interpretam em “Legislação de proteção animal para fins científicos e a não inclusão dos invertebrados – análise bioética”, a definição fornecida em Dawkins (2001), a Senciência como propriedade da consciência. É portanto, um estado de consciência primordial (Mason, 2011) que também pode ser entendido como um estado de *Perceptual Awareness* e que resulta da ação dos órgãos dos sentidos em conjunto com o sistema nervoso do indivíduo.

Os restantes estados de consciência seriam variações deste estado primordial que evoluíram de forma diferente em grupos taxonómicos distintos. Por outro lado, o mesmo não quer dizer que todos os indivíduos desses grupos taxonómicos possuam senciência.

Ou seja, a partir do momento que a senciência evolui para um outro nível de consciência/*Awareness* passa a denominar-se de outra forma, pois deixa de o ser (Oliveira e Goldim 2014).

Assim, assume-se que a senciência será uma forma de consciência fenomenal através da qual os indivíduos possuem a capacidade de ver, ouvir, sentir dor, etc. (ou também, como um estado de *Perceptual Awareness*). Neste contexto, indivíduos que a possuam deverão ser incluídos em medidas de bem-estar animal. A questão é portanto verificar se os decápodes serão dotados desta capacidade.



**Figura 3** Esquema conceitual da relação que se estabelece entre estados do intelecto.

### 1.2.2.3 Bem-estar animal

O conceito de senciência é aquele que está em voga quando se trata de ética e bem-estar em decápodes. No entanto, dada a subjetividade do termo e a falta de conhecimento em relação à mente dos decápodes, inferir sobre a sua presença (Etiologia Cognitiva) é de extrema dificuldade (como já referido).

Começemos por definir bem-estar. Em “Considering animals feelings”, Broom (2016) define bem-estar de um indivíduo como: “state in its attempts to cope with its environment (...) includes feelings and health”.

Numa tentativa de estabelecer medidas que fornecessem indicações sobre o bem-estar animal, o “UK’s Farm Animal Welfare Council” (1992) desenvolveu a política dos 5 graus de liberdade (Young, 2003).

- 1- Ausência de fome e sede;
- 2- Ausência de desconforto;
- 3 - Ausência de dor, ferimento e doença;
- 4 - Liberdade de expressar traços comportamentais naturais;
- 5 - Ausência de medo e stresse.

O bem-estar animal incide, portanto, sobre a componente física e psicológica do indivíduo. Sofrimento deverá ser então entendido como o oposto, referindo-se a estados negativos como a dor, o medo, a frustração, o stresse, etc (Andrews *et al.*, 2013).

Posto isto, a melhor forma de justificar a inserção dos decápodes s em medidas de bem-estar animal seria analisando a possibilidade de estes indivíduos reconhecerem e sentirem dor, já que o principal objetivo do homem para com outras espécies é minimizar riscos nocivos. A identificação desta sensação será, por sua vez, sinónimo da presença de uma consciência fenomenal (*Perceptual Awareness*).

### 1.2.2.4 Dor

Todos os seres vivos enfrentam diariamente situações onde são sujeitos à ocorrência de danos tecidulares. Em algumas espécies foi conseqüentemente desenvolvida uma forma de antecipar esse dano – a Dor (Elwood, 2011).

Segundo Broom (2007), dor deverá ser definida como uma sensação desagradável relacionada com um, ou potencial, dano tecidular. Já segundo Gherardi (2009) que

cita Zimmerman (1986), uma experiência sensorial aversiva provocada por um ferimento que originará uma resposta motora vegetativa. Esta resposta poderá modificar o comportamento intraespecífico do grupo o que se manifestará a nível social para a espécie (Gherardi, 2009). Assim sendo, a dor é o resultado de duas fortes componentes: a emocional e a física (Elwood *et al.*, 2009).

### **As duas componentes da dor – emocional e física**

Atribui-se à dor uma componente emocional muito superior à componente física que também a compõe (Elwood *et al.*, 2009).

A componente emocional, designada experiência dolorosa, resulta de um estado interno de *Awareness* / consciência (desenvolvido nos capítulos anteriores), que permite ao indivíduo inferir sobre a experiência em si. Isto porque a sensação de dor - a informação transportada até ao centro nervoso - não é por si dolorosa. É na componente emocional que entra o conceito de *senciência*.

A dor emerge fruto de uma emoção poderosa e desagradável conectada a uma forte necessidade de terminar a experiência, sendo a última resultado de sinais neurais sobre danos tecidulares (Elwood, 2011).

Para além da componente emocional, a dor é perceptível através de um sistema sensorial, que responde a estímulos nocivos. Este sistema sensorial é composto por recetores da dor, do estímulo nocivo – nociceptores – num processo designado *nocicepção*: Processo neural que induz o ato reflexo e o seu feedback de ação (Elwood, 2011).

Este processo designado *nocicepção* pode ocorrer sem que necessariamente haja percepção da sensação de dor (a nível consciente) (Andrews *et al.*, 2013; Elwood, 2011; Horvath *et al.*, 2013).

A *nocicepção* implica portanto a ação do sistema nervoso central (SNC) e do sistema nervoso periférico (através de neurónios nociceptivos) pela ativação dos recetores sensoriais – os nociceptores – posicionados nas estruturas periféricas (Gerald *et al.*, 2009). A mensagem será transmitida ao centro nervoso através de uma série de vias sensoriais distintas que dependem da origem do estímulo – térmico, mecânico, químico e físico (Burrell, 2017; Tobin e Bargmann, 2004). A presença deste sistema foi confirmada em Invertebrados (Sneddon, 2015). Este tipo de mecanismo de reação foi inclusive observado em organismos unicelulares, os Protozoários (Kavaliers, 1988; Smith, 1991).

Assim, a componente sensorial, *nocicepção*, enquanto ato reflexo, é imutável e independente de prioridades motivacionais. O que confere uma clara vantagem para o sistema

na medida em que não envolve grandes custos energéticos. Por outro lado, a componente emocional negativa da dor proporciona a memorização (durante um curto ou longo período de tempo) da sensação e conseqüentemente de situações futuras a evitar (um termo designado *Learned avoidance*) (Elwood, 2011).

Apesar de ser, de certa forma possível compartimentar esta sensação, a verdade é que o sistema deve ser considerado como um todo (Elwood, 2011).

### **Função e evolução**

Assume-se, em concordância com Darwin, a Dor, enquanto processo evolutivo e adaptativo. Isto porque existe uma clara vantagem na sua presença. Animais que adquiriram esta capacidade possuem melhores hipóteses de sobrevivência e de manutenção da sua integridade física o que, conseqüentemente, aumentará as suas hipóteses de sucesso reprodutivo. A dor será assim favorecida pela seleção natural (Elwood *et al.*, 2009; Fiorito, 1985; Sherwin 2001).

Com isto em mente, seria improvável que o mesmo sistema – nocicepção e dor - tenha evoluído da mesma forma em seres vivos cujo meio ambiente, a origem evolutiva, as características físicas, etc, sejam completamente diferentes. Isto porque o meio ambiente e a escala evolutiva vão introduzindo diferentes pressões seletivas que resultarão, possivelmente neste caso, na presença de sistemas de dor bastante diferentes (estruturas análogas) aos dos vertebrados, mais precisamente ao do homem (Sneddon, 2015).

Assim, relativamente ao processo evolutivo no qual teve origem, em invertebrados, existem três possibilidades (Elwood *et al.*, 2009; Elwood, 2011). A primeira assume que esta experiência sensorial e emocional é o produto de uma evolução precoce e, como tal, será anterior à grande divisão dos vertebrados e das restantes linhagens de invertebrados. Desta forma, a dor estaria presente em ambas (Elwood *et al.*, 2009). O que seria fundamentado pelo facto de as primeiras linhagens de invertebrados complexos (cujas principais características serão atualmente encontradas nos filos Arthropoda, Chordata e Mollusca – Os decápodes pertencem ao primeiro e o *Octopus vulgaris* ao terceiro) terem surgido durante a explosão do período Câmbrico (Trestman, 2013) o que gera a possibilidade da dor estar presente desde esse período da escala de tempo geológica (Elwood, 2011).

A segunda possibilidade surge após a reformulação, pelo Reino Unido, em 1993, do ato “Animals (Scientific Procedures)” de forma a incluir o *Octopus vulgaris* ou polvo comum. Isto porque já foi genericamente aceite que este animal tem a capacidade de sofrer e como tal terá direito a cuidados éticos que proporcionem bem-estar. A eventualidade

que se levanta é a de que a dor será fruto não de um mas de vários processos evolutivos que ocorreram separadamente ao longo do tempo. O que é justificado pelo facto de este animal ter surgido cerca de 500 milhões de anos antes dos ancestrais dos vertebrados e, por isso, pertencer a uma linhagem evolutiva bastante distante. Da mesma forma que a dor se encontra presente *Octopus vulgaris*, supondo que o processo evolutivo é diferente daquele que deu origem à dor em vertebrados, é também possível que um processo distinto tenha originado a dor em decápodes e, portanto, que esta tenha surgido algures durante a evolução dos Arthropoda (Elwood *et al.*, 2009).

Existe ainda a possibilidade, defendida por muitos, de que esta experiência será única dos vertebrados e terá surgido mais tarde na evolução (Elwood, 2011).

Independentemente do caso, a probabilidade de esta capacidade ter surgido relativamente cedo na escala evolutiva e se encontrar atualmente distribuída por diversos grupos filogenéticos, particularmente nos Decapoda, é elevada.

### 1.2.3 Decápodes, seres sencientes

Apesar das evidências, existe atualmente alguma dificuldade em aceitar que esta aptidão estará presente nos Invertebrados. O problema, no caso dos decápodes, reside particularmente na pouca quantidade de estudos realizados sobre o assunto.

As bases que sustentam o problema, na sua íntegra, são suportadas por dois argumentos: 1) o primeiro, a reação destes animais a situações de risco. Com isto queremos dizer que o mecanismo de ação/reação é, por vezes, diferente do previsto ou até supostamente inexistente (por comparação a vertebrados) (Gherardi, 2009). No entanto, como já referido, falta de evidência, não é sinónimo de ausência: “Absence of evidence is not evidence of absence” (Bekoff, 1994; Sherwin, 2001); 2) o segundo, refere-se à suposta reduzida complexidade do Sistema Nervoso de Invertebrados apoiado também pelas limitadas estruturas cerebrais. Mais uma vez, por comparação ao do Homem e assumindo que este será o melhor modelo de sofisticação cerebral. Ainda assim, é por regra aceite que muitas espécies animais possuem elevada funcionalidade cerebral apesar da estrutura mental ser de pequenas dimensões. Isto porque o que influencia a eficácia do cérebro não é a quantidade de neurónios mas a eficácia das suas terminações nervosas no processamento da mensagem (Elwood *et al.*, 2009; Gherardi, 2009).

Assim, se o objetivo é avaliar o estado de senciência dos invertebrados na tentativa de proporcionar bem-estar, essa avaliação não poderá ser feita unicamente por comparação ao homem e a seres ditos “superiores” mas deverá também ter em atenção a forma como esses indivíduos compreendem o espaço que habitam e a forma como interagem com semelhantes ou dissemelhantes (Broom, 2007).

O ideal é, por conseguinte, assumir que todos os animais serão seres sencientes até provas do contrário surgirem e não o reverso.

#### 1.2.3.1 Evidências

Vários critérios têm sido utilizados para descrever a dor em vertebrados: “Complexity of life and behaviour; Learning ability; Functioning of the brain and nervous system; Indications of pain or distress; Studies illustrating the biological basis of suffering and other feelings such as fear and anxiety; Indications of awareness based on observations and experimental work” (Broom, 2007). Os mesmos têm sido adaptados ao estudo da dor em Invertebrados, mais precisamente nos Crustáceos e extrapolado aos decápodes (tabela 1):

Na medida em que o principal objetivo deste primeiro Capítulo - O Argumento - será a recolha de uma série de razões que comprovem a presença de dor em Invertebrados foram utilizados, na sua íntegra, os critérios fornecidos por Elwood et al (2009) e Elwood (2011) e que serão descritos nas páginas seguintes (tabela 1). Eles são:

- (1) Sistema Nervoso adequado e recetores sensoriais;
- (2) Presença de recetores opioides e evidências de redução de dor com anestesia ou analgesia;
- (3) *Learned avoidance*;
- (4) Resposta a um estímulo, resultado da interação de sistemas motivacionais;
- (5) Reações motoras de proteção;
- (6) Alterações fisiológicas;
- (7) Capacidades cognitivas elevadas e Senciência.

**Tabela 1**

Critérios utilizados na descrição de dor em Vertebrados e Invertebrados (adaptado de Sneddon, 2015).

	Vertebrados	Invertebrados Crustáceos (Decápodes)
Presença de nociceptores	+	+
SNC	+	+
Processamento no SNC	+	+
Recetores de drogas analgésicas - opioides	+	+
Respostas fisiológicas	+	+
Comportamento divergente anormal	+	+
Respostas motoras protetoras	+	+
Redução de respostas comportamentais consequência da administração de drogas analgésicas	+	+
Resposta aversiva a um estímulo nocivo	+	+
<i>Learned avoidance</i>	+	+
Resposta altamente prioritária a um estímulo nocivo em relação a um outro estímulo	+	+
Respostas prioritárias (Sistema motivacional)	+	+
Plasticidade comportamental	+	+
Auto administração de analgesia	+	-

⊕ presente; - ausente

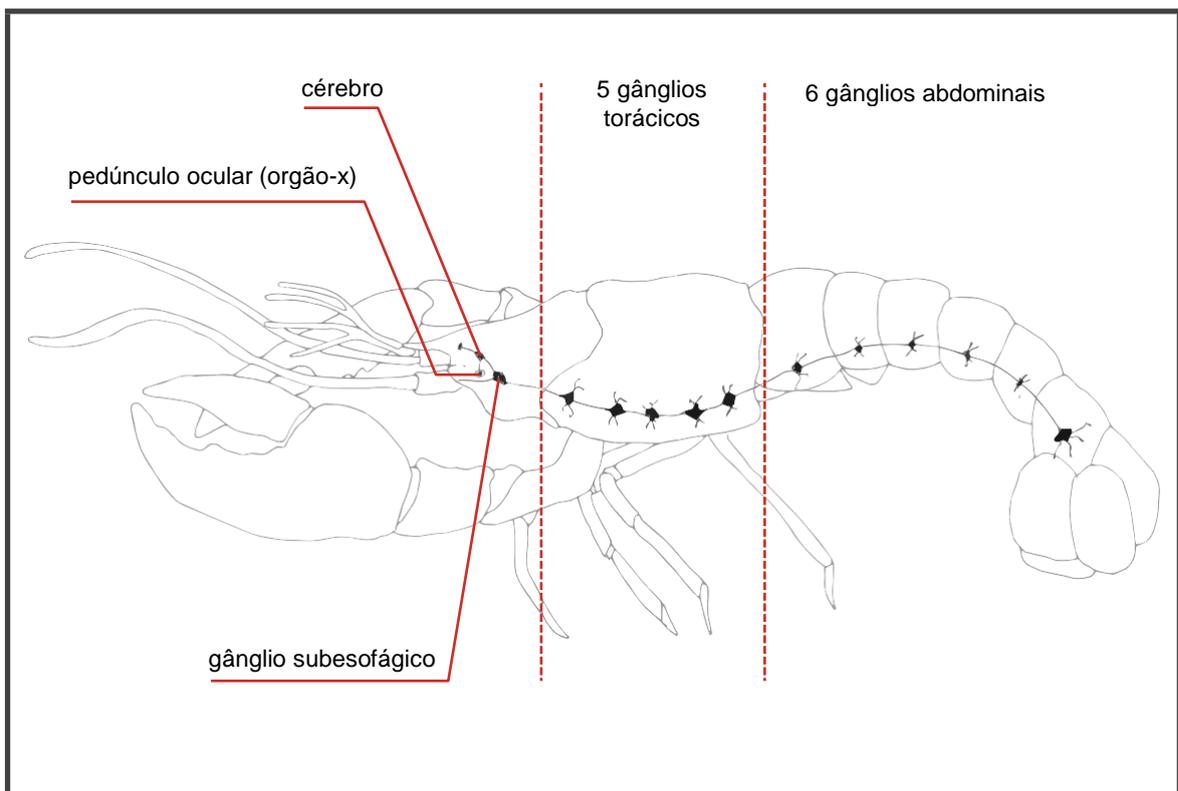
## (1) Sistema nervoso adequado e recetores sensoriais

A presença de um sistema nervoso sofisticado é essencial para a receção da mensagem. Como discutido em “The numbers of neurones in decapod Crustacea” de Laverack (1988), o sistema nervoso dos decápodes é complexo.

A reação a um estímulo implica um fluxo de informação desde o recetor sensorial, na superfície da cutícula externa, até ao sistema nervoso central, passando por potenciais de ação nos interneurónios, até ao sistema nervoso periférico, composto por neurónios motores que atuam no órgão efector. De acordo com Laverack (1988), é seguro dizer que todos estes constituintes de um sistema nervoso complexo se encontram em ação nos decápodes.

O sistema nervoso central é composto por um cordão nervoso duplo e ventral, do qual emergem vários gânglios nervosos (Elwood *et al.*, 2009) (figura 4).

Como já referido, o crescimento destes indivíduos ocorre através de um processo



**Figura 4** Sistema nervoso dos decápodes. Adaptado de Kamemoto (1976) e Wahle *et al* (2012).

denominado ecdise ou muda, no qual o animal aumenta de tamanho rapidamente através da expulsão do exosqueleto existente. Este crescimento, um tanto que abrupto, é acompanhado pelo rápido crescimento e proliferação de neurónios e outras estruturas sensoriais, um processo designado neurogénese, que evolui para formas mais complexas a cada

muda (Beltz e Sandeman, 2003; Elwood *et al.*, 2009; Laverack, 1988).

Assim, o sistema nervoso dos decápodes é composto por recetores sensoriais — presentes no exosqueleto (Elwood *et al.*, 2009) — múltiplos, o que permite minimizar possíveis danos na cutícula externa do indivíduo. Nos Crustáceos é inclusive descrita a presença de 3 tipos principais (entre outros): mecanorreceptores; quimiorreceptores; “bimodal sensillae” (Elwood *et al.*, 2009).

Os nociceptores, classificados como “polimodal sensillae” (Sneddon, 2015), não terão, ainda, sido reconhecidos em Crustáceos. As razões para tal, são, mais uma vez, a falta de estudos realizados sobre o assunto e que se refletem em conhecimentos rudimentares sobre a neurobiologia dos crustáceos. No entanto, como será explicado nos seguintes capítulos, existe uma sucessão de registos comportamentais que sugerem a sua presença nestes indivíduos (Sneddon, 2015). O mais recente, publicado por Elwood *et al.* (2017), sugere que comportamentos aversivos provocados pela aplicação de ácido acético em *Carcinus maenas* serão mediados pela presença destas estruturas. O comportamento de *C.maenas* face ao teste varia entre resposta imediata, o que sugere o ato reflexo, e movimentos repetitivos, de longa duração, sobre a área afetada, o que sugere uma resposta comportamental mais complexa (discutido nos próximos capítulos) (Elwood *et al.*, 2017).

Posto isto, como referido, um dos problemas associados à dificuldade em aceitar a capacidade dos Crustáceos sofrerem refere-se à reduzida complexidade do sistema nervoso e reduzida dimensão das estruturas cerebrais. No entanto, esta dedução assume-se por comparação ao Homem, no qual, a principal área cerebral responsável pela sensação de dor reside no córtex. Ora, os crustáceos não são dotados desta estrutura e assim sempre foram excluídos da problemática.

No entanto, utilizando o exemplo de Elwood *et al.* (2009), em “Pain and stress in crustaceans?”, segundo este raciocínio, seria de esperar que os crustáceos fossem cegos na medida em que não possuem estruturas visuais semelhantes às do homem, o que não acontece. Sabe-se, inclusivamente, que estes animais possuem uma visão bastante desenvolvida. Assim, ainda segundo o mesmo autor, é legítimo dizer que: “the same function can arise in different animal taxa, using different morphology”.

Em relação à segunda questão, como já discutido, o tamanho do cérebro não está diretamente relacionado com a complexidade do mesmo. No entanto, a objeção apela às reduzidas estruturas cerebrais dos crustáceos. Sabe-se, apesar disso, que a lagosta, *Panulirus spp* (pertencente aos decápodes), possui uma estrutura cerebral de dimensão superior à de muitos vertebrados (Elwood *et al.*, 2009).

Assim, é a complexidade funcional que deverá ser utilizada enquanto indicador e não

a dimensão cerebral (Broom, 2007; Elwood *et al.*, 2009; Elwood, 2011).

## **(2) Presença de receptores opióides e evidências de redução de dor com tratamento por anestesia ou analgesia**

Em “Assessment of pain in animals”, Bateson (1991) indica uma série de evidências que, por analogia ao homem, deverão ser entendidas como indicadores de dor noutras espécies. Entre outras surge a existência de recetores opioides no sistema nervoso central ou em estruturas análogas do mesmo e, ainda, a reação a um estímulo nocivo através de resposta por analgesia.

Os opioides são substâncias endógenas libertadas quando um indivíduo é sujeito à dor (Elwood, 2011). Estas substâncias ligam-se aos recetores de opioides, geralmente encontrados no cérebro (Bateson, 1991). No caso dos Crustáceos a sua localização é variável uma vez que as estruturas do sistema nervoso central diferem das dos vertebrados. Possuem, desta forma, função de analgesia (entre outras) e, por isso, a sua presença tem sido associada ao conceito de dor. O seu efeito pode ser observado através da adição de morfina, geralmente utilizada em conjunto com um antagonista de opióides, e.g., a naxolona (Elwood *et al.*, 2009).

O primeiro estudo realizado sobre a presença de opioides em crustáceos ocorreu em 1981, comprovando a presença de péptidos opioides nas células nervosas do pedicelo em *Panulirus interruptus* (Hanke *et al.*, 1996; Nagabhushanam *et al.*, 1995). Outros exemplos incluem testes realizados no caranguejo verde, *Carcinus maenas*, que comprovam a presença de recetores de opióides através da utilização de técnicas moleculares e caracterizações farmacológicas (Hanke *et al.*, 1996).

Já o primeiro estudo sobre a função de um opioide em crustáceos foi desenvolvido no camarão mantis, *Squilla mantis* (Nagabhushanam *et al.*, 1995). O teste consistiu na aplicação de pequenos choques elétricos no abdómen do indivíduo que respondia de forma defensiva. Após a aplicação de morfina assistiu-se a uma resposta modificada – analgesiada – por falta de sensibilidade. O efeito antagónico à morfina é provocado por um outro opioide – naloxona. Este compete com a morfina pelos mesmos recetores provocando inibição da ação da mesma. Um outro estudo que permitiu comprovar a ação da morfina enquanto opióide foi realizado sobre *Chasmagnathus granulatus*, uma espécie de caranguejo, submetida, mais uma vez, a choques elétricos. Após a administração de morfina verificou-se uma redução na sensibilidade do animal ao choque. Novamente, após a administração de naloxona a ação da morfina foi inibida. O que prova que a morfina atua,

de facto, nos recetores opioides e que esses recetores são os mesmos envolvidos na redução da sensibilidade ao choque elétrico e portanto no processo de dor (Elwood *et al.*, 2009; Elwood, 2011; Nagabhushanam *et al.*, 1995; Smith, 1991).

O efeito provocado pela introdução de morfina no sistema foi idêntico quer em *S.mantis* quer em *C. granulatus*, no entanto, quando comparado ao efeito em vertebrados este é de intensidade superior nos primeiros, e a sua eliminação do sistema é também mais rápida. As causas para tal são: reduzida difusão da droga no sistema cardiovascular aberto dos crustáceos e rápida eliminação da mesma pela hemolinfa (Barr e Elwood, 2011).

A ação de anestéticos foi também avaliada através da sua aplicação em *Palaemon elegans* e os resultados idênticos (Elwood, 2011).

Estudos semelhantes foram também realizados em *Chasmagnathus granulatus* que comprovam, mais uma vez, a ativação do sistema opioide como resposta a estados de stresse e ainda a possibilidade de este estar associado a mecanismos de habituação a potenciais situações de perigo (Dyakonova, 2001).

Concluindo, a ação dos opioides é apenas visível através da componente comportamental do sujeito. O efeito analgésico resulta da ação do opioide no sistema modulatório do sistema nervoso central. Ainda assim, é também possível que a sua ação ocorra a nível periférico (Elwood, 2011).

Em caso de anestéticos o processo é diferente. A ação, que bloqueia a dor, atua apenas a nível da nocicepção – ato reflexo – interrompendo a transmissão do impulso até ao sistema nervoso central (Elwood *et al.*, 2009).

Posto isto, apesar de não serem uma prova total da presença de dor em invertebrados são um dos constituintes importantes do processo (Elwood, 2011).

### **(3) *Learned avoidance***

O conceito de *learned avoidance* forma uma das componentes chave da dor. Define-se como a capacidade que um indivíduo tem de estabelecer uma relação entre determina do episódio e a consequência que o mesmo teve na integridade do próprio. É um processo de aprendizagem através do qual é possível a memorização e associação, a longo ou curto prazo, de dado acontecimento. Possui, desta forma, valor adaptativo.

Vários casos têm sido relatados que comprovam a sua presença em diversas espécies de decápodes. Um estudo realizado por Denti *et al.*, em 1987, pretendia explorar a capacidade do caranguejo *Chasmagnathus granulatus* associar um estímulo negativo (neste caso, um choque elétrico) à presença de luz. Os indivíduos foram então colocados

em compartimentos escuros. Eram de seguida libertados para um segundo compartimento iluminado onde recebiam choques elétricos. Ao fim de um só ensaio foi verificado que indivíduos que sofreram o choque não se dirigiam em direção à luz quando a oportunidade era fornecida, permanecendo no compartimento escuro. A duração deste estado foi de aproximadamente 3 horas o que demonstra a existência de memória durante um período de tempo relativamente longo (Denti *et al.*, 1987; Elwood *et al.*, 2009; Elwood, 2011).

Um estudo semelhante foi realizado no lagostim vermelho-do-Louisiana, *Procambarus clarki*, e os resultados foram idênticos (Elwood, 2011). Um outro caso, realizado na espécie de caranguejo eremita *Pagurus bernhardus*, submeteu indivíduos, mais uma vez, a choques elétricos sobre a concha que habitavam. Procedia-se, de seguida, ao fornecimento de novas conchas. Verificou-se, novamente, uma grande tendência dos indivíduos submetidos ao choque para abandonarem a concha que possuíam e ocuparem as novas conchas disponíveis (Elwood, 2011).

Mais exemplos incluem: a capacidade de *Ocypode ceratophthalma* e *Carcinus maenas* associarem um choque elétrico ao facto de introduzirem uma pata dentro de água (a água, neste caso, seria a fonte do choque elétrico). Como resultado, aprenderam a manter o membro acima da superfície (Elwood, 2012). Elwood (2012) menciona ainda que esta capacidade – *learned avoidance* – estará associada a um aumento da síntese proteica (e obviamente de RNA) no cérebro. O mesmo estudo, referido em Elwood (2012), permitiu a identificação de áreas específicas do protocérebro envolvidas no processo. Já um segundo estudo, também ele referido em Elwood (2012), fundamentou a possibilidade de o sistema nervoso periférico – gânglios torácicos – estar também envolvido (já que caranguejos decerebrados possuem exatamente a mesma capacidade).

Numa outra vertente, vários têm sido os exemplos utilizados para descrever a presença de “complex learning” em decápodes. Um dos mais importantes foca-se no sistema olfatório de uma espécie em particular, a lagosta *Panulirus argus* (Derby, 2000). O estudo permitiu estabelecer uma relação direta entre estímulos complexos e a sua tradução pelos sistemas nervosos periféricos. Ainda sobre o mesmo, permitiu demonstrar a capacidade que *P. argus* tem de discriminar diferentes compostos alimentares. Desta forma, é capaz de associar situações de perigo a determinados odores, possuindo a capacidade de as evitar (Derby, 2000).

Outras capacidades importantes têm sido associadas a “complex learning”. Por exemplo, a capacidade de indivíduos reconhecerem outros indivíduos da mesma espécie. Um estudo realizado com o caranguejo eremita, *Pagurus longicarpus*, demonstrou que estes animais possuem elevada capacidade discriminatória entre indivíduos da espécie.

A ação ocorre a nível hormonal através da libertação, pela urina, de feromonas específicas. É também através destas feromonas que o caranguejo estabelece uma relação entre o indivíduo, a concha que este ocupa e por conseguinte, a qualidade da mesma. O que comprova elevada plasticidade comportamental. Assim, o caranguejo eremita é capaz de associar informação emitida por um parceiro social a determinada experiência vivida e ainda recolher informação sobre a qualidade da concha que esse parceiro ocupa. É também capaz de reter essa informação durante um longo período de tempo o que demonstra propensão para memória a longo prazo (Gherardi, 2009).

#### **(4) Resposta a um estímulo, resultado da interação de vários sistemas motivacionais**

Pelo já exposto, parte do conceito de dor provém de um estado emocional no qual o indivíduo persente o ambiente e o interpreta. Este estado negativo está geralmente associado a uma vontade ou estado motivacional que predispõe terminar a experiência. É portanto a prioridade máxima do indivíduo manter a integridade ou recuperar da injúria. No entanto a resposta ao estímulo nocivo poderá ser distinta consoante as diferentes espécies e situações. Assim, é válido ponderar, se poderá existir uma ordem motivacional superior na resposta a um estímulo que se manifeste nas diferentes reações ao mesmo. É também possível que vários sistemas motivacionais compitam nessa ordem.

Apesar de teoricamente semelhantes, *Motivational trades* e *Learned avoidance* são conceitos diferentes. A sua distinção permite inferir sobre diferentes estados internos do indivíduo. *Learned avoidance*, como explicado acima, é a capacidade do indivíduo aprender com a experiência. Ou seja, depois de ser sujeito a um estímulo negativo o animal possui a capacidade de evitar a experiência que desencadeia o estímulo. “Motivational trade-off”, por outro lado, remete para a capacidade discriminatória do animal, ou seja, as suas escolhas preferenciais que são sujeitas a um sistema motivacional. Citando Elwood, em “Pain and suffering in Invertebrates?” (2011) “(...) that is, what it might “pay” to avoid the noxious stimulus in terms of lost opportunities to satisfy other motivacional demands”.

Um estudo realizado pelo mesmo autor, Elwood e Appel (2009) intitulado “Motivational trade-offs and potencial pain experience in Hermit Crab”, tinha como objetivo – entre outros – testar este percurso motivacional. O estudo incide sobre a espécie *Pagurus bernhardus*. O caranguejo eremita, como o próprio nome indica, não possui concha própria, desta forma, ocupa conchas abandonadas por outras espécies. Quando sem concha, é extremamente vulnerável à predação e, por isso, a situação é evitada ao máximo.

A escolha da concha não se resume à espécie, inclui também o tamanho, a forma, etc (Elwood e Stewart, 1985). Neste contexto, o estudo utiliza duas espécies distintas de conchas *Littorina obtusata* e *Gibulla cineraria*. Sabe-se também que o indivíduo prefere a primeira em prol da segunda. *P. bernhardus*, colocado em ambas as conchas, é por fim sujeito a choques elétricos. Sabe-se que o tipo de concha não influencia a intensidade da corrente elétrica.

Os resultados da experiência permitiram verificar que os indivíduos ocupantes da concha de menor interesse abandonavam a mesma a choques de menor intensidade. Choques induzidos a intensidade constante demonstraram também uma maior propensão para os indivíduos abandonarem *G. cineraria*. Ambos os resultados são consistentes com a existência de pelo menos dois sistemas motivacionais diferentes que interagem. A reação do indivíduo é portanto fruto da opção prioritária (Appel e Elwood, 2009).

Um outro caso de estudo pretendia avaliar as escolhas de parceiros sexuais em *P. clarkii*. Os resultados permitiram verificar uma óbvia tendência das fêmeas para selecionar machos de maiores dimensões. O que difere esta espécie das restantes na seleção de parceiros é a eficiência dessa seleção. A fêmea escolhe o macho não só através da visão mas também pelo odor. Quando perante dois machos de tamanhos semelhantes a escolha da fêmea é baseada na análise comportamental dos dois machos em competição. A escolha do vencedor e potencial parceiro ocorre apenas após a fêmea “cheirar” esse indivíduo o que demonstra uma forma refinada de reconhecimento individual (Gherardi, 2009).

Mais uma vez, estabelece-se uma escolha com base num sistema preferencial.

Em “Shock avoidance by discrimination learning in the shore crab (*Carcinus maenas*) is consistent with a key criterion for pain” (Magee e Elwood, 2013), pretendia-se avaliar a prevalência de *C. maenas* em abrigos escuros após administração de um choque elétrico (entre outros objetivos de pesquisa). Sabe-se também que *C. maenas* prefere abrigos escuros a ambientes iluminados. Após o choque observou-se que os indivíduos abandonavam o abrigo o que significa, portanto, que os mesmos estão dispostos a abdicar de um bem valioso de forma a evitarem o estímulo aversivo. É portanto, com base num sistema preferencial, consistente com o ideal de dor, no sentido em que o animal prefere abandonar o abrigo a voltar a sofrer o choque, que é tomada a decisão.

## (5) Reações motoras de proteção

As “Protective motor reactions” permitem apurar se um indivíduo que sofreu a ação de um estímulo negativo ou dano tecidual, tem conhecimento do local exato onde esse estímulo/dano ocorreu. Apesar da definição de dor incluir o ato reflexo, ou então a resposta vegetativa e motora, as reações descritas a baixo não deverão ser confundidas com essa resposta reflexiva uma vez que são prolongadas e repetitivas.

As ações incluem: *Limping*; *Rubbing*; *Grooming*;  *Holding*; *Autotomy*.

Nos decápodes, apesar dos poucos estudos realizados, é possível retirar alguns exemplos que comprovam a presença deste tipo de mecanismos. Foi, recentemente, estudado na espécie de camarão das poças, *Palaemon elegans*, a resposta à aplicação de ácido acético numa das suas antenas (Elwood *et al.*, 2009). Observou-se um aumento significativo de “Grooming” na antena danificada e ainda de “Rubbing” contra as paredes laterais do tanque. Verificou-se também que estas ações eram apenas direcionadas à antena danificada o que permite deduzir que o animal está consciente do local exato onde ocorreu o estímulo nocivo. O mesmo teste foi realizado no olho de *P.elegans* e os resultados foram idênticos (ambas as atividades foram inibidas pela utilização de Benzocaína anestésica) (Elwood *et al.*, 2009).

Um outro caso de resposta motora é designado *autotomy*. Um processo que consiste na remoção de um apêndice do corpo pelo próprio indivíduo. No caso dos crustáceos a cissura ocorre numa junção específica junto ao corpo (Elwood *et al.*, 2009). O corte impede assim a perda de hemolinfa, reduzindo o estado de stresse. Tem-se verificado que este tipo de mecanismo de reação é o resultado, em parte, de um controlo voluntário por parte do indivíduo. Isto porque o animal não tem que necessariamente sofrer perda de hemolinfa para que o mecanismo seja utilizado. Quando sujeitos a situações nocivas semelhantes às aquelas aplicadas a decápodes (e que resultam em *autotomy*) os vertebrados revelam clara sensação de dor. Assim, segundo o argumento por analogia, seria legítimo dizer que os decápodes utilizam a *autotomy* como um mecanismo análogo (Elwood *et al.*, 2009).

## (6) Alterações fisiológicas

Em vertebrados verificam-se determinadas alterações a nível fisiológico quando os animais são sujeitos a estímulos negativos. Estas alterações são geralmente respostas vegetativas produzidas pelo sistema neuro-endócrino como resposta ao dano (Elwood *et al.*, 2009). Incluem eventos de: dilatação da pupila, defecção, alterações na função cardio-pulmonar (alterações na pressão da corrente sanguínea, alterações no débito cardíaco – eventos de taquicardia - problemas respiratórios – hiperventilação- alterações na coloração da mucosa) desequilíbrio de eletrólitos, fadiga e ainda alterações endócrinas (Elwood *et al.*, 2009; Short, 1998). Nos invertebrados, a examinação deste tipo de episódios é reduzida, no entanto, foram reportados casos de situações semelhantes, como a diminuição da frequência cardíaca e respiratória em *Procambarus clarkii*, como resposta a um estímulo sensorial (Elwood *et al.*, 2009).

Recentemente, em “Electric shock causes physiological stress responses in shore crabs, consistente with prediction of pain” (Elwood e Adams, 2015), determinou-se que a resposta fisiológica ao stresse, induzido pela administração de um choque elétrico em *C. maenas*, era responsável pelo aumento na concentração sanguínea de CHH (hormona hiperglicémica), que se traduz num aumento da concentração de glicose na corrente sanguínea, assim como de lactato (análogo ao dos vertebrados). No entanto, este aumento de glicose e lactato poderá dever-se à resposta comportamental aguda, acompanhada, ou não, pela perda de hemolinfa. Apesar da possibilidade, Elwood e Adams (2015) comprovam que o aumento de lactato na corrente sanguínea não será devido à resposta comportamental em si, já que os indivíduos controle (não sujeitos ao choque) mantêm os mesmos níveis de concentração quer em caso de movimento ou, pelo contrário, quando o mesmo não ocorre, o que sugere que, quando a concentração de lactato aumenta, resultará do estado de stresse induzido pelo choque elétrico (sistema neuro endócrino). Na tentativa de apoiar a ultima teoria, foram por fim selecionados indivíduos cuja única resposta seria o movimento regular (afastamento do local do choque), eliminando aqueles cuja resposta fora extrema (e portanto, aqueles cujos níveis de lactato aumentaram drasticamente). Os resultados comprovam a teoria, uma vez que, quando a reação é a mesma, em caso de choque e ausência de choque, o primeiro induz níveis de lactato mais elevados do que o segundo.

## (7) Capacidades cognitivas elevadas e senciência

Cognição pode ser definida como a capacidade de adquirir e manipular informação. esta capacidade poderá ou não estar associada aos processos de consciência e senciência. Independentemente do caso, todos estes processos, interligados ou não, tornam a possibilidade da experiência de dor em invertebrados, bem mais válida. Como já referido, no caso de bem-estar animal (minimizar risco de dor) o conceito em uso é o de Senciência – um animal ser dotado de um determinado nível de percepção interna e externa que o permite ver, ouvir, sentir dor, etc. Senciência é também entendida como um estado de consciência primordial que envolve a capacidade de integrar informação (Elwood, 2011).

Existem diversos estudos relacionados com a complexidade comportamental que poderão sugerir um estado de consciência primordial. Alguns deles foram discutidos acima, como o caso de “complex learning”, no qual o indivíduo é capaz de estabelecer relações entre vários estímulos e responder a cada um deles de forma diferente o que também demonstra alguma plasticidade comportamental. Um outro caso remete para as capacidades discriminatórias da espécie. Também elas já discutidas previamente. Os decápodes, por exemplo, são capazes de distinguir entre vários tipos de alimento, selecionar parceiros sexuais, escolher abrigos e também reconhecer predadores. Esta capacidade discriminatória implica portanto a interação entre vários sistemas motivacionais e a escolha de um deles.

### ***Self awareness***

Apesar da grande maioria dos estudos realizados sobre esta matéria ocorrerem em cefalópodes, com o polvo comum - *Octopus vulgaris* - em destaque, é possível recolher alguma informação relativa aos Decapoda. Um caso em específico refere-se à possibilidade de *Self-awareness*, ou seja, da percepção do “eu” e conseqüente discriminação dos outros (Horvath *et al.*, 2013). O caranguejo eremita possui a capacidade de avaliar situações e tomar decisões em prol do eu. Segundo Horvath et al (2013), em “Invertebrates welfare, an overlook”, o caranguejo-eremita é capaz de avaliar uma situação de confronto e, por conseguinte, decidir se o conflito com outro indivíduo da mesma espécie justifica a aquisição do recurso disponível. A informação que retiram do opositor inclui volume da concha e possivelmente experiências prévias com o tipo ou espécie de concha que o adversário possui. Essa informação é, por fim, comparada com o “eu”, sendo a decisão tomada em função do mesmo. Assim, o indivíduo é capaz de inferir sobre características próprias e capaz de reconhecer outros sujeitos da mesma espécie o que envolve uma aptidão para o “auto-reconhecimento”.

Para além do referido, mais três aspetos descrevem a possibilidade de capacidades cognitivas e consciência em decápodes: *Homing* ou *Spatial awareness*; plasticidade comportamental; personalidade.

### ***Homing***

Define-se como qualquer movimento realizado por um indivíduo com o objetivo de atingir uma área específica conhecida pelo mesmo (Vannini e Cannicci, 1995). Este conceito está geralmente subcategorizado de acordo com o tipo de mecanismo utilizado na recolha da informação necessária ao *Homing*. São eles (Vannini e Cannicci, 1995): 1) Contato sensorial direto; 2) Rastro químico deixado previamente; 3) Qualquer outro tipo de informação adquirida durante uma viagem antecedente; 4) Organização da informação adquirida relativa a uma dada área conhecida e não conhecida num mapa topográfico – navegação.

Vários exemplos têm sido fornecidos que descrevem este tipo de comportamento em Crustáceos, apesar de não existirem provas em concreto da ação dos dois primeiros em decápodes. No entanto sabe-se, na categoria 3, que o caranguejo fantasma, *Ocypode spp*, é capaz de identificar objetos ou formações específicas como cones de areia, que se encontram nas redondezas do seu refúgio, utilizando os mesmos como referencial quando pretendem percorrer o trajeto de regresso (Vannini e Cannicci, 1995). O caranguejo eremita, *Clibanarius laevimanus*, é capaz de se orientar através do movimento da maré. Para isso, a partir do momento em que abandona o abrigo, mantêm o mesmo ângulo de referência em relação à linha de maré, alta ou baixa. Mantendo este o ângulo o indivíduo transita em linha reta entre o refúgio e a área que pretende alcançar (Vannini e Cannicci, 1995).

A lagosta espinhosa, *Panulirus argus*, é provavelmente o decápodes com maior capacidade de *Homing* (pelo menos conhecido). *P. argus* é capaz de perfazer migrações com cerca de 200 km orientando-se através do campo magnético (Elwrod *et al.*, 2009). Quando recolocadas a cerca de 30 km do local do refúgio, na ausência de pistas visuais, este animal é capaz de regressar a esse local exato (Elwrod *et al.*, 2009). Este tipo de comportamento parece envolver a construção de um mapa topográfico que lhes permite identificar a distribuição espacial do local dos refúgios. Este mapa estará provavelmente associado a informação química, acústica ou correntes (Vannini e Cannicci, 1995). Assim, define-se mapa topográfico ou cognitivo como a capacidade que um indivíduo possui de regressar a um local ou área conhecida quando deslocados arbitrariamente do mesmo (Vannini e Cannicci, 1995). Este sistema que se estabelece fornece ao animal informação sobre o local onde se encontra e o local do abrigo através de algum tipo de perceção direcional. Esta capacidade de organizar informação proveniente de várias fontes está geralmente as-

sociada a uma elevada capacidade cognitiva. (Elwwod *et al.*, 2009; Gherardi, 2009; Vannini e Cannicci, 1995).

### **Plasticidade comportamental**

Foi reconhecido que nos decápodes existe elevada plasticidade comportamental. Esta plasticidade ocorre a vários níveis: espécie, população, sexo, estágio de vida e ainda, a nível do indivíduo. O benefício óbvio desta característica é a maior adaptabilidade a novos ambientes (Gherardi *et al.*, 2012). Alguns dos casos foram também já discutidos acima, como a avaliação de potenciais situações de confronto em *Paguroidea spp.* ou a escolha do tipo de concha em *P. bernhardus*, entre outros. Um caso que retrata bem esta plasticidade ocorre em *Heterozius rotundifrons* e nas diferentes táticas que o mesmo adota em relação a um predador, que variam entre postura catatónica (imóvel com membros alongados), quando o nível de predação é baixo, o rápido escape ou abandono da área perigosa para um local seguro, quando o risco de predação é elevado (Gherardi *et al.*, 2012). Outros casos referem-se a “rituais” de acasalamento (como o executado por *Callinectes sapidus*, vulgarmente conhecido como caranguejo azul), a construção de refúgios por diversas espécies ou a escolha do tamanho das presas em *C. sapidus*. Assim, o termo refere-se à atribuição de várias categorias comportamentais a um indivíduo (Gherardi *et al.*, 2012).

O caranguejo eremita destaca-se nesta área em particular por apresentar uma reduzida plasticidade comportamental. Apesar de se encontrar em alguns exemplos sobrejacentes, no geral, este animal apresenta em determinadas situações reduzida maleabilidade - entre outros exemplos fornecidos por Gherardi *et al.* (2012) em “Behavioural plasticity, behavioral syndromes and animal personality in crustacean decapods: an imperfect map is better than no map” - na escolha de conchas que não permitem o sucesso copulatório ou o comodo escape em situações predatórias. Este tipo de comportamento poderá sugerir a existência de traços de personalidade vinculados e constantes em diferentes contextos (Gherardi *et al.*, 2012).

### **Personalidade em decápodes**

Plasticidade comportamental implica portanto um elevado custo energético ao sistema. Apesar do elevado valor adaptativo (já que os indivíduos são capazes de responder de forma distinta a diferentes situações) que possui, a plasticidade foi sujeita a uma “espécie” de controlo biológico que impõe limites à mesma. Estes limites atuam a nível das capacidades sensoriais, da estrutura cognitiva e aprendizagem (processamento da informação) e ainda, na estruturação morfológica e fisiológica (Briffa *et al.*, 2008). Segundo Briffa *et al.*

(2008), estes limites variam entre e dentro das populações, mantendo-se contantes ao longo do tempo, em diversos contextos, atuando a nível do indivíduo.

O conceito de personalidade animal refere-se, assim, a diferentes abordagens comportamentais e psicológicas que diferentes sujeitos da mesma espécie adotam como resposta a dada situação. Esta resposta é característica do indivíduo, independentemente da idade ou sexo e, como já referido, consistente ao longo do tempo (Horvath *et al.*, 2013). Termos como temperamento e “coping styles” estão incluídos no conceito de personalidade (Briffa *et al.*, 2008; Gherardi *et al.*, 2012).

A personalidade animal permite, desta forma, a elaboração de respostas eficazes, apesar de não ideais, a determinadas situações, evitando os elevados custos energéticos de uma resposta plástica (Briffa *et al.*, 2008).

A percepção de casos de personalidade em crustáceos é relativamente comum, o problema reside na aceitação do facto. Pelo simples manusear de um caranguejo ou lagosta verificam-se diferentes reações por parte dos diferentes indivíduos. Perante a situação de stresse, a resposta alterna entre agressividade ou paralisação consoante o indivíduo e geralmente mantêm-se constante para o mesmo em diferentes situações e contextos (Gherardi *et al.*, 2012).

Voltando ao exemplo do caranguejo eremita, o teste realizado consistiu na avaliação do paradigma timidez – ousadia (*Shyness-boldness axis*) (Gherardi *et al.*, 2012). O estudo pretendia esclarecer três questões: 1- “does boldness differ among individuals?” 2- “if yes, are these differences consistent across time and situations?” 3- “What is the relative strength of behavioral plasticity and animal personality?” (Gherardi *et al.*, 2012).

Foram utilizadas populações de *Pagurus bernhardus*, testadas *in situ* e em condições laboratoriais. Em condições controladas os testes consistiam: 1- na manipulação do risco de predação (introdução do odor de *Carcinus maenas*-predador); 2- na avaliação da capacidade de proteção de cada indivíduo pela sua concha. Para testar o último foram fornecidas conchas de diferentes massas ou de fácil percepção pelo indivíduo (a nível de cor e contraste com o substrato). Após análise dos resultados comprovou-se a existência de divergências entre indivíduos no tipo de comportamento evidenciado. Estas diferenças manifestam-se também de acordo com o tipo de situação – 1 e 2 – o que, por sua vez, é indício de uma certa plasticidade comportamental. no entanto, relativamente ao tempo de reação – *Startle response*: tempo necessário a que uma resposta face à situação de stresse seja estabelecida – observou-se maior estabilidade. Este tipo de resposta excedeu a resposta plástica.

Posto isto, de acordo com o tipo de resposta apresentada, os indivíduos foram des-

critos como *Bold* ou *Shy*. Os indivíduos ditos ousados (*Bold*) são aqueles que estão dispostos a correr maiores riscos de predação reemergindo rapidamente após um ataque de predador. Em oposição, indivíduos tímidos permaneceriam mais tempo resguardados na segurança do abrigo.

Este tipo de resposta consistente é entendido como um traço de personalidade evidenciado por esta espécie.

Testes semelhantes foram conduzidos em diferentes espécies de crustáceos, nomeadamente em *Uca mjoebergi*, *Heterozius rotundifrons* e *Astacus astacus* com o objetivo de testar a atitude do indivíduo face a uma situação de stresse – *Boldness test* (Gherardi *et al.*, 2012). Dando destaque à última espécie, o teste utilizado compreende duas abordagens. A primeira consiste na exposição de indivíduos a um ambiente sem predadores durante 3 dias. Seguidamente, os mesmos indivíduos são sujeitos a três condições distintas (em excesso de alimento e abrigo): 1) exposição a odores de predadores; 2) exposição a odores de predadores e a perturbações físicas potenciadoras de stresse; 3) controlo. A segunda consiste na avaliação da capacidade de proteção de cada indivíduo perante determinada situação de perigo. Para tal, colocou-se um único abrigo no local de teste onde indivíduos do mesmo tamanho (testados em pares) eram submetidos ao odor de um predador (Gherardi *et al.*, 2012).

Isto porque a necessidade de proteção está diretamente relacionada com a ousadia do indivíduo: elevada necessidade de proteção remete para indivíduos tímidos e vice-versa (Gherardi *et al.*, 2012).

Os resultados permitiram concluir que os indivíduos testados, independentemente do tamanho, mantinham consistência comportamental quer no mesmo teste quer entre testes, inclusive no teste controlo. Esse comportamento próprio também se mantinha independentemente do risco de predação, o que demonstra, mais uma vez, que a ousadia é um traço de personalidade característico da espécie (Gherardi *et al.*, 2012).

Um estudo mais recente, “Individual quality and personality: bolder males are less fecund in the hermit crab, *Pagurus bernhardus*” (Bridger *et al.*, 2015), pretendia avaliar (entre outros objetivos) as limitações fisiológicas que atuam no conceito de personalidade, neste caso, através da relação que se estabelece entre a fecundidade (medida através do tamanho do espermatóforo) e a ousadia – machos *Bold* – dos machos em *P. bernhardus* (diretamente relacionada com o tempo de reação a um estímulo prejudicial - *Startle response*). O estudo permitiu concluir que seriam os machos *Shy*, os mais produtivos - assegurando a continuidade da espécie (já que os machos *Bold* estariam sujeitos a um nível de predação bem mais elevado). Esta relação contribui para a premissa de que existem diferenças

comportamentais entre indivíduos da mesma população, diferenças estas que se mantêm constantes ao longo do tempo, e que as mesmas estarão associadas a condicionantes fisiológicas (neste caso, um investimento na fertilidade). O mesmo estudo não descarta o facto de esta associação estar dependente de fatores ecológicos que poderão alterar o resultado mais óbvio, neste caso, de que os machos *Bold* seriam também os mais férteis.

### **Problemas relativos a esta perspetiva**

Seguindo a proposta de Gherardi et al (2012), os problemas relativos à perspetiva da personalidade animal subdividem-se essencialmente em quatro planos principais: A - Relutância em aceitar a perspetiva; B – Ambiguidade das definições; C – Falta de dados; D – Dificuldade em compreender o valor adaptativo da personalidade.

#### **A**

A relutância em aceitar a teoria remete principalmente para dificuldades na marcação de indivíduos e na sua análise durante um período de tempo relativamente longo. Esta análise por sua vez produzirá dados que permitirão a construção de uma amostra significativa (Gherardi *et al.*, 2012).

A introdução desta nova perspetiva implica também reconsiderações na forma como o comportamento animal tem sido interpretado até então e por conseguinte a sua consideração de forma mais abrangente (Gherardi *et al.*, 2012).

O problema implícito reside portanto nas bases teóricas formuladas atualmente que definem etologia comportamental segundo termos de variáveis discretas. Isto é, subdividida em categorias quantitativas independentes a nível comportamental (por exemplo, estratégias reprodutivas) e a nível do indivíduo (por exemplo, idade, sexo, tamanho) (Gherardi *et al.*, 2012).

#### **B**

A ambiguidade de definições, que variam segundo autores, é também usual. O termo personalidade não se refere a algo tangível. Como tal, existe por vezes uma inevitável tendência para a projeção do conceito de personalidade humana em animais. Mais uma vez, consequência da visão antropomórfica que o homem concebe em relação ao que o rodeia (Gherardi *et al.*, 2012).

A ação desta visão atua a dois níveis. Primeiro, enquanto razão inibitória na formulação da teoria de personalidade animal, e em segundo, do outro lado do espectro, de forma a eliminar qualquer conotação psicológica associada ao termo e, portanto, enquanto

medida de oposição ao antropomorfismo. O que por sua vez leva a confusões de termos literários (Gherardi *et al.*, 2012). Por exemplo, termos como medo e ansiedade correspondem a estados psicológicos diferentes em homens e animais. Outro exemplo, também ele referido em Gherardi *et al.* (2012) sugere que em alguns estudos os *boldness test* são entendidos como “risk-taking behaviour” o que leva à criação de conceitos falaciosos no campo da etologia animal.

### C

Existe uma clara falha na quantidade de dados disponíveis que poderão preceder novos estudos. Apenas recentemente têm sido conduzidos esquemas exploratórios da personalidade animal. Um deles subdivide-se em 4 passos distintos (Gherardi *et al.*, 2012): 1- Elaboração de testes comportamentais standard; 2- Validação dos testes comportamentais avaliando a sua relação com outras vertentes biológicas, especialmente na área da ecologia; 3- Estabelecer, a nível da população testada, uma relação entre variações comportamentais e o *fitness* da população, de forma a entender o papel ecológico e evolutivo da personalidade; 4- Realizar comparações intra e interespecíficas com o objetivo de testar o papel da personalidade numa vertente mais holística

Atualmente, a única bibliografia disponível é referente ao primeiro passo (Gherardi *et al.*, 2012).

### D

Um dos problemas associados à nova teoria da personalidade animal surge quando se tenta entender o seu valor adaptativo. Numa realidade naturalmente selecionada cujo objetivo é manter o sucesso reprodutivo e utopicamente perpétuo da espécie, animais ousados (remetendo para o exemplo utilizado previamente) serão sujeitos a pressões predatórias significativamente superiores à dos animais tímidos. A sucessividade de situações de risco levará inevitavelmente à extinção do carácter ao fim de algumas gerações. Verifica-se, no entanto, que esse não é o caso. Associado à ousadia vem o sucesso reprodutivo do indivíduo. Esta relação direta estabelece-se na medida em que machos ousados serão mais ativos à superfície e conseqüentemente a possibilidade de encontros com o sexo oposto é superior (Gherardi *et al.*, 2012). No entanto, como também já referido acima, machos tímidos terão uma qualidade de espermátóforos superior à dos ousados (Bridger *et al.*, 2015).

Ampliado ao conceito de população a presença de múltiplas personalidades aumentará também a probabilidade de sobrevivência da espécie perante situações de alteração

ambiental (Horvath *et al.*, 2013).

Independentemente do caso, opiniões contrárias defendem que relativamente à plasticidade comportamental, a personalidade animal ou consistência comportamental intraindividual será um tópico desvantajoso para a espécie. Isto porque seria naturalmente vantajoso para o indivíduo que o comportamento face a dada situação se adaptasse à mesma ou invés da independência contextual que se verifica (Gherardi *et al.*, 2012). Não sendo, portanto, de carácter adaptativo.

Uma das possibilidades, apesar de hipotética, para esta consistência, é a redução de custos energéticos (como já referido) (Briffa *et al.*, 2008; Gherardi *et al.*, 2012).

### **Concluindo**

É necessária a introdução desta temática emergente em estudos futuros. A compreensão da personalidade animal poderá fornecer novas perspetivas sobre o processo evolutivo dos decápodes, a hierarquização pseudossocial, a própria dinâmica populacional, incluindo a dispersão genética e a expansão do nicho ecológico em que se inserem. Poderá ser também um contributo no estudo do comportamento invasor de determinadas espécies (Gherardi *et al.*, 2012).

Apesar de incompleto, a construção do termo, ainda que de grande conotação empírica, poderá ser um grande impulsionador de medidas de bem-estar e ética em Crustáceos-decápodes.

Como sugerido em “Behavioral plasticity, behavioral syndromes and animal personality in crustacean decapods: An imperfect map is better than no map” (Gherardi *et al.*, 2012) é ainda um mapa imperfeito com uma densa área virgem, composta por conceitos heterogéneos, pouco definidos e ainda no início da sua génese.

### **1.2.3.2 Stresse**

Quando condicionados, física ou psicologicamente, os crustáceos produzem respostas específicas, características do estado de stresse. O estado de stresse pode ser o resultado de alterações nas condições ambientais que podem ou não ser provocadas pelo homem. Citando Paterson e Spanoghe (1997): “A stress response occurs when a regulated physiological system is pushed beyond normal bounds by one or more external factors or stressors acting upon in”.

Inicialmente, o stresse poderá funcionar de forma adaptativa, aumentando as possibilidades de sucesso na apropriação do espaço ou contexto. No entanto, a longo prazo,

poderá ser causador de situações de mal-estar ou doença. desta forma, atua-se de forma a minimizar situações de risco.

No contexto específico desta dissertação, o stresse poderá ser causado pelo manuseamento, transporte, isolamento, contato com outros indivíduos e por fim condições de alojamento e realojamento (Paterson e Spanoghe, 1997). Como referido, o objetivo deste projeto começa por justificar a necessidade de fornecer medidas de bem-estar em Decápodes, focando-se depois num desses tópicos em específico – o alojamento.

Posto isto, é primeiro necessário entender de que forma atua o stresse a nível físico e interno em crustáceos.

O estado de stresse provoca em crustáceos a ação de um mecanismo hormonal em cascata. Apesar de pouco estudado nestes animais, é possível identificar hormonas com função homóloga à dos vertebrados. Entre elas, a hormona hiperglicémica – CHH – cujos efeitos são semelhantes aos do cortisol ou corticosterona em vertebrados. Este neuropéptido, sintetizado nas terminações medulares gangliónicas do órgão-x, exponencia a conversão de glicogénio em glicose e, conseqüentemente, o aumento da sua concentração na hemolinfa (Elwood *et al.*, 2009).

Desta forma, o balanço hormonal glucocorticoide, é muitas vezes utilizado como indicador de bem-estar (Elwood *et al.*, 2009).

Segundo Paterson e Spanoghe (1997), a hemolinfa de crustáceos é uma solução composta por iões inorgânicos, gases, produtos de digestão, substratos e excreções metabólicas, compostos orgânicos como hormonas e aminoácidos, proteínas, péptidos e por fim, as hemácias.

Assim, a análise de concentrações de qualquer um destes constituintes na hemolinfa poderá fornecer dados quantitativos sobre o bem-estar destes animais.

A obtenção de dados qualitativos passa pela utilização de indicadores de bem-estar comportamentais: Alimentação; Excreção; Mobilização (Broom, 1986).

### **1.2.3.3 Implicações éticas**

Após a breve revisão realizada sobre indicadores comportamentais de senciência em invertebrados, focada especificamente em crustáceos – decápodes, agregam-se dados suficientes para inferir positivamente sobre a sua existência na ordem. Ou seja, com base no argumento por analogia, apesar da essência hipotética que o compõe, é possível alegar que os invertebrados são capazes de sentir dor o que os torna seres vivos sencientes. Seres sencientes são também capazes de avaliar situações de stresse.

A imprescindibilidade desta revisão advém do facto de existir uma tendência para negligenciar animais cujo intelecto não é compreendido. No caso dos invertebrados esse é um problema geral. O objetivo foi portanto “humanizar” estes animais. Apesar do “humanizar”, neste contexto, ser de trato paradoxal dada toda a questão antropomórfica entoada pejorativamente ao longo da dissertação, é inevitavelmente uma necessidade.

Como referido por Broom (2016), quando se procede à exploração de um sistema é necessário compreender exatamente qual a sustentabilidade do mesmo. Refere-se, portanto, a uma avaliação do recurso utilizado, às consequências da sua utilização e às consequências morais que a utilização do mesmo promove. Com a última, Broom (2016), sublinha que: “No system or procedure is sustainable if a substantial proportion of the local or world public find aspects of it now unacceptable, or if they consider now that its expected consequences in the future are morally unacceptable”.

Posto isto, é necessário proceder a uma reformulação de medidas de bem-estar, com especial destaque para sistemas de alojamento como tanques, aquários e terrários. Com isto queremos dizer que deverá haver uma adequação de tamanho do aquário ao espaço necessário para a mobilização do indivíduo. Neste seguimento, não deverá ser só a quantidade de espaço disponível a importar mas também a qualidade do mesmo. Assim, o fornecimento de ambientes enriquecidos e variados que retratem o habitat natural destes indivíduos será de extrema importância no bem-estar dos mesmos (Mather e Anderson, 2007).

Em “Ethics and invertebrates: a cephalopod perspective” de Mather e Anderson (2007) argumenta-se que nas últimas décadas, aquários e zoológicos têm vindo a compreender a importância que o enriquecimento ambiental desempenha no bem-estar dos animais que albergam e que, conseqüentemente, se traduz na educação do público visitante. Já Broom (2016) afirma que é necessária a compreensão das capacidades cognitivas de um indivíduo para proceder a medidas de enriquecimento ambiental.

Recuando essas mesmas décadas, em zoológicos e aquários, o objetivo sempre passou pela exposição da maior quantidade possível de animais, ignorando qualquer tipo de cuidados éticos, apenas com o subjacente propósito monetário. No entanto, a crescente onda ecologista que se tem vindo a desenvolver nos últimos anos tem vindo a alterar esta conceção inicial. Os aquários, mais do que um local de exposição, são uma fonte de conhecimento. Como tal, a saúde dos indivíduos que o habitam deverá ser tida como primeira prioridade.





# **o enriquecimento ambiental**

“A Ética é a estética do futuro.”

Jean-luc Godard, *Le petit soldat* (1963)



## 2.1 Definições e contextualizações

### 2.1.1 O que é?

Newberry (1995) define Enriquecimento ambiental como: “(...) improvement in the biological functioning of captive animals resulting from modifications to their environment. Evidence of improved biological functioning could include increased life time reproductive success, increased inclusive fitness, or a correlate of these such as improved health”.

Em “Environmental Enrichment” (2013), Maple e Perdue, defendem que na definição de enriquecimento ambiental não deverá importar o conceito em si mas sim, o objetivo a que o mesmo se propõe.

Assim, de acordo com Mather e Anderson (2007), o enriquecimento ambiental tem como objetivo melhorar a saúde física e psicológica de animais cativos através da identificação e fornecimento dos estímulos ambientais necessários ao indivíduo. Este espaço deverá ter também em consideração o comportamento exploratório e a necessidade de abrigo de cada espécie. Por outras palavras, deve procurar satisfazer as necessidades originalmente padronizadas por estes animais no habitat natural.

Podemos então salientar 5 objetivos principais enriquecimento ambiental:

1. Manutenção dos níveis de atividade normais;
2. Aliviar o efeito de captura;
3. Reaquisição do comportamento normal pós comportamento divergente;
4. Preparação para uma possível reintrodução do animal em ambientes selvagens;
5. Ter em consideração a perspetiva do público de forma a cumprir expetativas.

Os aquários públicos são espaços circunscritos e enfatizados que devem proporcionar conforto aos habitantes e, simultaneamente, atrair o público visitante. De outro ponto de vista, devem funcionar como meio transitório da espécie cativa para o seu meio selvagem e como tal incorporar elementos de um ecossistema natural (Mather e Anderson, 2007).

Posto isto, direcionamos os 4 primeiros tópicos como referentes à componente de bem-estar animal e o 5º tópico como referente à opinião do público visitante (figura 8). Assumimos desta forma a divisão do enriquecimento ambiental segundo dois objetivos mais genéricos:

1. O Bem-estar animal;
2. A Estética.

## 2.1.2 Abordagens ao enriquecimento ambiental

Em “Environmental enrichment for captive animals”, Robert J. Young (2003), distingue duas abordagens relativamente ao enriquecimento ambiental:

- (A) Engenharia comportamental;
- (B) Naturalística.

A primeira providencia mecanismos que operam de forma a instigar cognitivamente o animal (ação-recompensa) e a segunda recria e reforça um ambiente selvagem como meio de estimulação para animais cativos. Apesar das duas serem distintas e ser, por vezes, utilizada uma em vez da outra, o ideal será a utilização simultânea de ambas.

Dada a complexa natureza dos decápodes e o pouco conhecimento em relação ao processo cognitivo dos mesmos, apenas a segunda abordagem será posta em causa no projeto – terceiro Capítulo - da Dissertação.

Para além destas duas abordagens é ainda possível a distinção de 5 tipos diferentes de enriquecimento ambiental. São eles: Social; Ocupacional; Físico; Sensorial; Nutricional (Naslund e Johnsson, 2014; Young, 2003) (figura 5).

- (A) Engenharia comportamental;

Como referido o objetivo desta abordagem é estabelecer uma continuidade entre a eixo comportamental apetite-consumo através da estratégia ação-recompensa. Assim, o animal mantém o padrão comportamental natural de forma a satisfazer necessidades intrínsecas. Dada a natureza artificial, facilmente identificável, dos utensílios empregados neste tipo de enriquecimento ambiental, a sua utilização é mais usual em locais onde a aparência física não é importante como, por exemplo, em laboratórios e quintas (Young, 2003).

- (B) Naturalística;

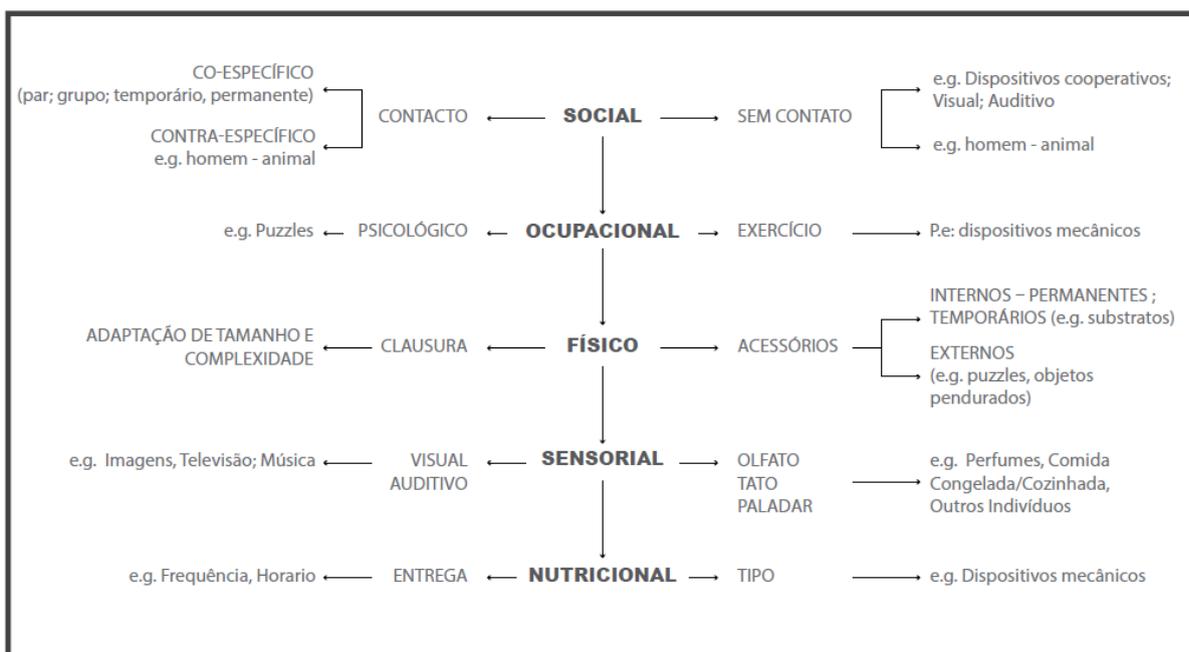
A origem do naturalismo enquanto medida de enriquecimento ambiental surge com Carl Hagenbeck e a construção do seu zoo de Hamburgo em 1907 (Young, 2003).

“The Naturalistic approach seeks to recreate a visually accurate abstract of the species natural environment in captivity” (Young, 2003).

Esta abordagem, como já referido, age sobre a exploração de comportamentos naturais em ambientes cativos através da administração de estímulos externos ao animal (a origem do estímulo em cativeiro será visualmente semelhante à origem do estímulo em

meio selvagem). Este tipo de abordagem é extremamente importante em zoológicos e aquários que promovam a educação ambiental – estabelece-se uma relação entre o animal e o seu habitat natural, incentivando-se a conservação da espécie e do seu ecossistema (Young, 2003).

“It is only by conserving environments that we can hope to conserve the animal species that live within them” (Young, 2003).



**Figura 5** Diferentes tipos de enriquecimento ambiental (adaptado de Young, 2003; Husband *et al.*, 2008).

## 2.2 Enriquecimento ambiental enquanto medida de bem-estar animal

Os objetivos base do bem-estar animal, como já referido, são a manutenção do bem-estar físico e psicológico do indivíduo. Estes dois conceitos, apesar de distintos, estão inteiramente relacionados na medida em que o bem-estar físico poderá afetar diretamente o bem-estar psicológico e vice-versa (Young, 2003). Desta forma, para providenciar bem-estar o ideal será a minimização de estímulos negativos e a maximização de estímulos positivos (Naslund e Johnsson, 2014).

Posto isto, a definição de bem-estar poderá apresentar diferentes construções, o ideal será por conseguinte ter em consideração cada uma delas: o desempenho da função biológica natural (evolutivamente selecionada), a manutenção da homeostasia interna (equilíbrio dinâmico de sais minerais, água, iões, glicose, hormonas, etc.), o equilíbrio da função psicológica (por exemplo, a relação entre o indivíduo e o ambiente) (Young, 2003). apesar de relacionados, o bem-estar animal difere do conceito de direito animal.

Organizações como a PETA (*People for the Ethical Treatment of Animals*), defensoras dos direitos dos animais, são contra o uso de animais para qualquer fim, defendendo que: “The well-being of an animal cannot be traded-off for the greater good of mankind or for the species itself” (Young, 2003). Por estas razões, os defensores dos direitos dos animais são também os maiores críticos e opositores das medidas de bem-estar animal, já que estas são sinónimo da utilização de animais para determinado fim (científico, industria, etc) (Young, 2003).

Segundo este ponto de vista, temáticas como a do enriquecimento ambiental seriam totalmente negligenciadas já que funcionam como impulsionadoras da clausura. No entanto, é preciso entender que o bem-estar animal e o direito animal competem também a nível sociológico, ecológico, educacional, ambiental. Neste contexto, o bem-estar animal defende: 1) O sacrifício de um número limitado de indivíduos será justificado pelos benefícios obtidos pela totalidade de indivíduos da espécie ou por indivíduos de outras espécies, incluindo o homem; 2) Qualquer estudo realizado será efetuado segundo a premissa de não causar sofrimento desnecessário a qualquer animal (Young, 2003).

Posto isto, como já referido no Capítulo 1, foi introduzido pelo conselho do Reino Unido sobre o Bem-estar animal, em 1992, a política dos 5 graus de Liberdade, são eles (Young, 2003): 1) Ausência de fome e sede; 2) Ausência de desconforto; 3) Ausência de dor, ferimento e doença; 4) Liberdade de expressar traços comportamentais naturais; 5) Ausência de medo e stresse.

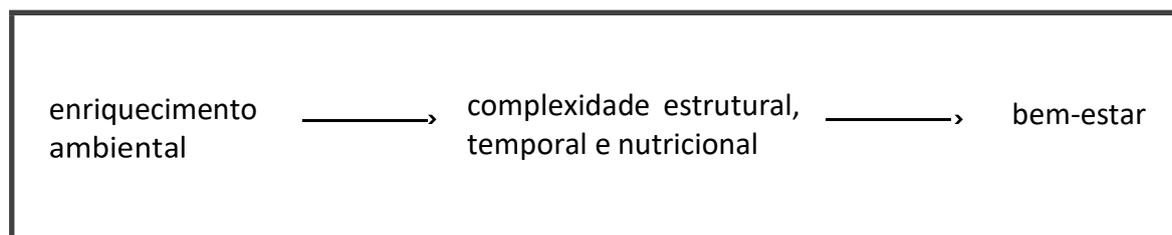
Quando o objetivo é providenciar bem-estar, no contexto do sistema de alojamento – “Housing” – destacam-se 7 medidas que atuam relativamente ao grau de liberdade nº2 (a ausência de desconforto) nomeadamente: a otimização de temperatura, ventilação, luz, som; os abrigos suficientes; o espaço suficiente; estruturas de apoio ao sistema suficientes (e.g. aquário); a limpeza e acomodação satisfatórias; a manutenção satisfatória; a drenagem segura e efetiva (Young, 2003).

Relativamente ao grau de liberdade nº3 (a ausência de dor): a vigília constante; clausuras desenhadas de forma a evitar confrontos sociais (intra e inter específicos); cuidado veterinário apropriado; as condições de isolamento (quarentena) apropriadas; as condições sanitárias adequadas (Young, 2003).

Quanto ao grau de liberdade nº 4 (liberdade de expressar traços comportamentais naturais): as acomodações apropriadas ao comportamento e necessidades biológicas do animal (Young, 2003);

Por fim, quanto ao grau de liberdade nº5 (ausência de medo e stresse) temos: animais manuseados por elementos da equipa ou sobre a sua supervisão; controlo da relação público-animal e animal-animal (Young, 2003).

Assim, considerando a informação acima descrita, o fornecimento de enriquecimento ambiental atua diretamente sobre cada um dos 5 tópicos. É responsável, portanto, pela administração de complexidade estrutural e temporal (e ainda nutricional) ao espaço de alojamento (temporário ou permanente). É esta complexidade que atua diretamente sobre o bem-estar dos indivíduos que ocupam o espaço (Naslund e Johnsson, 2014) (figura 6).



**Figura 6** estratégia adaptada no enriquecimento ambiental.

## 2.2.1 Relevância ecológica

Em qualquer ecossistema aquático a complexidade estrutural estabelece-se através de estruturas físicas — rochas, algas, raízes, areia, objetos artificiais, etc. (Naslund e Johnsson, 2014). A complexidade estrutural poderá atuar em dois planos, segundo Naslund e Johnsson (2014): de forma a proporcionar um meio natural idêntico ao da gênese (como já referido) e ainda, fornecendo construções que contribuam para a dinamização do dia-a-dia do indivíduo (que apesar de não estar incluída na engenharia comportamental funciona como complemento da componente naturalística).

Uma das funções óbvias, especialmente em aquários, é o fornecimento de locais de abrigo (também eles essenciais à vida em meio natural). A presença destas estruturas reduz significativamente a agressividade entre indivíduos: aumenta o número de áreas territoriais e, como tal, permite uma maior quantidade de indivíduos por unidade de espaço. Neste sentido, o número destas estruturas deverá ser proporcional ao número de indivíduos por *stock*, caso contrário o seu efeito será precisamente o oposto, funcionando como impulsionador da competição pelo espaço. No entanto, esta componente depende fortemente da espécie em questão. (Naslund e Johnsson, 2014).

Ainda relativamente aos abrigos, vários estudos indicam que: reduzem estados de stresse (reduzindo gastos energéticos) em *Salmo salar* uma vez que estas construções reduzem significativamente a taxa de metabolismo basal e, conseqüentemente, os níveis de cortisol no plasma. Os mesmos resultados foram verificados no peixe-gato, *Rhamdia quelen*. É, no entanto, preciso ter em atenção que a presença de abrigos não implica necessariamente um aumento na taxa de crescimento do indivíduo (apesar do caso ter sido observado em *Heterobranchus longifilis*), nem necessariamente uma descida no metabolismo basal. Como referido, estes resultados são dependentes da espécie em questão - ecologia e tamanho do indivíduo - e, portanto, é necessária precaução relativamente a generalizações. Como todos os estudos acima mencionados se referem a peixes é necessário um cuidado acrescido relativamente a analogias a crustáceos (Naslund e Johnsson, 2014).

A complexidade estrutural atua ainda na componente cognitiva e sensorial do indivíduo: complexidade estrutural também proporciona complexidade visual. Alguns estudos indicam ainda que o enriquecimento ambiental poderá potenciar a atividade cognitiva pois aumenta a adaptabilidade do indivíduo a novas situações e, conseqüentemente, a sua capacidade de aprendizagem (atua, pois, a nível da neurogênese). É, no entanto, preciso ter em atenção que, tanto quanto averiguámos, nenhum dos estudos terá sido realizado em

crustáceos mas sim em peixes (Naslund e Johnsson, 2014).

No aquário, a posição das estruturas enriquecedoras não deverá ser alterada constantemente. Um posicionamento permanente (ou pouco volúvel) impulsiona o comportamento exploratório, diminuindo o stresse (Naslund e Johnsson, 2014). No entanto, esta premissa é ainda discutível (consequência da reduzida informação disponível sobre prós e contras de cada uma das situações – permanente versus não permanente), Naslund e Johnsson (2014), indicam também que a introdução de alguma variabilidade no aquário poderá fomentar a atividade cognitiva uma vez que em meio natural os animais serão, constantemente, sujeitos a situações de carácter imprevisível. Mais uma vez, ainda segundo o mesmo autor, esta situação deverá estar dependente da espécie em questão.

A utilização de substratos (areia ou cascalho) é também extremamente benéfica para o animal: reduz a possibilidade de ferimentos físicos (especialmente em espécies que interagem com o fundo); reduz a taxa de respiração e a taxa metabólica (na espécie *Solea solea*); em *S. solea* remove agentes patogénicos. Os substratos de areia e cascalho poderão também incentivar determinados comportamentos como, por exemplo, o soterramento (Naslund e Johnsson, 2014) comum entre crustáceos (Rebach, 1974). Por outro lado, a sua utilização deverá ser cuidadosa já que poderá potenciar a infeção por agentes patogénicos devido às dificuldades na sua limpeza e manutenção (Naslund e Johnsson, 2014).

Concluindo, deve ser tido em consideração, relativamente à informação descrita acima e como já foi mencionado, que nenhum dos estudos se refere a crustáceos mas sim a uma diversidade alargada de peixes.

## 2.2.2 Alojamento

### A quarentena

Após transporte, os animais destinados ao alojamento deverão ser sujeitos a um período de quarentena.

O processo de quarentena deverá ter a duração de 30 a 90 dias, dependendo da espécie, temperatura da água, ou fonte de aquisição (Corcoran, 2015). O processo permite a aclimatização dos animais, funcionando também de forma preventiva de doenças (Adey e Loveland, 1991; Corcoran, 2015). Durante a quarentena os animais são sujeitos a medição, sedação e observação constante. Este período deverá ainda ser realizado segundo condições que minimizem o stresse (temperatura estável, ciclos circadianos - luz- e qualidade da água também regulares). A densidade de indivíduos por *stock* deverá ser também reduzida ao máximo (Corcoran, 2015) (figura 7).



Figura 7 etapas para a introdução da espécie em aquário.

### 2.2.2.1 Aspectos técnicos - Aquário

#### Dimensão

A dimensão do aquário deverá ser adaptada à espécie em questão. Neste contexto, será mais importantes para umas do que para outras.

A forma do aquário – cilíndrica ou tipo-cilíndrica – é fundamentada. É o reflexo de facilidade mecânica e estética que permite um fácil manuseamento do aquário. Um aquário cilíndrico e com uma grande área translúcida reduz também a possibilidade de desenvolvimento de comunidades bentónicas e permite, por outro lado, um aumento da área visível (Adey e Loveland, 1991).

Vários materiais poderão ser utilizados na estrutura do aquário: vidro, fibra de vidro, plástico e acrílico. As estruturas poderão ainda ser reforçadas pela utilização de cimento. Estas situações são comuns em aquários de grandes dimensões, o que não é o caso. (Adey e Loveland, 1991).

## Profundidade

Para além da componente volumétrica da profundidade, existem elementos objetivos que permitem uma otimização do seu efeito. São eles: rochas, algas, raízes, etc. o crescimento – posicionamento - em altura destes elementos permitirá uma ampliação do efeito de profundidade. Sobre o substrato, a disposição destes elementos deverá ser também diversa, permitindo ao animal a possibilidade de escolha na interação que pretende, quer com o objeto quer com o público (Corcoran, 2015; Newberry, 1995). Esta disposição amplia, também ela, o efeito de profundidade já que a posição do objeto varia horizontalmente criando a ilusão de distanciamento (Corcoran, 2015).

## Temperatura

Alterações na temperatura têm repercussões significativas nos ecossistemas e nos indivíduos que o habitam, curiosamente, o caso da água, enquanto acumulador de calor, é de extrema importância (neste caso em específico, essa importância será acrescida já que falamos de sistemas aquáticos artificiais). A água, H<sub>2</sub>O, é o composto, seguido da amónia, com maior taxa de absorção de calor (Adey e Loveland, 1991).

Posto isto, alterações na temperatura refletem-se na quantidade de oxigénio dissolvido na água e na capacidade de potenciar reações químicas o que por sua vez tem consequências diretas sobre o indivíduo, por exemplo, a quantidade de oxigénio disponível na água irá afetar a quantidade de oxigénio disponível nas guelras de animais aquáticos e a sua habilidade de completar o processo de respiração (Adey e Loveland, 1991).

Esta condição térmica é especialmente importante em animais poiquilotérmicos (como referido no primeiro capítulo os decápodes pertencem a esta categoria) (Adey e Loveland, 1991).

Em sistemas artificiais, o mecanismo utilizado no controle da temperatura passa pela utilização de um termóstato que recolhe dados térmicos e ajusta, quando necessário, a temperatura ao seu valor ideal (Adey e Loveland, 1991).

O aquecimento da água (utilizado geralmente em espécies tropicais) é alcançado através de um aquecedor adaptado – permutador de calor.

O arrefecimento da água (utilizado geralmente em espécies que habitam zonas profundas do oceano ou cuja distribuição geográfica é afastada da região equatorial) alcança-se pela utilização de refrigeradores.

Nestes dois últimos casos é também preciso ter em atenção que: como em qualquer sistema termodinâmico, quando a temperatura de um sistema é diferente da temperatura de um outro sistema em contato direto com o primeiro, existe tendência para a otimização

dos seus valores. Por esta razão, é frequentemente utilizado um revestimento duplo de vidro ou procede-se à redução da área de vidro exposta (já que o vidro não é um bom isolante térmico) (Adey e Loveland, 1991).

Outro problema relativamente comum é a condensação (ocorre quando o aquário possui uma temperatura inferior à do espaço onde está inserido). Neste caso, a resolução do problema não é alcançável no pós-operante, sendo apenas evitável na fase de construção da estrutura, através de um isolamento adequado. Quando o aquário não é construído para esta finalidade, a condensação poderá eventualmente reduzir após algum tempo de funcionamento (Adey e Loveland, 1991).

## Filtração

Por se tratar de ambientes estáticos, os aquários acumulam resíduos, geralmente de origem animal, causadores de doença ou stresse (Corcoran, 2015).

Existem três sistemas de filtração distintos: mecânicos, químicos e biológicos. Geralmente em aquários utilizam-se no mínimo dois deles em simultâneo (Corcoran, 2015).

A filtração mecânica utiliza métodos físicos para remoção de resíduos de grandes dimensões: areia, cascalho ou feltro. Contribui para a manutenção da água límpida evitando a acumulação de resíduos nitrogenados ou de restos alimentares em decomposição (Corcoran, 2015).

A filtração química ocorre através de reações químicas que removem substâncias dissolvidas na água: cloros, ou derivados mais estáveis. Apesar dos cloros serem os mais utilizados em sistemas aquáticos também podem ser utilizadas outras formas de filtração química como: Esterilização UV; Ozonização; Carvão vegetal (Corcoran, 2015).

A filtração biológica ocorre pela ação de bactérias como *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*. Estas bactérias eliminam amónia (tóxica para o animal) convertendo-a em nitratos e nitritos completando o ciclo do nitrogénio. Estes dois produtos de reação são por sua vez eliminados ou por fluxo constante de água ou pela conversão dos nitritos em nitrogénio que naturalmente evapora (Corcoran, 2015).

O princípio passa pela colocação de superfícies que permitam a adesão destas bactérias, de preferência em zonas com fluxo de água constante (Adey e Loveland, 1991).

## Luz

A luz e a profundidade estão diretamente relacionadas. A utilização de filtros de luz deverá ter em atenção que: filtros vermelhos terão menor penetrabilidade na água e os

azuis maior (Corcoran, 2015). O posicionamento da fonte de luz deverá ter em atenção tanto o animal como o observador.

O sistema de luz deverá também reproduzir os ciclos circadianos naturais - período de tempo - e ter em atenção o espectro de luz visível - intensidade - a que cada habitat está sujeito (dependente da profundidade) (Adey e Loveland, 1991).

O período de luz deve ser controlado automaticamente através, preferencialmente, de dispositivos eletrónicos.

“It can be proposed that providing more natural lighting effects will have a positive effect on promoting natural behaviors in aquarium inhabitants” (Corcoran, 2015).

### **Fotoperíodo**

O fotoperíodo – período temporal das fases de luz e escuridão diários (Aiken, 1969) – é imensamente importante no ciclo de vida de todos os indivíduos no planeta. A atividade e/ou comportamento, o crescimento (neste caso em específico, a Ecdise, que, como verificado por Aiken (1969) estará dependente do fotoperíodo), a reprodução, etc, são processos inteiramente dependentes dos ciclos solares, não seria esse um dos primeiros e principais estímulos externos que atuou e atua sobre as primeiras e atuais formas de vida (Aiken, 1969). No entanto, o fotoperíodo *standard* utilizado: 12 horas de luz / 12 horas na ausência de luz, raramente é aquele que ocorre na natureza, especialmente em ambientes marinhos (Corcoran, 2015).

O fotoperíodo é assim dependente de uma série de fatores: Latitude e Longitude (Adey e Loveland, 1991) referem o exemplo da costa do Maine, cujas oscilações de luz diária são extremamente drásticas entre estações); Profundidade (como o caso da *Squilla*, *Maja squinado*, que efetua migrações sazonais em profundidade [González-Gurriarán e Freire, 1994]); Migrações e Estações do ano (que atuam diretamente sobre os dois tópicos anteriores) (Adey e Loveland, 1991; Corcoran, 2015).

Existe ainda a possibilidade das espécies serem noturnas, o que implica um maior período de atividade durante este período de tempo.

É, portanto, importante considerar estes parâmetros na calibração do período de luz diário, que poderá ser obtida através da utilização de mecanismos automatizados e cronometrados (Adey e Loveland, 1991). As transições entre os períodos de luz e ausência de luz deverão ser também graduais – incorporando fases intermédias, como por exemplo, anoitecer e amanhecer – de forma a melhorar a adaptação (Adey e Loveland, 1991). Alterações rápidas na intensidade da luz poderão ser traumáticas (Committee for the Update of Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, 2011).

## Corrente

O posicionamento do sistema de filtração e das bombas de água orienta a direção da corrente criada. A quantidade e o diâmetro das bombas, assim como a introdução de ventoinhas, poderão também influenciar a direção da corrente (Corcoran, 2015).

É necessário ter em atenção que as bombas poderão provocar o aquecimento do sistema (Adey e Loveland,1991).

O sistema de bombagem, assim como, o sistema de canalização deverão ser posicionados a baixa profundidade de modo a evitar que possíveis falhas no sistema não provoquem o vazamento total do tanque (Adey e Loveland,1991).

## Qualidade da água

A qualidade da água está dependente de: pH; amónia, nitritos, nitratos, temperatura, alcalinidade, salinidade, oxigénio dissolvido, cálcio, cobre, magnésio, potencial de oxidação-redução, fosfatos, matéria orgânica dissolvida (Corcoran, 2015).

Por estas razões, a fonte mais viável de água será a natural, excluindo situações de logística não favorável. Apesar de existir a possibilidade de introdução de microrganismos e possivelmente certas doenças, a mesma será ínfima e como tal injustificada (Adey e Loveland,1991).

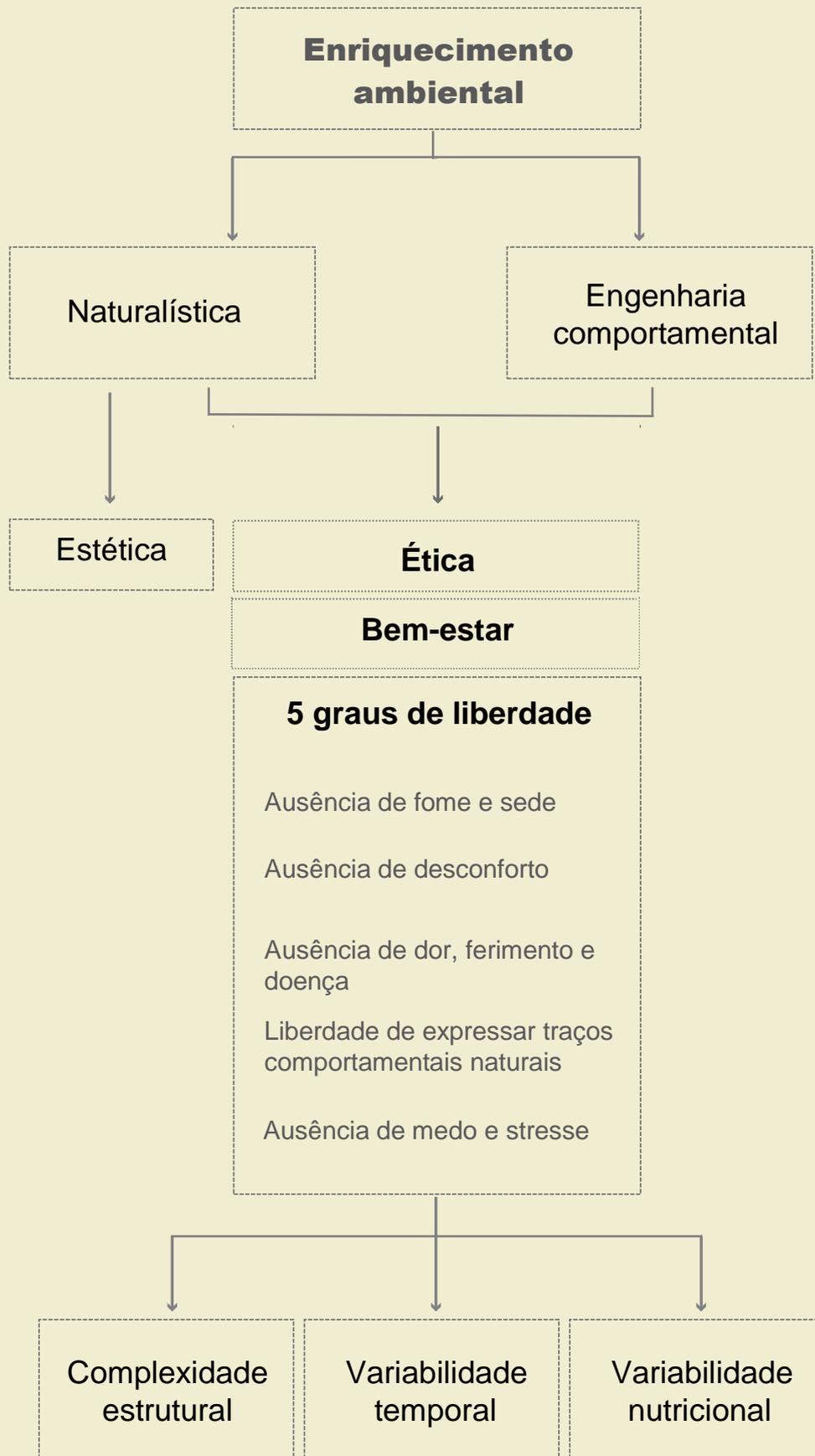
A salinidade da água é um fator de extrema importância no aquário. Os seus valores deverão ser mantidos no intervalo adequado à espécie em questão. Os valores de salinidade poderão ser controlados através de um hidrómetro (Adey e Loveland,1991).

Um dos problemas em tanques e aquários abertos é a evaporação, que por sua vez afeta diretamente o teor em sal da água. Desta forma, é aconselhável a administração de água, segundo um critério temporal tabelado pela entidade (Adey e Loveland,1991).

De forma a controlar a composição da água criteriosamente, deverão ser realizadas amostragens segundo um critério temporal pré-estabelecido (Adey e Loveland,1991).

## Substratos

Os substratos são compostos por: areia – diferente granulometria e cor – ou rochas. Mais uma vez, o substrato deverá ser colocado reproduzindo o meio natural, já que é extremamente importante na estruturação de um ecossistema. O manuseamento de substratos deverá ser feito com cuidado de forma a não danificar o aquário. As areias e rochas deverão ser também desinfetadas a cada utilização (Adey e Loveland,1991).



**Figura 8** esquema resumo - relação entre o enriquecimento ambiental e os seus componentes.

## 2.3 O enriquecimento ambiental e a estética

Como referido, o enriquecimento ambiental tem ainda em consideração a opinião do público visitante. Desta forma, a estética do espaço é importante.

Não querendo aprofundar sobre noções de estética ou sobre a relatividade do conceito ficou-se pela descrição mais adequada e simplificada: “esforço para estimular, tornar mais rápidas e agudas as reações sensoriais” (Barilli, 1994). Ou então, segundo Kant, a secção da filosofia que estuda as formas do conhecimento sensível (Barilli, 1994).

A estética, desta forma, enquanto área filosófica, distingue-se das restantes (em especial da científica) pela sua componente intransitiva e ambígua. Encontra-se, no entanto, em especial com a ciência, no momento inovador. Ambas se relacionam na experiência e na procura de conhecimento em dada circunstância (Barilli, 1994).

Neste sentido, a arte, será uma componente da estética que esta última avalia segundo determinados padrões (Barilli, 1994).

Por estas razões, nesta secção, introduzimos o conceito de aquarismo ou aquariofilia. O aquarismo incorpora elementos de preocupação estética mas também a necessidade de assegurar o bem-estar de todos os organismos que habitam o espaço o que, inevitavelmente, implica conhecimentos sobre a espécie e a sua forma de co-habitar (Ardel e Santos, 2012).

Neste seguimento, a atratividade de um aquário poderá suscitar a curiosidade de um observador o que, conseqüentemente, incentiva a preservação e conservação das espécies e dos seus ecossistemas (Maceda-Veiga *et al.*, 2014). Citando o mesmo autor: “(...) an aquarium reveals the often hidden aquatic world to the general public in much the same way as films and other media do”.

A estética é adicionada pelo criador do espaço e avaliada pelo observador (Barilli, 1994). É, portanto, preciso compreender que quando nos referimos a aquários e ao aquarismo não nos referimos a uma criação artística, já que esta última reflete uma interpretação ou percepção do mundo através de estímulos sensoriais, que poderão ou não ser consequência da introspeção, mas que sem dúvida, se traduzem ou transformam numa realidade criacional, translúcida ou abstrata.

Com isto em consideração podemos dizer que “(...) as portas do estético se podem

abrir a qualquer um, basta querer ou, pelo menos, saber como se deve comportar para obter esse objetivo” (Barilli, 1994).

### **2.3.1 O aquarismo**

Enquanto conjunto complexo de biótopo e biocenose, os ecossistemas são constituídos por indivíduos da mesma ou diferente espécie que interagem entre si e com o meio. É ainda o resultado de fatores abióticos que atuam sobre a área.

Neste contexto, o aquarismo procura recriar ecossistemas naturais aquáticos em espaços isolados (Ardel e Santos, 2012; Adey e Loveland, 1991).

Citando Pierre Huyghe, artista francês cujo trabalho envolve a manipulação de ecossistemas, na entrevista “Let the Light In: Pierre Huyghe in Los Angeles”, fornecida à revista “Art in America” (Nathan, 2015): “An auto-exhibition would be interesting to me; but for now I still control certain conditions but not the growth, not the way things unfold and develop and evolve. Instead, the exhibition is an organism that diffuses endless images, rather than producing one image targeted or framed beforehand. As I said, the works are porous, they leak out or into each other (...)”.

Nesta mesma ordem de pensamento, o ecossistema nunca será um espaço estático do mesmo modo que um aquário nunca o deverá ser. É por isto um sistema que, apesar de isolado, se auto-constrói continuamente.

A harmonia é apenas alcançável quando existe estabilidade entre diversos elementos. O bem-estar dos animais que habitam o espaço contribuirá para essa harmonia e o biólogo enquanto entendedor das necessidades dos diversos elementos levará a que o observador usufrua de uma melhor experiência estética.

Estabelece-se assim um paralelismo entre o objeto e o observador, sendo o segundo condicionador do primeiro.

#### **2.3.1.1 O objecto e o observador**

##### **De que forma influencia o observador o espaço?**

Tendo em conta que não foi encontrada bibliografia de suporte certificada, tanto quanto verificado, para as seguintes questões, as deduções descritas serão de autoria própria, construídas de acordo com a experiência no aquário público SEA LIFE Porto.

### **Disposição do objecto no espaço**

Neste contexto, objeto refere-se inicialmente ao conjunto de aquários dispostos para uma mostra e de seguida a cada um dos aquários de forma individual.

A orientação dos aquários não deverá ser executada de forma errática. A lógica que confere fluidez à disposição de cada uma das peças é variável (por exemplo, tipo de habitat ou intensidade da luz).

Cada um dos aquários (peça) é, portanto, considerado elemento constituinte da exposição como um todo, no entanto, não deverá ser desconstruído como elemento individual. Nesta circunstância o espaço confinado a cada um dos aquários é importante: a sua observação deve ser limpa mas não descontextualizada.

Em relação a aspetos técnicos o conjunto de aquários deverá ser disposto de forma a esconder qualquer tipo de canalização ou extensão externa que lhe retire subtilidade. O mesmo se aplica a tubagens ou outras estruturas internas ao aquário.

### **Disposição de elementos decorativos no aquário**

Os elementos decorativos, de origem artificial ou natural, são os maiores compositores da identidade do espaço interno de cada aquário. Esta identidade constrói-se através das relações que se estabelecem entre três pontos distintos, segundo a perspectiva do observador: esteticamente aprazível, que recrie a origem natural da espécie – ecossistema – e confira profundidade estrutural, em especial no posicionamento de abrigos.

A recriação dos ecossistemas naturais apela especialmente a questões ecológicas e sustentáveis, cujo objetivo é a preservação de habitats e a perpetuação das espécies que o ocupam mas que dependem inteiramente deste vetor – o homem enquanto observador.

Os abrigos deverão ser posicionados de forma a expor o animal total ou parcialmente ao observador. No entanto, invertendo a perspectiva, o observado nunca deverá sentir-se exposto.

Ainda relativamente à estruturação do espaço interno, os elementos decorativos deverão ser utilizados de forma a esconder as canalizações e estruturas internas referenciadas previamente.

### **Disposição das fontes de luz**

As fontes luminosas podem subdividir-se em luz do espaço expositivo e luz do aquário.

A luz do espaço expositivo é limitada ou inexistente de forma a salientar cada um dos

aquários enquanto unidades individuais. Esta luz ténue funciona unidirecionalmente permitindo a fácil observação dos animais e impedindo que estes observem o exterior o que, por sua vez, reduz estados de stresse.

A luz do aquário deverá ser posicionada de forma a criar zonas de sombra, reduzindo estados de stresse (o animal sente-se menos exposto). Não deve porém impedir totalmente a sua observação.

A utilização de filtros de luz funciona também do ponto de vista estético já que confere personalidade a cada um dos aquários o que, por sua vez, é apelativo para o público.

### **Fotoperíodo**

O fotoperíodo, como já referido, é de extrema importância para o animal, desta forma deveria ser adaptado ao mesmo. No entanto, como também já referido, muitas vezes esse não é o caso. O fotoperíodo do animal tende a ser adaptado ao fotoperíodo humano (Corcoran, 2015). Neste sentido, o observador é um claro condicionante no desempenho desta função biológica. De forma a ser encontrado um equilíbrio entre ambos os pêndulos, animal versus homem, procura-se a normalização do número de horas de luz, que será uma aproximação do ideal para ambos.

## **2.3.2 Aquarismo – A dualidade**

O aquarismo e o enriquecimento ambiental são assim dois conceitos que apesar de semelhantes divergem num único ponto: o Homem. O enriquecimento ambiental promove o bem-estar animal enquanto o aquarismo, apesar de também ele instigar o bem-estar animal, não descarta a preocupação estética do espaço. Estas noções de estética serão unicamente destinadas e avaliadas pelo Homem. No entanto, como já referido, este será um ponto favorável na medida em que incentiva a consciencialização do mesmo no que diz respeito à preservação das espécies e dos seus habitats.

Posto isto, o aquarismo, como concomitante do enriquecimento ambiental, tem sido polémico, especialmente no mundo científico. Infelizmente, a divergência entre estes dois ideais (aquário/entretenimento versus ciência/conservação) tem aumentado, sobre o argumento de que o aquarismo poderá estar a incentivar a degradação das espécies e dos seus habitats devido à exploração de espécies em habitat natural (Andrews, 1990; Maceda-Veiga *et al.*, 2014).

Um segundo argumento refere o aquarismo como potencial vetor de introdução de

espécies invasoras (Maceda-Veiga *et al.*, 2014): “The avenues from aquariums to nature include the dumping of unwanted organisms, escape from tanks and breeding farms (eg during storms), the drainage of water containing organisms from tanks, and public aquariums (...)” (Padilla e Williams, 2004).

O aquarismo possui, ainda, elevada importância económica quer para os países exportadores de espécies quer para os países importadores. Em 1990, o mercado era avaliado em cerca de 3 biliões de dólares (aproximadamente 2.5 biliões de euros), encontrando-se atualmente em expansão (o principal comércio será o de espécies ornamentais) (Andrews, 1990; Nottingham e Ramos, 2006). A elevada pressão socioeconómica poderá, portanto, ser um dos fatores a contribuir para o reforço dos impactos negativos acima referidos (Militz *et al.*, 2017).

No entanto, várias adaptações têm sido efetuadas relativamente ao modelo – aquarismo – que pretendem atenuar o impacto negativo que o mesmo poderá ter, reforçando os ideais positivos a que o mesmo se propõe que, segundo Falcato (2016) se podem subdividir em: Expor o mundo subaquático; Promover o entretenimento como ferramenta de educação; Alertar e promover a conservação dos biótopos naturais e das suas espécies.

As soluções apresentadas passam assim pela introdução de espécies produzidas em aquacultura (de forma a atenuar a depleção dos stocks naturais) (Andrews, 1990; Job, 2005; Maceda-Veiga *et al.* 2014). Apesar desta ser já uma prática corrente, a maioria das espécies continuam a ser recolhidas de *habitats* naturais (Militz *et al.*, 2017).

Maceda-Veiga *et al.* (2014) sublinha também que aquaristas têm provado respeitar os esquemas e regulações desenvolvidos em função da redução da sobre-exploração de espécies selvagens. No entanto, estas regulações serão ainda de carácter rudimentar, não existindo um certificado unificado que vise a proteção de espécies marinhas para aquários (Militz *et al.*, 2017). Apesar dos esquemas promovidos pelo FSC (Forest Stewardship Council) e pelo MSC (Marine Stewardship Council), cujo certificado tem sido associado a benefícios económicos para os pescadores que se refletem na qualidade dos ecossistemas, resultado da certificação da pesca, é ainda necessário um grande investimento na educação - através da divulgação do objetivo/ funcionamento/gestão da indústria - do consumidor/ público/observador (Militz *et al.*, 2017). Estes esquemas não serão, no entanto, adaptados à indústria de aquários, atuando apenas a nível da pesca local, e no caso do FSC a nível da produção de madeira, de forma a promover meios éticos e sustentáveis na produção quer na indústria pesqueira/alimentar, quer na indústria da madeira. Desta forma, apesar de não se tratar de um veículo que atua diretamente na indústria de aquários, poderá ser associada, de forma indireta, à mesma. Padilla e Williams (2004) referem o exemplo de

grupos preocupados com a proteção dos recifes de coral que têm trabalhado em conjunto com o MSC de forma a criar um sistema internacional certificado que promova a qualidade e a sustentabilidade das espécies para aquário.

A solução em vista mais adequada será portanto a educação do público, através da indústria, associado a uma reformulação governamental da regulação que visa a proteção de espécies para aquário, o que, por sua vez, diminuirá a possibilidade de espécies exóticas invadirem e degradarem habitats, evitando que afetem, de forma adversa, as espécies nativas (Andrews, 1990; Militz *et al.*, 2017; Padilla e Williams, 2004). A própria indústria poderá ser educada, por exemplo, em relação a prováveis espécies invasoras, através da disponibilização de listas que refiram possíveis alternativas às mesmas (Padilla e Williams, 2004).

Como referido em Padilla e Williams (2004) (...) “collaboration with the industry is essential for educating buyers, sellers, and the public, certifying stock, and preventing species from being released”.



# O Projeto

Construção de sistemas enriquecidos



## 3.1 Descrição do projecto

### 3.1.1 O Projeto – Introdução e Objetivos

Como já referido, o aquarismo define-se como a criação de ecossistemas marinhos, em espaços isolados, adaptados ao indivíduo em exibição (implicando conhecimentos sobre a espécie), consistindo também no ajuste de vários elementos decorativos de origem artificial ou natural de forma a reproduzir, de forma ideal, um ambiente aquático natural, assentando na premissa de que o mesmo irá resultar na redução de possíveis manifestações de stresse, potenciando o bem-estar animal. Esta componente de enriquecimento ambiental, concomitante do aquarismo, será fundamental na construção de cada um dos ambientes. Como mencionado anteriormente, o aquarismo compreende ainda uma imensa componente estética e técnica (discutida no Capítulo 2 - O enriquecimento ambiental) dedicada a um conjunto de observadores, cujas ações afetam todas as formas de vida. Na medida em que os aquários são uma fonte de conhecimento, uma vez que permitem a aproximação entre o homem e o animal, a criação de aquários apelativos fomenta empatia por estas espécies e, por outro lado, reforça a necessidade de assegurar a sustentabilidade dos ecossistemas naturais através da perpetuação das espécies que o constituem.

Neste seguimento, surgiu a oportunidade de desenvolver um projeto de aquarismo em parceria com o SEA LIFE Porto. O projeto consistiu, assim, na construção de seis ambientes aquáticos distintos para seis espécies diferentes de crustáceos pertencentes à ordem decápodes: *Panulirus versicolor*, *Macrocheira kaempferi*, *Homarus gammarus*, *Nephrops norvegicus*, *Maja squinado*, e *Cardisoma armatum*.

Desta forma, o primeiro capítulo da dissertação – o argumento – pretende destacar a importância que este tipo de serviços terá para indivíduos negligenciados pela população no geral, neste caso, em crustáceos decápodes, realçando o facto de tudo apontar para que eles sejam seres sencientes, merecedores de cuidados éticos, entre os quais, a criação de ambientes naturais adaptados às necessidades dos mesmos. Neste caso em específico será adotada a abordagem naturalística, referida no Capítulo 2 – O enriquecimento ambiental.

O aquarismo, enquanto modelo de conhecimento na circunstância expositora, deverá funcionar também, em especial neste caso, como indutor na redução do especismo, recorrente em decápodes.

Assim, o projeto apela a todas as questões previamente discutidas sendo o principal objetivo, promover o conhecimento, aceitação e proteção de todos os seres vivos através

do aquário como meio expositor, aliando também a componente estética na qual o aquarismo se compõe. O segundo objetivo, apesar de hipotético, será assegurar o bem-estar de cada um dos animais em exposição através do fornecimento de um ambiente enriquecido, adaptado a cada uma das espécies.

Este projeto, que decorreu na forma de um estágio, deverá, portanto, ser entendido como um complemento à revisão bibliográfica redigida previamente e não como um ensaio experimental, como tal, não foram realizadas análises quantitativas relativas ao bem-estar nem relativamente à componente estética do aquário.

Em relação à análise quantitativa de bem-estar, uma vez que a dissertação promove o enriquecimento ambiental enquanto medida de bem-estar, uma possível, e mais óbvia forma de o testar, seria por comparação: através de dois aquários, com pelo menos dois indivíduos cada um, um enriquecido e outro não. Através da medição dos níveis de stresse de cada animal, obtido, por exemplo, através de uma análise à variação da concentração de glicose (resultado da libertação da hormona homóloga ao cortisol em vertebrados, CHH) e portanto, um possível estudo do balanço glicocorticoide, em determinado período de tempo, seria uma possível forma de executar a análise à hemolinfa de cada um dos indivíduos. Seria também possível uma análise histológica *pos mortem* – se fosse o caso – aos tecidos do indivíduo de forma a avaliar as causas da morte.

No entanto, este seria um ensaio a desenvolver à parte do projeto de aquarismo, e em parceria com outra entidade. Fica, porém a possibilidade de desenvolvimento em projetos futuros.

Em relação à análise quantitativa da componente estética, que se traduziria numa avaliação (possível inquérito), redigida por parte do público observador, a cada um dos aquários, não foi realizada por três motivos em especial: o primeiro, e mais importante, deve-se ao facto de o público-alvo do SEA LIFE Porto ser maioritariamente infantil, o que provavelmente não se traduziria em resultados fidedignos. O segundo deve-se à própria avaliação em si, uma vez que só seria possível a avaliação, por comparação, dos aquários entre si. Neste sentido, o objetivo do trabalho nunca passou pela escolha do melhor aquário mas sim pela elaboração de um espaço coerente que atrai, como um todo, o público visitante, destacando cada um dos aquários de forma individual, sim, mas não promovendo o destaque de um em particular e, como tal, evitando a desconstrução da exposição na sua plenitude. O terceiro, e último, refere-se ao próprio conceito estético, que como referido é subjetivo e introspetivo, como tal, a existência de opiniões divergentes não traria resultados conclusivos ou pelo menos objetivos sobre a mesma.

Apesar deste antecedente, foram recolhidos dados relativos a indicadores qualita-

tivos de bem-estar. Neste caso em específico, apenas se procedeu à recolha de dados exatos em relação à taxa de mortalidade e à ecdise, durante o período de tempo em que a exposição esteve em exibição: 1 ano (Fevereiro, 2016 – Fevereiro, 2017).

É, ainda, importante referir que apesar de todos os aspetos técnicos serem essenciais no processo de aquarismo, apenas a montagem dos espaços internos será de autoria. Os primeiros serão, portanto, externos ao desenvolvimento do projeto e realizados por técnicos especializados.

Ainda relativamente ao projeto, o material foi inteiramente disponibilizado pelo SEA LIFE Porto, incluindo o serviço técnico de apoio. Este último atua no transporte e posicionamento dos aquários/ terrários nas devidas posições e ainda na fixação do sistema elétrico e da linha hidráulica.

Neste caso em específico procedeu-se à utilização de materiais artificiais – os elementos decorativos – devido a diversos aspetos: facilidade de aquisição, colocação e essencialmente manutenção, o que obviamente se traduz em reduções de custos. Os elementos artificiais permitem também um maior controle sobre condições higiénicas, evitando acumulação de resíduos naturais que rapidamente se decompõem e, conseqüentemente, evitando o surgimento de doenças.

É, ainda, preciso notar que o número de indivíduos por aquários é condicionado não só por fatores intra e inter específicos mas também pela entidade que alberga o projeto que se predispõe a acolher um determinado número de animais. Neste sentido, apenas o aquário de *M. kaempferi* e *N. norvegicus* possuem mais do que um indivíduo da mesma espécie por aquário.

### 3.1.2 Obras de outros autores

Poucos autores se têm destacado no aquarismo, em parte por se tratar de uma atividade classificada por muitos como “hobby”. Neste sentido, destaca-se em especial a obra do japonês Takashi Amano, fotógrafo de paisagem e mestre em aquariofilia de água doce, conhecido pela exposição itinerante: “Florestas submersas”, em exposição no Oceanário de Lisboa, Portugal, 2017.

Apesar de construções distintas, já que a obra de Amano é composta por aquários plantados de água doce e o Projecto do SEA LIFE Porto por aquários não plantados de água salgada, ambos representam uma visão estética estabelecida através de conceitos assimétricos, simples e naturalistas.

Não foi utilizada nenhuma bibliografia relativa à descrição da obra do autor, os ideais adquiridos passaram pela visita à obra, ainda em exposição, no Oceanário de Lisboa (figura 9).

O trabalho de Pierre Huyghe, artista francês - formado pela Escola Nacional de Artes Decorativas, Paris, França – conhecido pelo trabalho em manipulação de sistemas vivos foi também tomado em consideração.

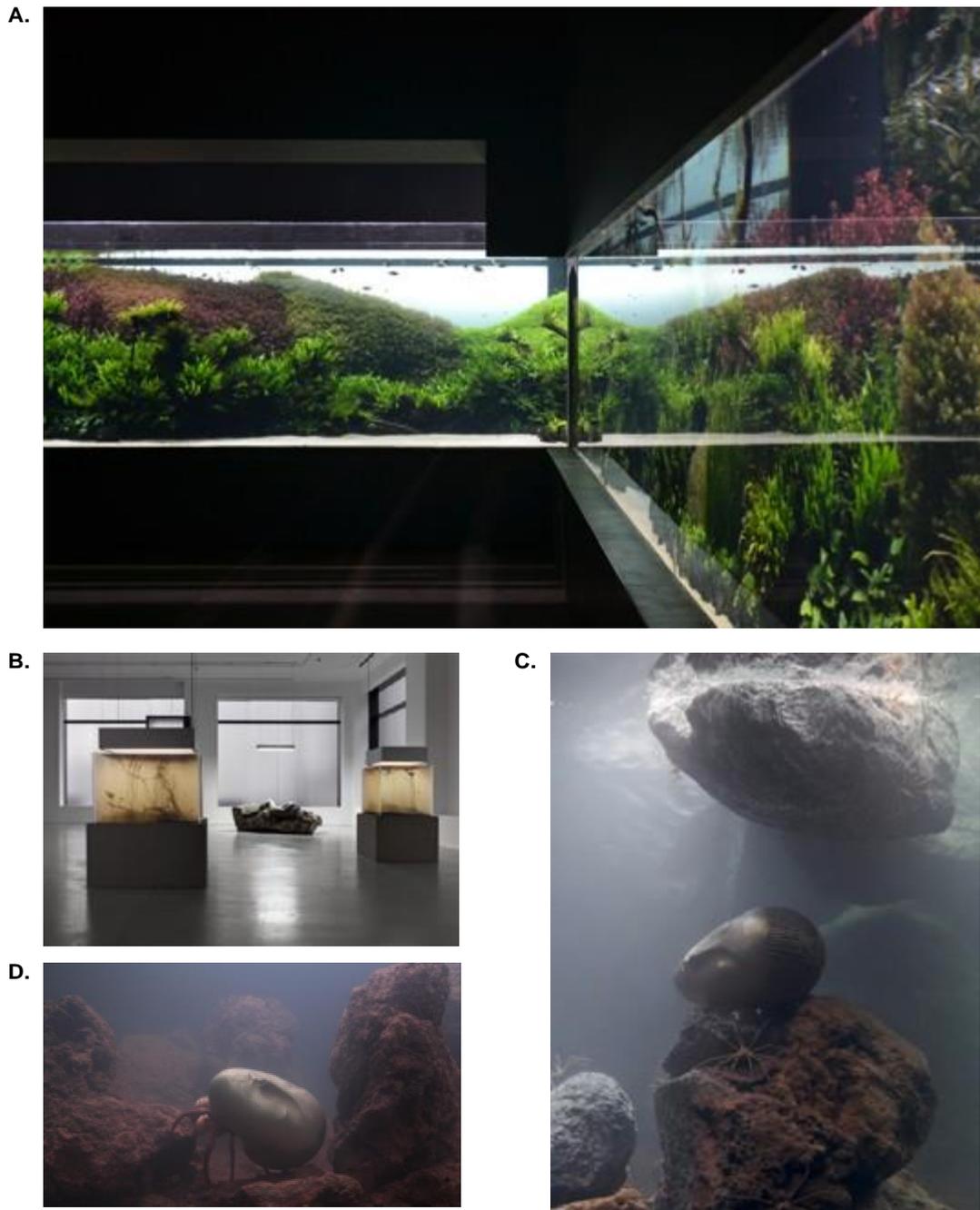
Em especial, as instalações denominadas: “Zoodram 4”, em exposição no Centre Pompidou, Paris, França, 2011; “Zoodram 5”, em exposição na galeria Los Angeles County Museum of Art, Los Angeles, Estados Unidos da América, 2011; “IN.BORDER.DEEP”, em exposição na galeria Hauser & Wirth, Inglaterra, Londres, 2014 (figura 9).

O conceito de ecocentrismo é inerente a toda a obra de Pierre Huyghe. O ecocentrismo surge em oposição ao antropocentrismo e define-se como o reconhecimento do valor intrínseco, em todas as formas de vida, incluindo fatores abióticos e bióticos, ou seja, um ecossistema (Washington, 2017). Pierre Huyghe explora essa mesma ideologia, incorporando a memória e a mudança na construção de instalações vivas, em quatro dimensões: o espaço, o volume, a massa e, a mais importante de todas, o tempo (Dafoe, 2017).

Citando o próprio: “I explore the equivalence that can exist between what unfolds within the aquarium and an emotion or a situation experienced by the one on the outsider” (Bourriaud, 2014).

E ainda, “The visitor becomes the Wild visitor”. (Bourriaud, 2014).

Este projeto propõe-se também ao mesmo ideal: À construção de um ecossistema vivo, em quatro dimensões, mutável, através do qual, o observador é transportado a um mundo selvagem.



**Figura 9** Takashi Amano. 2017. “Florestas submersas”. Oceanário de Lisboa, Portugal (A)

Pierre Huyghe. 2014. “IN.BORDER.DEEP”. Hauser & Wirth, Londres, Inglaterra. © 2017 Hauser & Wirth. Retrieved from: <https://www.hauserwirth.com/artists/63/pierre-huyghe/images-clips/7/> (B)

Pierre Huyghe. 2011. “Zoodram 5”. County Museum of Art, Los Angeles, Estados Unidos da América. © Pierre Huyghe / Fotografia por Guillaume Ziccarelli. Retrieved from: <https://www.artsy.net/artwork/pierre-huyghe-zoodram-5> (C)

Pierre Huyghe. 2011. “Zoodram 4”. Centre Pompidou, Paris, França. Cortesia de Pierre Huyghe; Marian Goodman Gallery, Nova York; Esther Schipper. Fotografia: © Guillaume Ziccarelli. © Adagp, Paris 2013. Retrieved from: <https://www.artsy.net/artwork/pierre-huyghe-zoodram-4> (D)

### 3.1.3 Planeamento

#### O SEA LIFE Porto

O projeto tem lugar no aquário público SEA LIFE Porto, como já referido, situado mais precisamente nas mediações do parque da cidade, em Matosinhos, Porto. Foi construído pela companhia Merlin Entertainments, uma das maiores da Europa na sua área de negócio.

O SEA LIFE Porto inaugurou a 15 de junho de 2009, desde então integra na sua equipe um conjunto de biólogos que asseguram a primazia dos seus aquários assim como o bem-estar de todos os animais que alberga. É ainda importante mencionar que o SEA LIFE Porto assume uma importante componente educativa dedicada à conservação da biodiversidade marinha.

O Edifício estrutura-se em 2 pisos distintos. O primeiro é destinado a exposições permanentes enquanto o segundo é composto por espaços expositores de carácter temporário – A “Black box”.

#### O espaço

O espaço dedicado ao projeto – Black box – é composto por seis aquários cuja estrutura é pré-estabelecida sendo a sua disposição também condicionada pelo sistema de filtração e de aquecimento.

Material.

1. 6 Aquários/ Terrários – Exposição temporária - “Crustáceos”;
2. Refrigerador;
3. Permutadores de calor;
4. Sistema de filtração;
5. Sistema de circulação (água e ar) – inclui sistema de bombagem;
6. Material biológico vivo;
7. Substratos;
8. Material artificial.
9. Iluminação – lâmpadas LED e UV;
10. Filtros de luz.

O seguinte projeto de aquarismo – construção de sistemas enriquecidos - será subdividido em 4 fases distintas: 1-Recolha de dados; 2-Projeção; 3- Construção; 4-Resultado final (figuras 10 e 11).

A fase número 1 – Recolha de dados – refere-se a informação recolhida sobre a espécie, incluindo a distribuição geográfica, o tipo de habitat, parâmetros bióticos e abióticos e também o estado de conservação (tabelas 3, 4, 5, 6, 7, e 8). Contém ainda ilustrações de cada um dos indivíduos (figuras 12, 13 e 14). Esta informação, recolhida durante o mês de Dezembro de 2016 (figura 11), servirá de base para a estruturação de cada um dos aquários e como tal, será o suporte das seguintes fases.

A fase número 2 – Projeção – trabalhada durante o mês de Janeiro de 2016 (figura 11), inclui: O processo, no qual são criados esboços relativos a cada um dos aquários. Os esboços equivalem a possíveis representações, em fase inicial, de cada aquário (figuras 15, 16, 17 e 18); A proposta final, onde são apresentadas as propostas finais do ambiente para cada um dos aquários (figuras 19, 20, 21, 22, 23 e 24).

A fase número 3 – Construção – executada durante os meses de Fevereiro e Março de 2016 (figura 11), inclui, a aquisição de material (tabela 2) e a montagem da exposição. A montagem da exposição poderá ser subdividida em duas conceções: a primeira – Aspectos técnicos – executada por técnicos especializados, inclui a colocação dos aquários de determinada dimensão (tabela 9) o estabelecimento da linha hidráulica/sistema de circulação (ar/água), a iluminação, a instalação e ativação do sistema filtrador (tabela 11), dos permutadores de calor e dos refrigeradores. Os aspectos técnicos implicam também a otimização dos valores de temperatura (tabela 10) e salinidade, e portanto, o controlo da qualidade da água. A segunda – Construção dos ecossistemas – inclui limpeza e desinfeção dos aquários, a desinfeção e colocação do substrato, a introdução dos elementos decorativos, o enchimento e sifonação de cada aquário, a colocação dos filtros de luz, e por fim, das espécies (figuras 26 e 27).

A fase número 4 – Resultado final – refere-se ao espaço, de cada aquário, após construção (figuras 28, 29, 30, 31, 32 e 33).

A exposição, denominada “Crustáceos” inaugurou a 19 de Março de 2016.

### 3.1.3.1 Cronologia

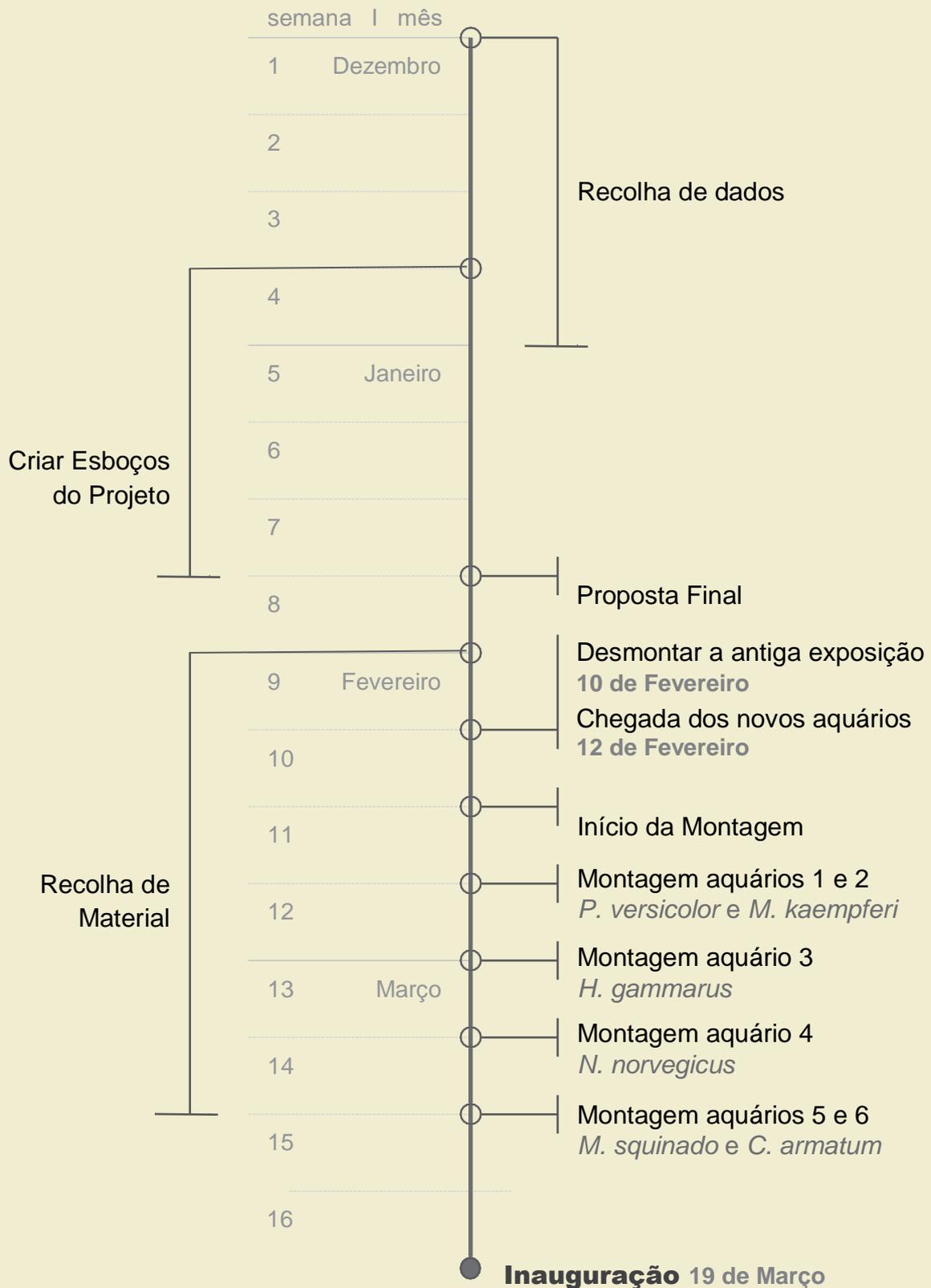


Figura 10 Cronologia.

<b>1. Recolha de dados</b>	Lista de espécies Distribuição geográfica e habitat Parâmetros bióticos e abióticos Estado de conservação
----------------------------	--

---

<b>2. Projeção</b>	2.1 Processo 2.2 Proposta final
--------------------	------------------------------------

---

<b>3. Construção</b>	3.1 Aquisição de material 3.2 Montagem
----------------------	---

---

- a.** Colocação dos aquários
- b.** Estabelecimento da linha hidráulica / sistema de circulação (ar/água)
- c.** Iluminação
- d.** Instalação de sistema filtrador
- e.** Instalação dos permutadores de calor e refrigeradores
- f.** Limpeza / desinfeção do aquário
- g.** Desinfeção do substrato
- h.** Colocação do substrato
- i.** Introdução dos materiais decorativos (rochas corais/corais/algas/madeiras/plantas)
- j.** Enchimento e sifonação (verificação de possíveis fugas)
- k.** Ativação do sistema de filtração
- l.** Ativação dos permutadores de calor e refrigeradores
- m.** Colocação de termostátos/hidrómetro/medidor de PH
- n.** Filtros de luz
- o.** Introdução das espécies principais/secundárias

● executado por técnicos especialistas

---

#### **4. Resultado Final**

**Figura 11** Construção de sistemas enriquecidos.

**Tabela 2**  
Catálogo de material.

	<b>Material biológico vivo</b>	<b>Substractos</b>	<b>Material artificial</b>
		Instituto fornecedor	Instituto fornecedor
<i>Panulirus versicolor</i>	<i>Linckia laevigata</i> <i>Macrodactyla doreensis</i>	Rocha porosa rosa-do-avermelhada de origem magmática. Substrato de areia de cor clara SEA LIFE Porto	Corais  SEA LIFE Porto
<i>Macrocheira kaempferi</i>	<i>Anemonia viridis</i>	Rocha xistosa Substrato de gravel de cor negra SEA LIFE Porto	/
<i>Homarus gammarus</i>	/	Rocha xistosa Substrato de areia de cor clara Pedreira de Valongo SEA LIFE Porto	Algas castanhas  SEA LIFE Porto
<i>Nephrops norvegicus</i>	<i>Sabella pavonina</i> <i>Gobio gobio</i>	Rocha porosa rosa-do-avermelhada de origem magmática. Substrato de areia de cor clara SEA LIFE Porto	/
<i>Maja squinado</i>	/	Seixos Substrato de areia de cor clara SEA LIFE Porto	Algas verdes Troncos de madeira SEA LIFE Porto
<i>Cardisoma armatum</i>	/	Substrato de areia de cor clara SEA LIFE Porto	Musgos Heras Troncos de madeira SEA LIFE Porto

## 3.2 Construção de sistemas enriquecidos

### 3.2.1 Recolha de dados

O seguinte capítulo inclui a informação recolhida sobre cada espécie. A informação, organizada em tabelas, compreende: Nome científico e nome comum, a descrição física dos indivíduos, a distribuição geográfica e tipo de habitat, os parâmetros abióticos (valores aproximados de temperatura e salinidade do *habitat* natural, e ciclos circadianos), os parâmetros bióticos (o tipo de crescimento, a tolerância térmica, a tolerância a mudanças na concentração de O<sub>2</sub> e as relações inter e intraespecíficas) e, por fim, o estado de conservação (tabelas 3, 4, 5, 6, 7 e 8).

A recolha de dados será acompanhada por ilustrações de cada um dos indivíduos em exposição (figuras 12, 13 e 14).

**Tabela 3**

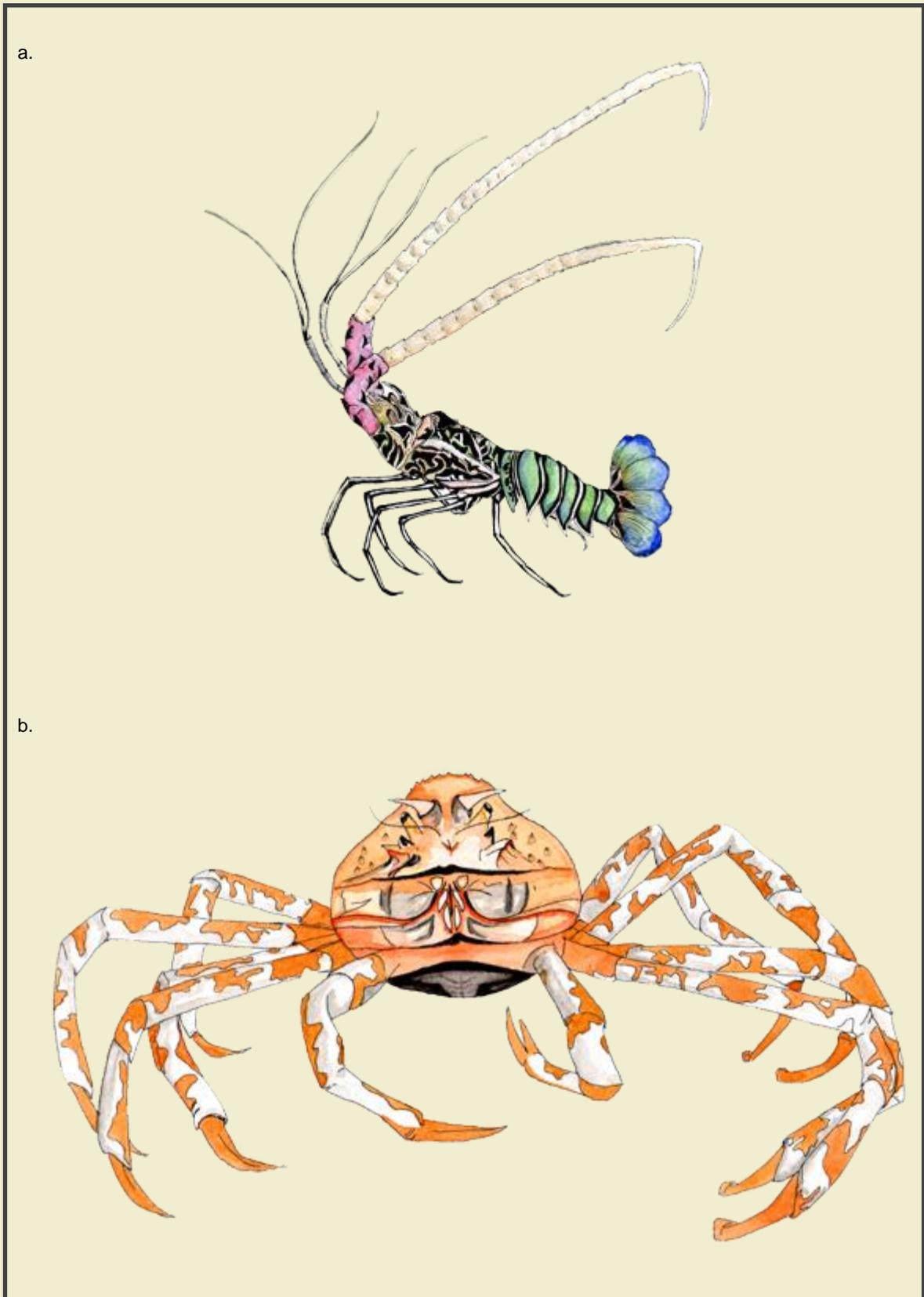
Recolha de dados *Panulirus versicolor*.

Nome científico	<i>Panulirus versicolor</i> .
Nome comum	Lagosta azul.
Distribuição geográfica	Espécie relativamente abundante nas zonas tropicais e subtropicais: Zona oeste do Indo-Pacífico, incluindo mar-vermelho, costa este de África, sul do Japão, Micronésia, Melanésia, a Polinésia e ainda o norte Australiano (Frisch, 2008; IUCN, 2017).
Habitat	Habita recifes de coral. <i>P.versicolor</i> é maioritariamente ativa durante o período noturno onde ascende a águas pouco profundas junto à costa para se alimentar. Durante o dia regressa a zonas profundas onde permanece escondida em fendas nos recifes de coral (Frisch, 2008). Encontrada em baixios marinhos até aos 15 m de profundidade (IUCN, 2017).
Parâmetros abióticos	<p><b>Temperatura</b> [26,5 °C - 30,3 °C] Recifes de coral da ilha de Java (Edinger <i>et al.</i>, 2000).</p> <p><b>Salinidade</b> [31,4‰ - 34,3‰] Recifes de coral da ilha de Java (Edinger <i>et al.</i>, 2000).</p> <p><b>Ciclos circadianos</b> Ativa durante o período noturno (Frisch, 2008).</p>
Parâmetros bióticos	<p><b>Tolerância térmica</b> Poiquilotérmicos.</p> <p><b>Tolerância a mudanças na concentração de O<sub>2</sub> na água</b> Elevada.</p> <p><b>Tipo de crescimento</b> Ecdise.</p> <p><b>Relações interespecíficas e intraespecíficas</b> Muito pouco se sabe sobre ecologia social da lagosta azul, o único facto conhecido é que durante o dia formam agregados de vários indivíduos por fenda em recifes de coral. Os motivos desta agregação são desconhecidos. Sabe-se, no entanto, que não se tratam de agregações aleatórias (Frisch, 2008).</p>
Estado de conservação	LC (Least concern) – População estável (IUCN, 2017). As maiores ameaças a esta espécie serão a pesca a nível local. Não apresentam risco a nível global (IUCN, 2017).

Tabela 4

Recolha de dados *Macrocheira kaempferi*.

Nome científico	<i>Macrocheira kaempferi</i> .
Nome comum	Caranguejo gigante Japonês.
Distribuição geográfica	<i>M. kaempferi</i> é encontrada em águas ao largo do Japão mais especificamente perto das ilhas japonesas Konshu e Kyushu. Pode também povoar regiões mais a norte, junto a Taiwan (AZA Aquatic Invertebrate Taxon Advisory Group, 2014).
Habitat	Esta espécie migratória é conhecida por habitar regiões profundas do Oceano Pacífico, entre os 50 e os 500 m. As migrações ocorrem durante a fase de reprodução em que indivíduos de ambos os sexos ascendem a águas superficiais.
Parâmetros abióticos	<p><b>Temperatura</b> [10°C – 16°C] (AZA Aquatic Invertebrate Taxon Advisory Group, 2014).</p> <p><b>Salinidade</b> [29‰ – 35‰] (AZA Aquatic Invertebrate Taxon Advisory Group, 2014).</p> <p><b>Ciclos circadianos</b> Pouco se sabe sobre o fotoperíodo ou intensidade de luz a que estes animais estão sujeitos em meio natural. No entanto, uma vez que habitam grandes profundidades, a intensidade da luz não deverá ultrapassar o intervalo: 75 lux – 1500 lux (AZA Aquatic Invertebrate Taxon Advisory Group, 2014).</p>
Parâmetros bióticos	<p><b>Tolerância térmica</b> Poiquilotérmicos.</p> <p><b>Tolerância a mudanças na concentração de O<sub>2</sub> na água</b> Elevada.</p> <p><b>Tipo de crescimento</b> Ecdise.</p> <p><b>Relações interespecíficas e intraespecíficas</b> Apresenta fenótipos decorativos. Espécie apenas agressiva durante a fase reprodutiva ou durante o período de alimentação. Apresenta indícios de alguma territorialidade pelo que deverá ser fornecido espaço suficiente para cada um dos indivíduos em exposição. Em cativeiro, foram por vezes registadas subidas a rochas por parte destes indivíduos (AZA Aquatic Invertebrate Taxon Advisory Group, 2014).</p>
Estado de conservação	Não avaliado (IUCN, 2017).



**Figura 12** Ilustração *Panulirus versicolor* (a); ilustração *Macrocheira kaempferi* (b).  
Técnica mista, aguarela e caneta sobre papel.

Tabela 5

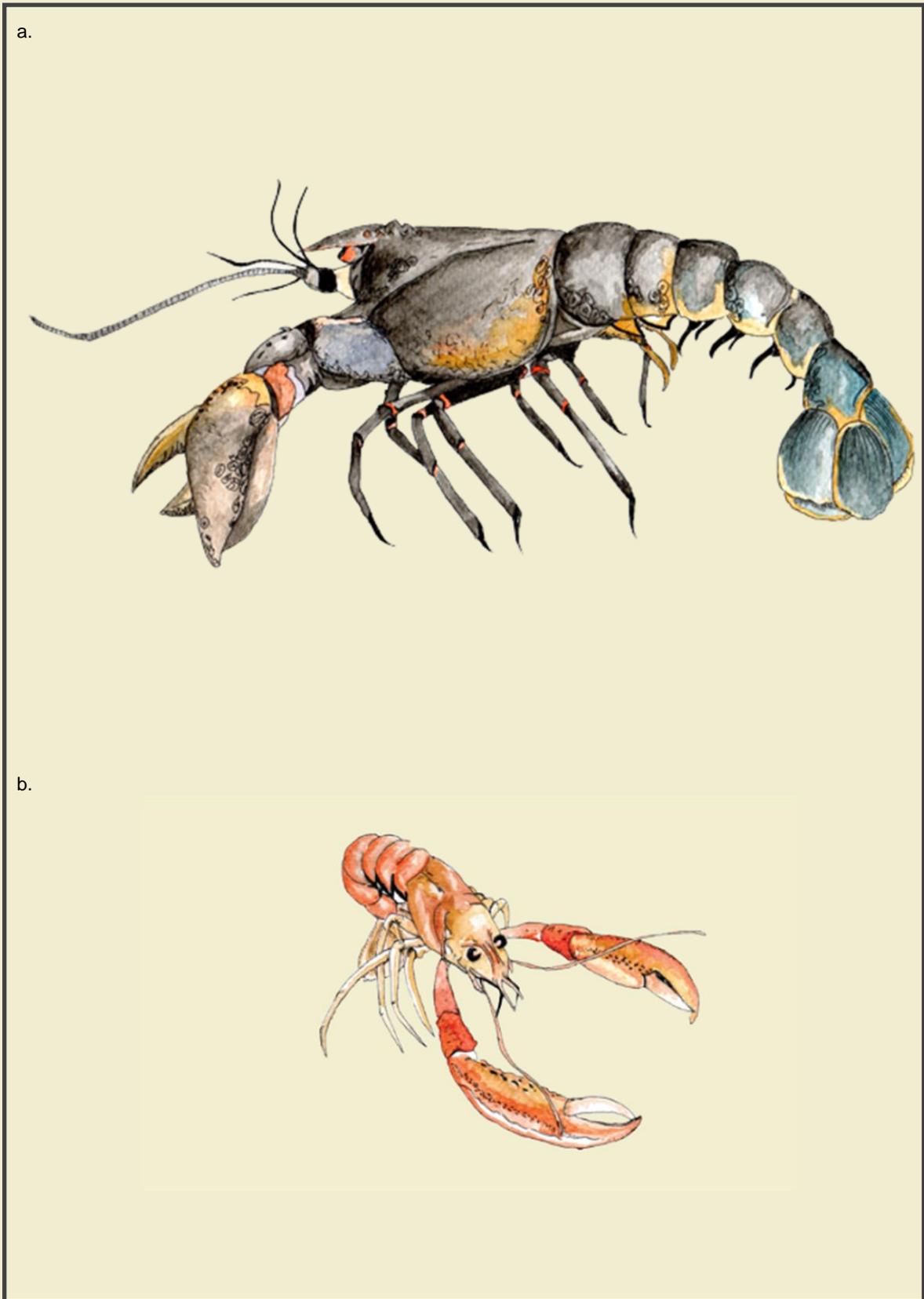
Recolha de dados *Homarus gammarus*.

Nome científico	<i>Homarus gammarus</i> .
Nome comum	Lavagante.
Distribuição geográfica	Ocorre desde o Norte da noruega, incluindo o mar do Norte e a costa Atlântica do Reino Unido. A sul, é encontrada em toda a costa Europeia mediterrânica e ainda na costa Atlântica de Marrocos. Está ausente no mar Báltico devido aos baixos valores de salinidade e temperaturas extremas (Prodhon <i>et al.</i> , 2014).
Habitat	Encontrada desde a zona de entremarés até profundidades de 150 m (Prodhon <i>et al.</i> , 2014). O lavagante é geralmente encontrado nos interstícios de rochas ou outro tipo de abrigos onde permanecem a maior parte do tempo. Este tipo de habitat representa uma possível adaptação à predação e a facilidades em termos nutricionais (Linnane <i>et al.</i> , 2000).
Parâmetros abióticos	<p><b>Temperatura</b> [1,8 °C - 30,5 °C] (Cooper e Uzman, 1980).</p> <p><b>Salinidade</b> [6‰ - 30‰] (Cooper e Uzman, 1980).</p> <p><b>Ciclos circadianos</b> Maioritariamente ativa durante o período noturno (Prodhon <i>et al.</i>, 2014).</p>
Parâmetros bióticos	<p><b>Tolerância térmica</b> Poiquilotérmicos.</p> <p><b>Tolerância a mudanças na concentração de O<sub>2</sub> na água</b> Elevada.</p> <p><b>Tipo de crescimento</b> Ecdise.</p> <p><b>Relações interespecíficas e intraespecíficas</b> Como possuem tendências canibais devem ser introduzidas em tanques individuais (Prodhon <i>et al.</i>, 2014).</p>
Estado de conservação	LC (Least concern) – População estável (IUCN, 2017). A maior ameaça a esta espécie será a pesca para consumo humano que tem aumentado constantemente ao longo dos últimos 30 anos (IUCN, 2017).

Tabela 6

Recolha de dados *Nephrops norvegicus*.

Nome científico	<i>Nephrops norvegicus</i> .
Nome comum	Lagostim comum.
Distribuição geográfica	Estende-se desde a região norte da costa oeste Africana até à Islândia, incluindo o mar do Norte e o mar Mediterrâneo ocidental (Cristo, 1998).
Habitat	Esta espécie pode ser encontrada tanto aos 10 m de profundidade como aproximadamente aos 900 m (871 m mediterrâneo) (Cristo, 1998). Conhecida por preferir substratos lamacentos onde constroem refúgios em que permanecem durante a maior parte do dia, geralmente à entrada. Estes refúgios servem como local de proteção contra predação e alimentação. Apesar destas construções serem associadas a comportamentos agnósticos – disputas – entre indivíduos e à reprodução dos próprios em diversos grupos de decápodes, em <i>N. norvegicus</i> esta relação não será fundamentada. O sedimento através do qual constroem os refúgios deverá ter a espessura ideal: nem demasiado denso, impedindo a sua perfuração, nem demasiado fino, impedindo a sua sustentação (Rice e Chapman, 1971).
Parâmetros abióticos	<p><b>Tolerância térmica</b> Poiquilotérmicos.</p> <p><b>Tolerância a mudanças na concentração de O<sub>2</sub> na água</b> Elevada.</p> <p><b>Temperatura</b> [6°C - 17°C] (Susanne <i>et al.</i>, 2013).</p> <p><b>Salinidade</b> [32‰ - 39‰] (Susanne <i>et al.</i>, 2013).</p> <p><b>Ciclos circadianos</b> Maioritariamente ativa durante o período noturno (Chapman e Rice, 1971).</p>
Parâmetros bióticos	<p><b>Tipo de crescimento</b> Ecdise.</p> <p><b>Relações interespecíficas e intraespecíficas</b> Espécie territorial. Como referido, os refúgios não serão um ponto central do comportamento territorial destes indivíduos, o mesmo não significa que este tipo de comportamento não ocorra (Chapman e Rice, 1971). Chapman e Rice (1971) referem situações de disputas despoletadas pela entrada de um indivíduo no refúgio de um segundo.</p>
Estado de conservação	LC (Least concern) – População estável (IUCN, 2017). A maior ameaça a esta espécie será a pesca para consumo humano, tendo sido verificado a redução de stocks em determinadas zonas da sua distribuição. Apesar do ocorrido, os stocks com maior densidade populacional apresentam-se estáveis (IUCN, 2017).



**Figura 13** Ilustração *Hamarus gammarus* (a); ilustração *Nephrops norvegicus* (b).

Técnica mista, aquarela e caneta sobre papel.

Tabela 7

Recolha de dados *Maja squinado*.

Nome científico	<i>Maja squinado</i> .
Nome comum	Santola.
Distribuição geográfica	Espécie migratória (migrações sazonais extensas e direcionais, geralmente para zonas mais profundas no Outono e o oposto na Primavera) que se distribui ao longo da Zona este do Oceano Atlântico (desde o mar do Norte até ao Norte de Africa) e ainda ao longo do mar Mediterrâneo (González-Gurrián e Freire, 1994).
Habitat	O tipo de habitat em <i>M. squinado</i> está geralmente associado à fase do ciclo de vida em que se encontram (juvenil-adulto) assim como às rotas migratórias. Os juvenis são geralmente encontrados em leitos de algas em zonas superficiais e os adultos em substratos rochosos mais profundos. Tendem a preferir substratos rochosos, no entanto, são também encontrados em substratos mais macios. Habitam a zona subtidal até aos 90 m de profundidade, podem, no entanto, ser também encontrados relativamente perto da superfície, aos 15 m de profundidade (González-Gurrián e Freire, 1994).
Parâmetros abióticos	<b>Temperatura</b> [8 °C – 17 °C] (Frederich e Pörtner, 2000). <b>Salinidade</b> ± 32‰ (Frederich e Pörtner, 2000). <b>Ciclos circadianos</b> Activa durante o período diurno (Gualtieri <i>et al.</i> , 2013).
Parâmetros bióticos	<b>Tolerância térmica</b> Poiquilotérmicos. <b>Tolerância a mudanças na concentração de O<sub>2</sub> na água</b> Elevada. <b>Tipo de crescimento</b> Ecdise. <b>Relações interespecíficas e intraespecíficas</b> Esta espécie é conhecida por apresentar fenótipos decorativos, isto é, os indivíduos, geralmente jovens, adquirem elementos externos e adicionam-nos às suas carapaças. É preciso ter em consideração que os indivíduos que decoram incessantemente enquanto jovens tendem a utilizar decorações em menor quantidade (ou até nunca) quando na fase adulta. Este tipo de comportamento tem diversas origens evolutivas uma vez que é encontrado em grupos filogenéticos distintos. As principais funções deste mecanismo são: proteção contra predadores e fatores abióticos; alimentação (Berke e Woodin, 2008).
Estado de conservação	Não avaliado (IUCN, 2017).

Tabela 8

Recolha de dados *Cardisoma armatum*.

Nome científico	<i>Cardisoma armatum</i> .
Nome comum	Caranguejo arco-íris.
Distribuição geográfica	<i>C. armatum</i> é encontrado ao longo da costa Atlântica Africana, desde o Senegal até Angola, incluindo as ilhas de Cabo verde e São Tomé no golfo da Guiné (Etchian <i>et al.</i> , 2016)
Habitat	Espécie semiterrestre, um género de <i>land crabs</i> . É geralmente encontrada num ecossistema específico, o mangal, que se caracteriza por ser a área transitória entre ambientes marinhos e terrestres de zonas tropicais e subtropicais. A vegetação, halófila, é composta por árvores de grandes raízes que permitem a sua sustentação (Elegbede <i>et al.</i> , 2015). São, portanto, encontrados em ambientes de águas salobras (ou até de água doce). Os estuários e águas costeiras acolhem as fases larvares do ciclo de vida, o que revela elevada tolerância relativamente à salinidade (Cuesta e Anger, 2005).
Parâmetros abióticos	<p><b>Temperatura</b> ± 27,5°C Estuário do Rio Wori, Douala, Camarões (Ngo-Massou <i>et al.</i>, 2014)</p> <p><b>Salinidade</b> ± 7,2‰ Estuário do Rio Wori, Douala, Camarões (Ngo-Massou <i>et al.</i>, 2014)</p> <p><b>Ciclos circadianos</b> Ativa durante o período noturno (Bright e Hogue, 1972).</p>
Parâmetros bióticos	<p><b>Tolerância térmica</b> Poiquilotérmicos.</p> <p><b>Tolerância a mudanças na concentração de O<sub>2</sub> na água</b> Elevada.</p> <p><b>Tipo de crescimento</b> Ecdise.</p> <p><b>Relações interespecíficas e intraespecíficas</b> Apresentam comportamento agnóstico, geralmente associado a disputas pré-copulatórias (Ameyaw-Akumfi, 1987).</p>
Estado de conservação	Não avaliado (IUCN, 2017)



**Figura 14** Ilustração *Maja squinado* (a); ilustração *Cardisoma armatum* (b).

Técnica mista, aguarela e caneta sobre papel.

### 3.2.2 Projeção

O seguinte capítulo compõe-se em duas fases: 1) a primeira, designada processo, inclui os esboços e propostas iniciais para cada um dos aquários, efetuados com base no capítulo da recolha de dados (figuras 15, 16, 17 e 18); 2) a segunda, denominada proposta final, como próprio nome indica, representa as propostas finais para cada um dos ambientes (figuras 19, 20, 21, 22, 23 e 24).

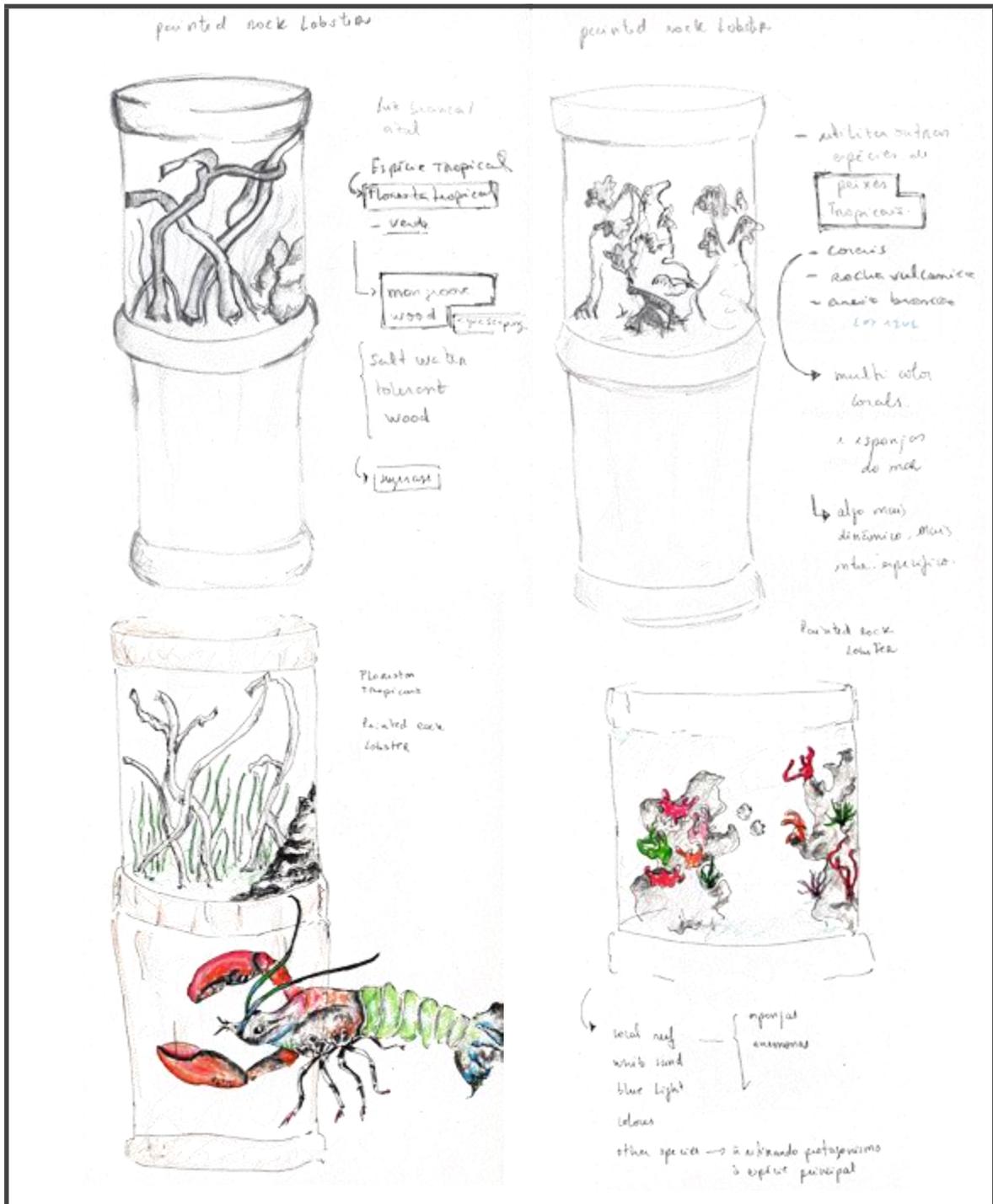
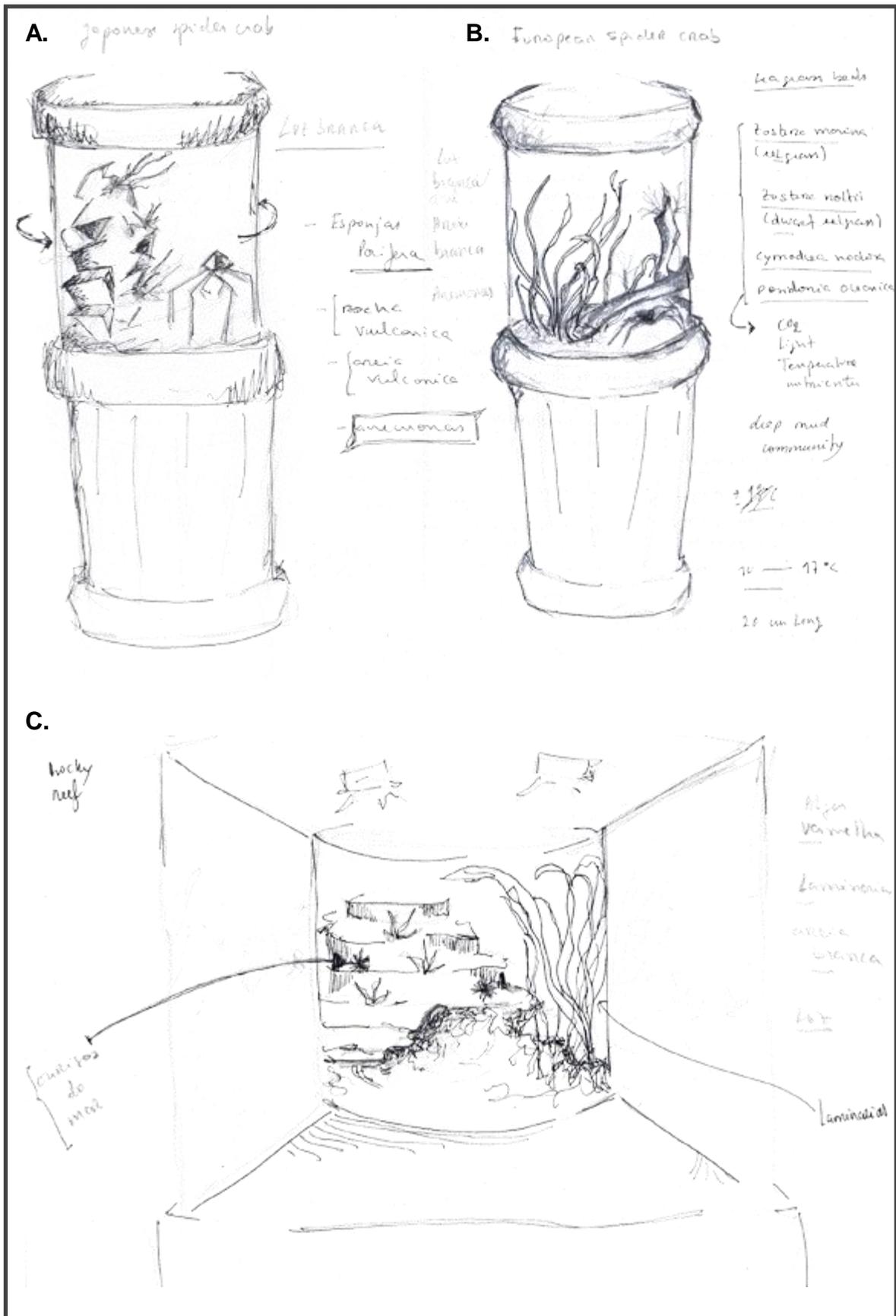


Figura 15 Processo - esboços para aquário de *Panulirus versicolor*.



**Figura 16** Processo - esboços para aquário de *Macrocheira kaempferi* (A), *Maja squinado* (B) e *Homarus gammarus* (C).

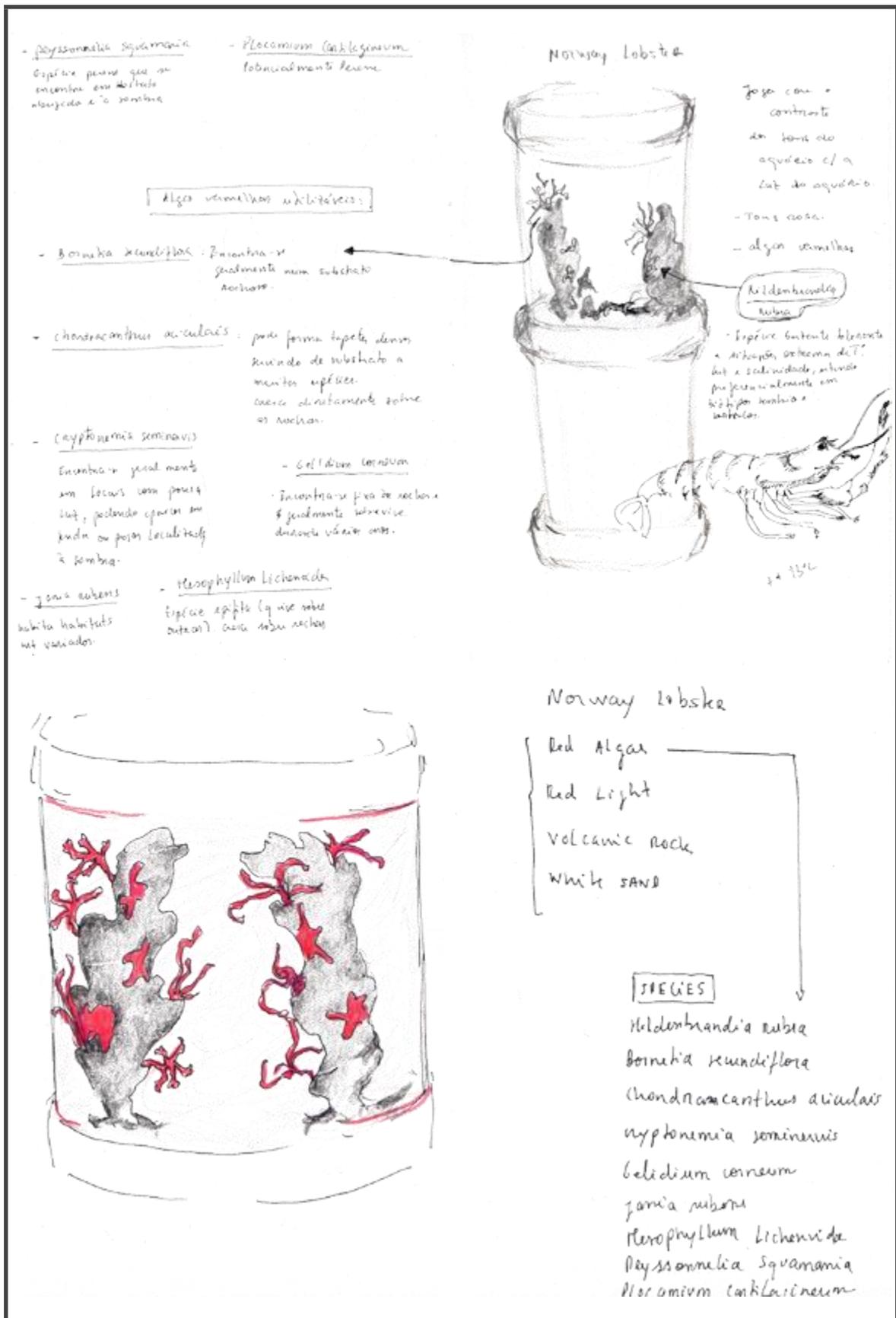


Figura 17 Processo - esboços para aquário de *Nephrops norvegicus*.

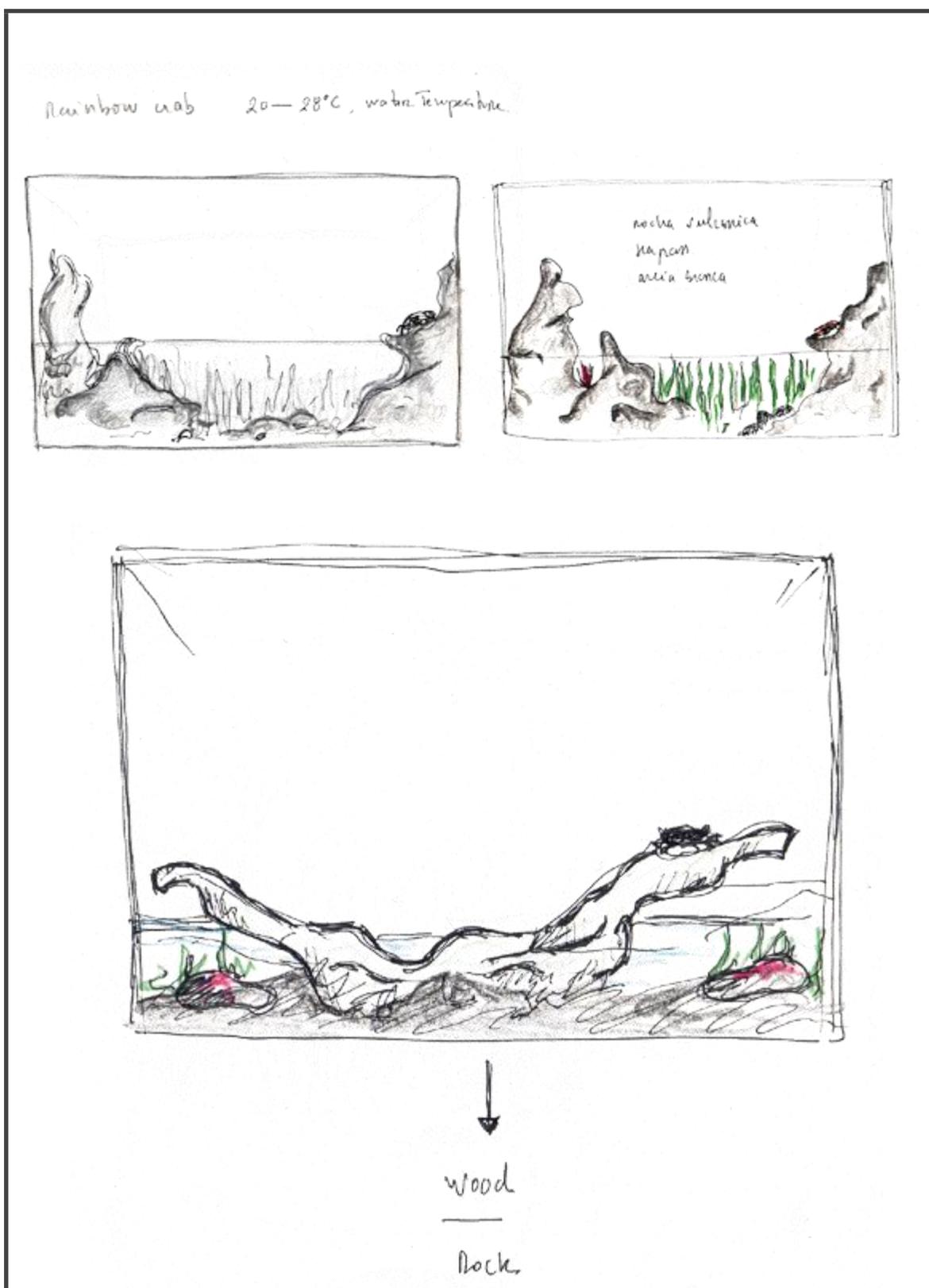


Figura 18 Processo - esboços para aquário de *Cardisoma armatum*.

### 3.2.3 Propostas finais



**Figura 19** Proposta final para aquário de *Panulirus versicolor*.



**Figura 20** Proposta final para aquário de *Macrocheira kaempferi*.



**Figura 21** Proposta final para aquário de *Homarus gammarus*.



**Figura 22** Proposta final para aquário de *Nephrops norvegicus*.



**Figura 23** Proposta final para aquário de *Maja squinado*.



**Figura 24** Proposta final para aquário de *Cardisoma armatum*.

### 3.2.4 Construção - Aspectos técnicos

O seguinte capítulo será dedicado a informação relativa ao período de quarentena, à dimensão dos aquários (tabela 9), ao sistema de aquecimento de cada aquário, incluindo os valores de temperatura a que cada um está sujeito (tabela 10), ao sistema de iluminação e tipo de lâmpadas utilizadas no mesmo, ao sistema de filtração utilizado em cada aquário (tabela 11), à corrente e à qualidade da água, determinada através de testes químicos e físicos. É também representado um esquema geral, adaptado ao SEA LIFE, do funcionamento de um aquário, incluindo o sistema de bombagem, filtração, iluminação, e circulação da água (figura 25).

#### Quarentena

As espécies *P. versicolor*, *M. Kaempferi*, *H. gammarus*, *N. norvegicus*, *M. squinado* e *C. armatum* foram sujeitas a um período de quarentena de seis semanas. As espécies secundárias, *Gobio gobio*, *Sabella pavonina*, *Anemonia viridis* e *Linckia laevigata* foram sujeitas a um período de quarentena de aproximadamente uma semana.

#### 1. Dimensão.

nome da espécie	volume (L)	nome da espécie	volume (L)	nome da espécie	volume (L)
<i>M. kaempferi</i>	3768	<i>P. versicolor</i>	880	<i>N. norvegicus</i>	588
<i>M. squinado</i>	1120	<i>H. gammarus</i>	785	<i>C. armatum</i>	150

#### 2. Temperatura

Todos os aquários possuem um sistema de aquecimento estabelecido através de permutadores de calor. Os termóstatos permitem o controlo da temperatura ideal.

Mais uma vez, dos seis aquários distinguem-se os de *M. kaempferi* e de *C. armatum*: o primeiro, comumente chamado caranguejo-aranha japonês, conhecido por habitar zonas profundas e frias do oceano pacífico, necessita de um sistema de refrigeração independente; o segundo, também conhecido por caranguejo-arco-iris, é uma espécie semiterrestre tropical e, como tal, necessita de um sistema de aquecimento independente, no qual foi utilizado uma lâmpada de cerâmica.

**tabela 10**

Valores de temperatura dos aquários adaptados a cada espécie.

nome da espécie	Temperatura (°C)	nome da espécie	Temperatura (°C)	nome da espécie	Temperatura (°C)
<i>M. kaempferi</i>	[9 - 12]	<i>P. versicolor</i>	[24]	<i>N. norvegicus</i>	[16 - 18]
<i>M. squinado</i>	[16 - 18]	<i>H. gammarus</i>	[16 - 18]	<i>C. armatum</i>	[23 - 24]

### 3. Filtração

**tabela 11**

Sistema de filtração de cada aquário.

TIPO	MÉTODO	NOME DA ESPÉCIE
Filtração Química	U. V.	<i>M. squinado</i> <sup>1</sup> ; <i>N. norvegicus</i> <sup>1</sup> ; <i>H. gammarus</i> <sup>1</sup>
	Gerador de ozono	<i>P. versicolor</i> <sup>2</sup>
Filtração Biológica	Biofiltros (Biobolas)	<i>P. versicolor</i> <sup>2</sup> ; <i>M. squinado</i> <sup>1</sup> ; <i>N. norvegicus</i> <sup>1</sup> ; <i>M. gammarus</i> <sup>1</sup> ; <i>C. armatum</i> <sup>3</sup> ; <i>M. kaempferi</i> <sup>3</sup>
Filtração Mecânica	Filtro de areia	<i>P. versicolor</i> <sup>2</sup> ; <i>M. squinado</i> <sup>1</sup> ; <i>N. norvegicus</i> <sup>1</sup> ; <i>M. gammarus</i> <sup>1</sup> ; <i>C. armatum</i> <sup>3</sup> ; <i>M. kaempferi</i> <sup>3</sup>
	Escumador	<i>P. versicolor</i> <sup>2</sup>
	Filtro de tambor	<i>P. versicolor</i> <sup>2</sup>

(1) Sistema de filtração ligado ao sistema principal do Sea Life Porto  
 (2) Sistema de filtração ligado ao sistema principal tropical  
 (3) Sistema de filtração isolado

#### **4. Luz.**

Todos os aquários possuem lâmpadas LED exceto o de *P. versicolor* que possui lâmpadas UV. Foram utilizados filtros de luz variados em todos os aquários exceto em *M. kaempferi* (não necessário).

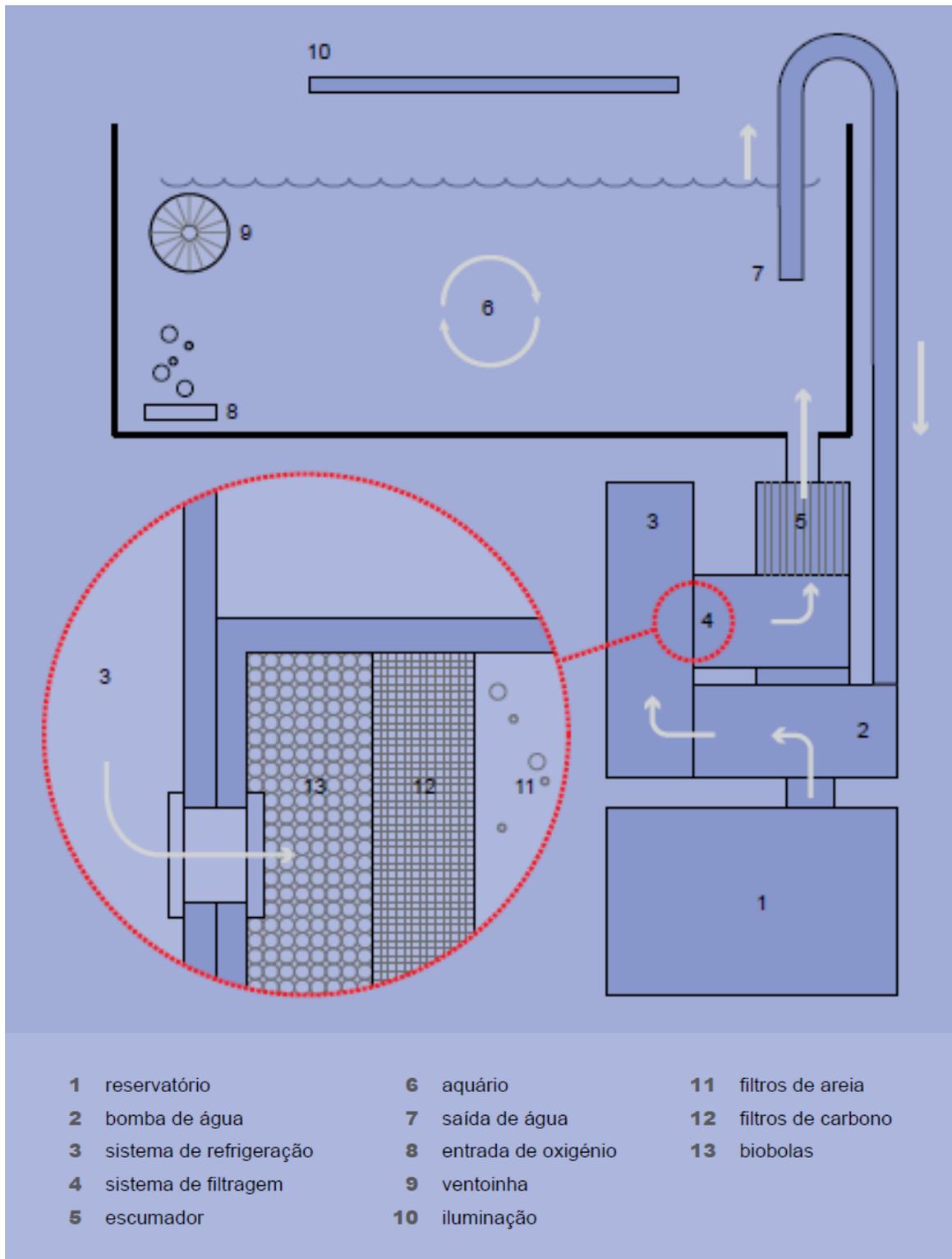
#### **5. Corrente.**

Todos os aquários estão ligados ao sistema de circulação (água e ar), abastecido pela linha hidráulica. Neste caso em específico foi adicionada uma ventoinha (posicionada abaixo do nível da água) que aumenta a eficácia da circulação de água no aquário.

#### **6. Qualidade da água.**

A verificação da qualidade da água implica a medição de fatores físico-químicos, como sejam a temperatura, salinidade, pH, amónia, nitritos e nitratos e outros. No caso particular da salinidade, a do do aquário de *C. armatum* situou-se entre 0 ‰ e 2 ‰ enquanto para as restantes espécies o intervalo verificado foi de 28 ‰ a 32 ‰.

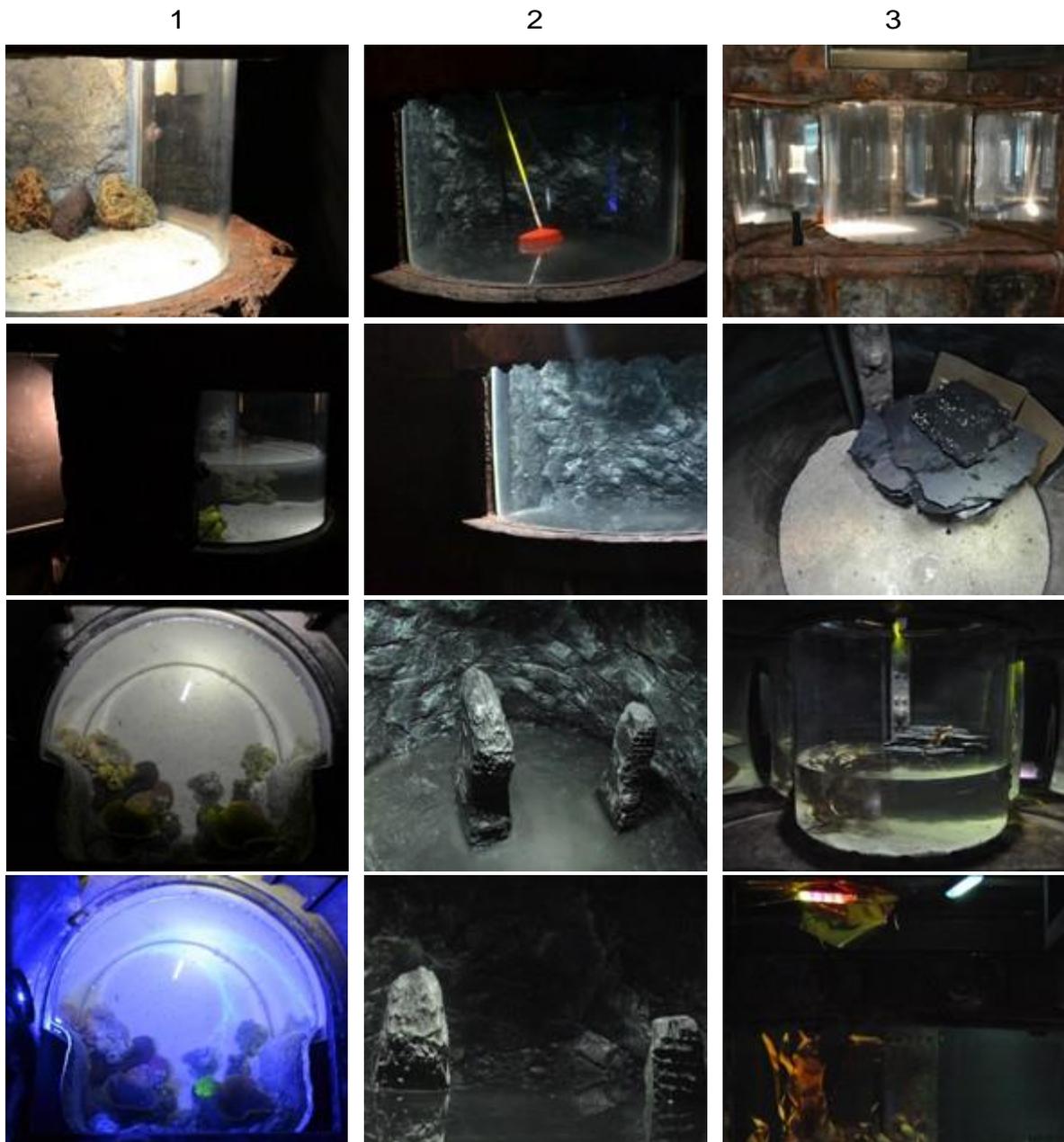
No caso do SEA LIFE Porto os testes são conduzidos no laboratório do edifício, sendo os testes físicos (temperatura e salinidade) feitos diariamente e os químicos uma vez por semana.



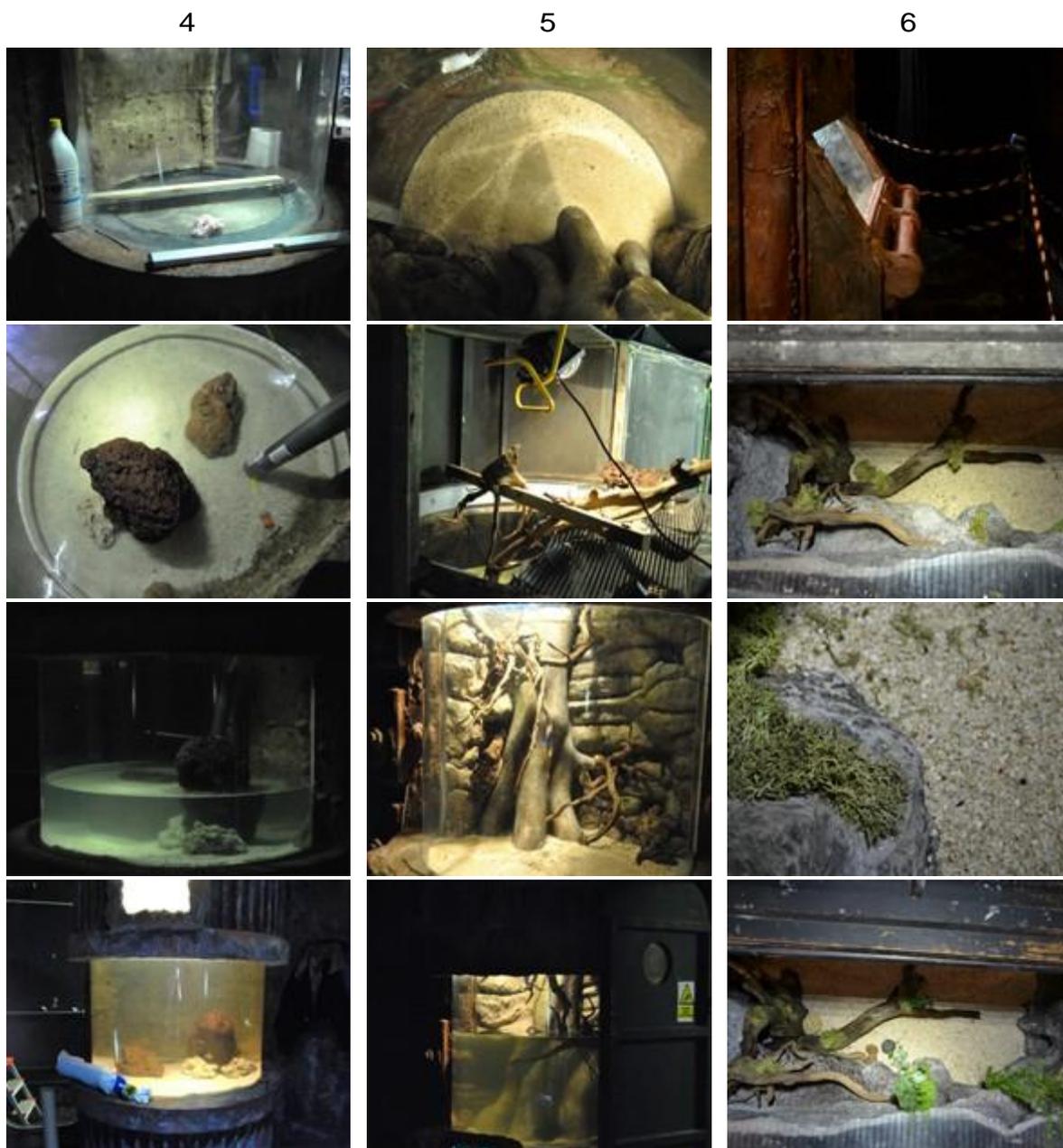
**Figura 25** esquema conceitual de funcionamento de um aquário.

### 3.2.5 Construção dos ecossistemas

O seguinte capítulo será dedicado ao registo fotográfico do processo de construção dos diferentes aquários para a exposição no SEA LIFE Porto (figuras 26 e 27).



**Figura 26** Processo de construção dos aquários de *Panulirus versicolor* (1), *Macrocheira kaempferi* (2) e *Homarus gammarus* (3).



**Figura 27** Processo de construção dos aquários de *Nephrops norvegicus* (4), *Maja squinado* (5) e *Cardisoma armatum* (6).

### 3.2.6 Resultado final

O seguinte capítulo será dedicado ao registo fotográfico dos aquários finalizados, já em exposição (figuras 28, 29, 30, 31, 32, 33 e 34).



**Figura 28** Resultado final *Panulirus versicolor*.

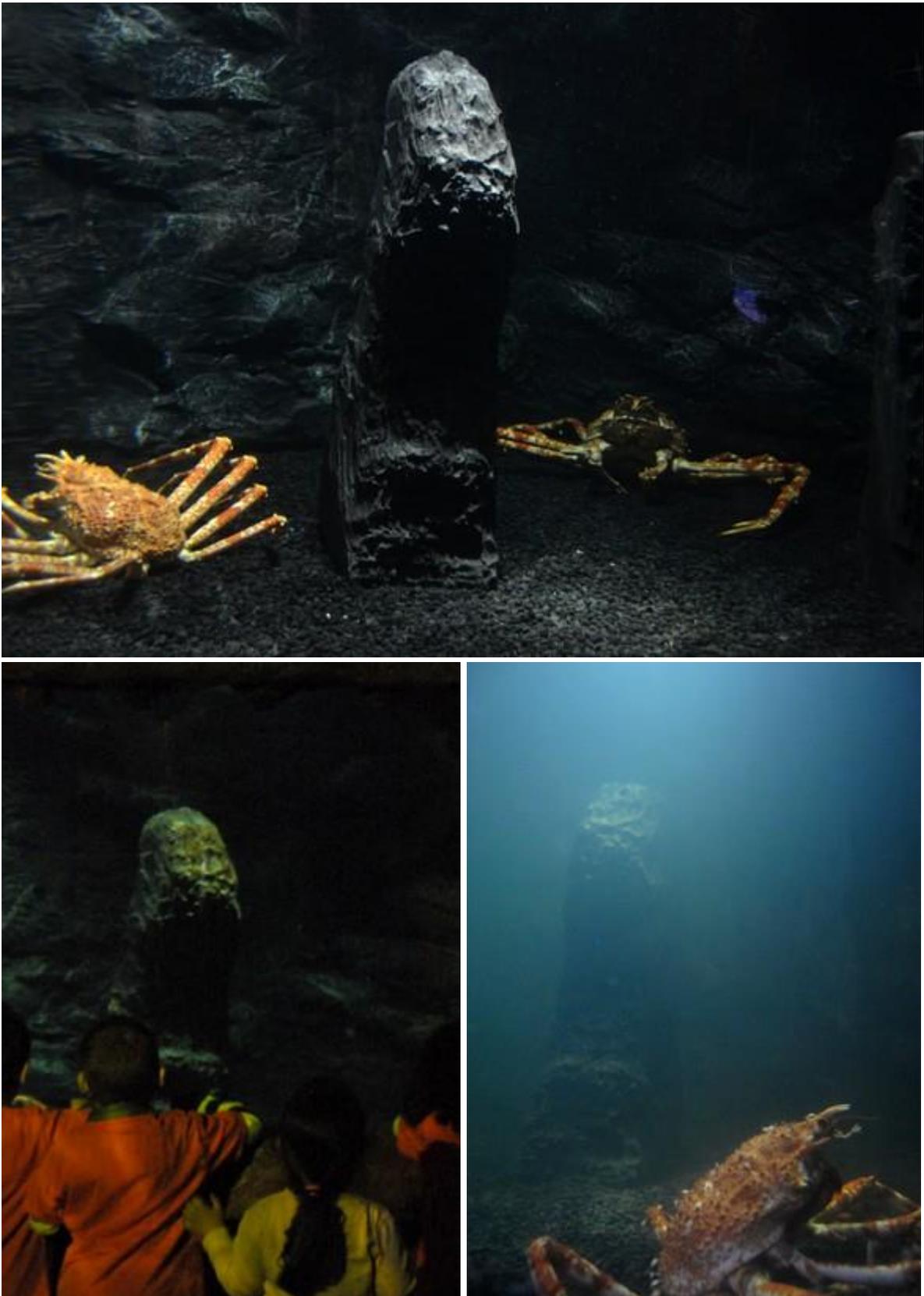


Figura 29 Resultado final *Macrocheira kaempferi*.



Figura 30 Resultado final *Homarus gammarus*.



**Figura 31** Resultado final *Nephrops norvegicus*.



Figura 32 Resultado final *Maja squinado*.



**Figura 33** Resultado final *Cardisoma armatum*.



**Figura 34** Disposição dos aquários no espaço expositivo.



## 3.3 Discussão – Avaliação – Reajustes

### 3.3.1 Estratégia individual - Construção dos aquários

#### Aquário 1 – *Panulirus versicolor*

A espécie, *Panulirus versicolor*, é globalmente distribuída por *habitats* tropicais e subtropicais. A construção do seu ambiente passou portanto pela recriação de espaços naturais onde a espécie é naturalmente encontrada: o recife de coral.

Devido à atividade maioritariamente noturna deste indivíduo, o espaço foi construído de forma a que os abrigos onde o animal permanece durante o período diurno, fossem facilmente observáveis.

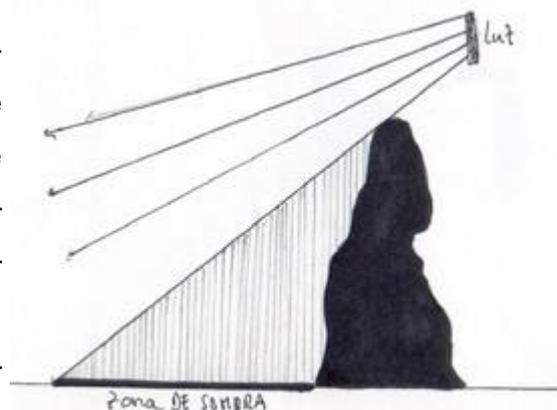


Figura 35 Incidência de luz.

A luz é posicionada na parte superior lateral posterior direta do tanque. Apesar de se tratar de uma necessidade (devido à linha elétrica) acabou por se tornar um ponto favorável na medida em que cria zonas de sombra, aumentando a área de exposição confortável do animal (figura 35). Foi utilizada uma luz LED azul de forma a simular o ambiente tropical dos baixos marinhos.

A construção do recife foi feita através da utilização de rochas magmáticas, de pequenas dimensões e várias tonalidades, e também de corais artificiais. Foram também utilizadas anêmonas vivas, da espécie *Macrodactyla doreensis*, e ainda estrelas-do-mar azuis, da espécie *Linckia laevigata*, ambas de origem tropical. A incorporação destes elementos vivos permite ao observador uma experiência próxima do ambiente natural, sendo também importantes para o animal do ponto de vista interespecífico. Como já discutido, o enriquecimento social de contato é também considerado um dos cinco tipos de enriquecimento ambiental.

O substrato é composto por areia fina e branca que contrasta facilmente com a tonalidade colorida de *P. versicolor*, sendo também a areia tipicamente encontrada nas zonas tropicais de onde é natural.

Dada a estrutura do tanque, o recife ergue-se na parte posterior do mesmo, sendo apenas o plano de fundo para o animal. Esta disposição disponibiliza também uma maior quantidade de área livre onde o animal pode circular sem constrangimentos.

Como complemento à parede em coral, foram dispostas pequenas rochas, contíguas à mesma, também elas com coral, sobre o substrato, posicionadas perpendicular ou lateralmente à parede. Esta disposição formaria pequenos interstícios, que apesar de não serem envoltos por nenhuma estrutura na parte superior, estariam resguardados uma vez que ficariam sobre a zona de sombra do aquário. O facto de estas cavidades estarem voltadas para o vidro tornam o animal facilmente observável pelo público.

A ideia inicial seria, portanto, que o animal se escondesse nas imediações do coral, entre as rochas. No entanto, por motivos externos ao projeto, chegou à instituição um indivíduo juvenil de pequenas dimensões, ao contrário do indivíduo adulto que era previsto, de tamanho considerável. O mesmo, facilmente se escondia entre as fendas do coral ficando inobservável ao público. Por estas razões, procedeu-se a um reajuste da disposição dos elementos, o que é verificável nas diferenças entre a proposta final (figura 19) e, posteriormente, nos resultados finais (figura 28). Estes reajustes consistiram na obstrução das ditas cavidades laterais e, em sua vez, a construção de um abrigo central. O abrigo central é também uma opção bastante simples e viável uma vez que permite o resguardo de *P. versicolor* e simultaneamente a sua observação pelo público, já que se encontra numa área central, bastante exposta à luz, mas ao mesmo tempo protegida pois o mesmo é coberto.

É ainda importante mencionar que *L. laevigata* não se encontram no registo fotográfico uma vez que não se adaptaram durante o período de quarentena. Por razões éticas não se procedeu a um reabastecimento do *stock*.

## **Aquário 2 – *Macrocheira kaempferi***

O caranguejo gigante Japonês, *M. kaempferi*, como já referido, habita o oceano profundo ao largo do Japão, o que se traduz num ambiente tipicamente sombrio. Sombrio, neste contexto, será adjetivo para temperaturas baixas e iluminação ténue.

Com esta informação em mente, o espaço foi projetado de forma a traduzir essa mesma sensação. Desta forma, emerge sobre tons cinzento-escuro que se obtêm pela utilização de substrato de cascalho de cor negra e pela introdução de duas rochas xistosas com cerca de 50 centímetros de altura, e aproximadamente 30 kg de peso, extraídas da pedreira de Valongo no Porto. As rochas foram transportadas e introduzidas dentro do aquário com a ajuda de elementos da equipa do SEA LIFE Porto.

De forma a manter este ideal, não foi utilizado nenhum tipo de filtro para a luz, que apesar de incidir de cima, tinha baixa intensidade.

Os caranguejos, de cor laranja, são assim facilmente identificáveis, quer pelas dimensões quer pelo contraste obtido em relação aos tons cinzento-escuro do aquário.

É ainda observável no projeto final, a presença de anêmonas da espécie *Anemonia viridis*. As mesmas estariam expostas numa outra galeria no SEA LIFE, o que facilitou a sua aquisição. As anêmonas, de cor branca, colocadas sobre a rocha, pretendiam contrastar com a tonalidade escura do espaço, quer em busca da atenção do público quer como medida de bem-estar (enriquecimento social de contato).

O aquário será o local de alojamento de dois espécimes. Como tal, procedeu-se a uma divisão do espaço, invisível ao observador. Esta divisão obteve-se pela colocação das rochas em zonas opostas do aquário

de forma a funcionarem como marco territorial (figura 36). Apesar de não se tratar de uma espécie especialmente territorial (como referido na tabela 6, esta espécie não é territorial, fora situações de alimentação que não serão seguramente problema no SEA LIFE) é importante manter em perspectiva as tendências naturais da espécie ainda que sejam de pouca relevância.

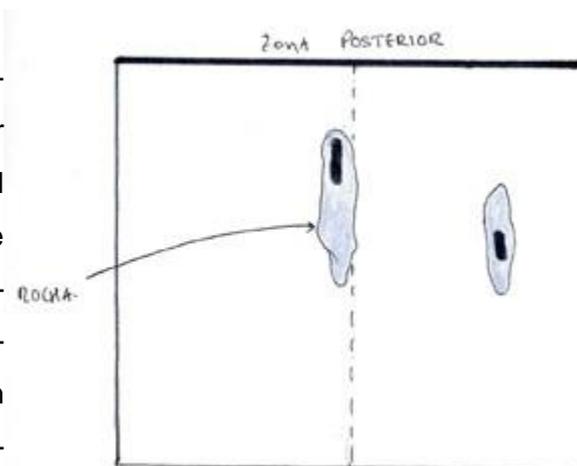


Figura 36 Marco territorial.

Não se procedeu à fixação de nenhuma das rochas à base do tanque, uma

vez que o peso de cada uma (aproximadamente 30 kg) só por si, seria o suficiente para as manter imóveis. Existia ainda a remota possibilidade *M. kaempferi* subirem às rochas (comportamento relativamente pouco comum), no entanto, dadas as dimensões das mesmas, não se considerou um facto relevante.

O ambiente severo ganha expressão com um dos problemas discutidos ao longo do capítulo 2: O enriquecimento ambiental, mais precisamente, no tópico Temperatura inserido no subcapítulo: aspetos técnicos-alojamento – a condensação. Esta, conforme descrito, provoca o embaçamento dos vidros devido às diferenças térmicas. Este embaçamento, por sua vez, funciona como impulsor da qualidade mística e tenebrosa que envolve a espécie. Mais uma vez, focando-se na visão do público já que será indiferente para o animal.

São ainda observáveis diferenças entre a proposta final (figura 20) e o resultado final (figura 29) do aquário de *M. kaempferi*. Estas diferenças assentam na ausência de *A. viridis*, mais uma vez, devida à não adaptação dos indivíduos ao meio do aquário. Estas foram sujeitas a um período de quarentena de aproximadamente 7 dias. Este reduzido período de quarentena deve-se ao facto de se tratar de espécimes já em exposição no SEA LIFE

Porto há algum tempo. Consequentemente, concluiu-se que não seria necessário terminar o procedimento dentro do prazo discutido no Capítulo 2, no ponto: a quarentena – entre 40 a 90 dias. A temperatura foi assim gradualmente diminuídas, desde os 16°C (temperatura à qual *A. viridis* se encontra exposta no SEA LIFE) até à temperatura base ideal de *M. kaempferi*, aproximadamente, entre os 9°C e os 12°C. Durante o processo de quarentena nenhum dos indivíduos aparentou indícios de stresse tendo, portanto, acabado por morrer já dentro do aquário de *M. kaempferi*. as anémons apresentavam-se encolhidas e inicialmente deformadas pelo que não foi recolhido nenhum registo fotográfico do momento, na expectativa de apenas se tratar de um mecanismo de adaptação. Mais uma vez, por questões éticas, não se procedeu a nenhuma outra tentativa de reabastecimento do *stock*.

Não foi tomada nenhuma medida relativamente aos fenótipos decorativos.

### **Aquário 3 - *Homarus gammarus***

A espécie *Homarus gammarus*, comumente apelidado de lavagante, é encontrada ao largo da costa europeia a profundidades que variam entre os poucos metros de profundidade (zona entremarés, exposta com a maré baixa) e os 150 metros de profundidade. Como também já referido, prefere *habitats* rochosos onde se esconde durante a maior parte do dia, sendo um animal tipicamente noturno.

Com base nesta informação procedeu-se, mais uma vez, a uma tentativa de reprodução do seu *habitat* natural (figuras 21 e 30).

Um ponto crítico, de salientar, neste aquário, é a peculiar estrutura do próprio, que se estende lateralmente, através de dois espelhos externos ao aquário em si. Estes espelhos criam reflexos, aumentando o potencial de luz que incide no aquário e consequentemente sobre o animal. Neste sentido, o posicionamento dos diversos elementos no aquário pretendeu jogar com as possíveis reincidências de luz.

De ambos os lados do aquário surgem estruturas cuja função é criar uma barreira entre o animal, a luz e o espelho. Do esquerdo, um conjunto de algas castanho-alaranjadas que criam como que uma cortina oscilante, que permite a entrada de pequenos rasgos de luz criando um efeito semelhante ao observado no meio natural. A alga castanha, comum na costa portuguesa, é também apelidada de sargaço do género *Laminaria spp.* Apesar de ser de origem artificial o seu aspeto é bastante real o que se tornou benéfico do ponto de vista estético. Do lado direito, ergue-se uma estrutura em socalco de rocha xistosa (também ela extraída da pedreira de Valongo no Porto). O socalco cresce a partir de uma base de xisto pouco extensa, até ao topo, ocupado pela rocha de maior dimensão. De forma a atribuir alguma expressão natural à estrutura procedeu-se à intercalação de rochas de di-

ferentes dimensões entre socalcos. Mais do que benefício estético a intercalação fornece principalmente estabilidade estrutural.

A estrutura em socalco funciona ainda como local de abrigo: a base, pouco extensa, aliada à intercalação de rochas, que gradualmente ganham consistência em altura, permite que o animal a utilize como resguardo.

A altura foi também pensada de forma a que *H. gammarus* pudesse facilmente procurar esconder-se nas imediações da rocha.

Um outro ponto a salientar, relativo à escolha da estrutura, está diretamente relacionado com as reduzidas dimensões do tanque. Assim, na tentativa de disponibilizar uma maior quantidade de área livre, para a fácil mobilização do indivíduo (adulto e de tamanho considerável), optou-se pela sua construção em cone invertido.

A luz incide superiormente, de ambos os lados. Forma-se assim, no direito, uma zona de sombra bastante extensa que deixa o animal confortável.

Do lado esquerdo foi utilizado um filtro laranja que salienta a tonalidade da alga castanha, mais uma vez, na procura da atenção do observador.

O reflexo, quer das algas, quer da rocha, em ambos os espelhos (de lados opostos) adiciona ainda profundidade ao aquário.

O substrato utilizado, areia de cor clara, será semelhante ao substrato encontrado no meio natural.

#### **Aquário 4 - *Nephrops norvegicus***

*Nephrops norvegicus*, também conhecido por lagostim comum é encontrado ao largo da costa europeia e oeste africano, podendo habitar um espectro de profundidades que varia entre os 10 e os 900 metros.

Apesar de ter sido referido acima que *N. norvegicus* prefere substratos lamacentos onde constrói refúgios, optou-se por um substrato regular, de areia branca. A escolha deve-se exatamente ao facto do SEA LIFE se tratar de uma entidade destinada ao público, cujo objetivo é a fácil observação dos seus animais. Neste sentido, o substrato lamacento – que eventualmente traria problemas na manutenção, filtração e também na higiene do aquário – iria, muito provavelmente, ocultar os seus habitantes, que permaneceriam escondidos, soterrados, durante grande parte do dia.

Como medida de substituição posicionaram-se quatro rochas, de origem magmática, enviadas de forma a criarem três abrigos distintos (figuras 22 e 31). A dupla abertura permite também a fácil observação de todos os animais. Foram, mais uma vez, posicionados centralmente, para que todos os indivíduos sejam visíveis sempre que abandonam o

refúgio (figura 37).

As rochas de tom avermelhado, salientadas pela utilização de um filtro de luz rosado, tinham como objetivo jogar com a própria coloração do Lagostim, laranja forte. O substrato, areia de cor clara, absorve elementos dessa luz criando reflexos rosados na areia.

Foram colocados nas rochas conjuntos de espirógrafos da espécie *Sabella pavonina*, recolhidos no Algarve e transportados até ao SEA LIFE. Foram, também eles, sujeitos a um período de

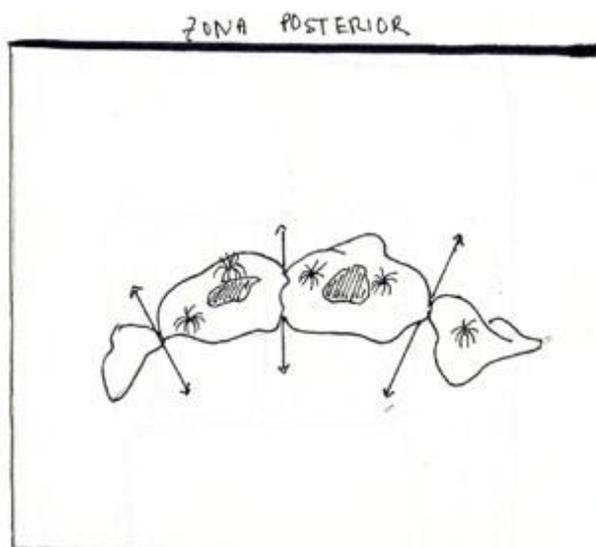


Figura 37 esboço para a posição dos abrigos.

quarentena de aproximadamente uma semana. Todos os exemplares sobreviveram.

Observa-se ainda um pequeno cardume da espécie *Gobio gobio*. Como também já referido, a harmonia no aquário é apenas alcançável pelo equilíbrio que deverá ser estabelecido entre as diversas partes (subcapítulo O Aquarismo - De que forma influencia o observador o espaço?). Assim, a parte inferior do aquário, ocupada por rocha vulcânica e espirógrafos, contrabalança com o cardume que nada acima, tornando a distribuição dos diversos elementos mais homogênea e apelativa.

*N. norvegicus*, como também já referido, é uma espécie particularmente agressiva, como tal, é necessário que o espaço seja distribuído de forma a minimizar possíveis disputas e como tal evitar lesões fatais em indivíduos. Assim, cada indivíduo possui um abrigo próprio e separado espacialmente dos restantes (figura 37).

Entre os esboços e o resultado final é possível identificar algumas diferenças: foram eliminadas as algas vermelhas, posicionadas lateralmente, uma vez que já não existia material disponível. Foi também acrescentado um cardume de *G. gobio*, de forma a compensar essa diferença, balanceando o espaço.

## Aquário 5 – *Maja squinado*

*Maja squinado*, também conhecida por santola, é banalmente encontrada ao largo da costa Portuguesa (se bem que a sua distribuição global se estende desde o mar do Norte até ao Norte de África - frequente em toda a costa Atlântica portuguesa - incluindo o mar Mediterrâneo), geralmente em mantos de algas ou substratos rochosos.

Tendo em conta a natureza do aquário, cuja parede posterior toma a forma de tronco

de árvore, achou-se por bem adaptar a temática do aquário ao mesmo, para impedir a possibilidade de desenquadramento ou até de incoerência e confusão para com o observador.

Assim, numa tentativa de assimilar ambos os meios – o marinho, natural, e o dulçaquícola inerente – optou-se pela construção, na parte superior do aquário, junto à superfície, de ramos caídos. O objetivo seria uma reprodução de madeira caída sobre águas marinhas (figuras 23 e 32).

Junto ao substrato (areia de cor clara) foram colocadas algas verdes (de origem artificial) que ascendem quase até à superfície. As algas, que pretendiam recriar o dito manto de algas verdes sobre o qual as santolas se refugiam, jogam também com a necessidade de equilibrar os diversos elementos que compõem o aquário – mais alto que os restantes, com exceção do de *M. kaempferi*, mas que, no entanto, é alojamento de um único indivíduo. Ocupam, desta forma, a zona meridional do aquário, equilibrando o sistema, que, caso contrário, teria uma imensa área vazia.

Dada a quantidade de algas disponíveis no SEA LIFE ser limitada, apenas se colocaram 7 exemplares. Apesar de se ter tratado de um problema técnico, já que o objetivo seria o revestimento da maioria do substrato com as mesmas, acabou por se tornar um ponto positivo na medida em que facilita a observação do indivíduo.

Relativamente aos abrigos, neste caso em específico, não se considerou necessária a construção de estruturas externas uma vez que a parede posterior do aquário (da qual emerge o referido tronco de árvore) é originalmente côncava, criando, a própria, depressões nas quais *M. squinado* se poderá abrigar.

Optou-se ainda pela colocação, em zona térrea, de pequenos troncos de árvore de cor semelhante à da santola, que poderão ser utilizados pelo animal como barreira protetora. A aproximação de tonalidades, do tronco e da santola, funciona também de forma interativa para o público, que poderá (ou não) sentir dificuldades em encontrá-la. Cria-se assim um ambiente especulatório com o intuito de despertar o interesse do observador relativamente ao observado.

Em relação ao foco de luz, foi utilizado um filtro de tonalidade verde (mais uma vez, de forma a salientar a tonalidade predominante do aquário). A intensidade da luz, que poderá ser algo proeminente neste caso em concreto, não representa um problema já que a santola, como referido, é um animal diurno, encontrado regularmente em zonas costeiras até 15 metros de profundidade e com boa visibilidade.

É ainda possível observar a ausência do cardume de góbios entre a proposta final (figura 23) e o resultado final (figura 32). Optou-se, por fim, pela sua transição para o aquário de *N. norvegicus*, pelos motivos acima referidos.

Quanto aos fenótipos decorativos não foi tomada nenhuma medida.

### **Aquário 6 – *Cardisoma armatum***

O caranguejo arco-íris - *Cardisoma armatum* – é encontrado em ambientes semi-terrestres de regiões tropicais e semitropicais. Como também já referido, o seu habitat natural – o mangal – representa o meio transitório entre ecossistemas terrestres e marinhos, de água salobra, cuja flora é constituída por árvores de grandes raízes.

Na tentativa de reproduzir o típico ambiente arborizado, de raízes longas, optou-se pela colocação de uma série de pequenos ramos sobre o solo. nestes colocaram-se musgos, de origem artificial, de forma a tornar o aquário mais verde e apelativo.

Os ramos colocados sobre o solo funcionam também como meio protetor do caranguejo relativamente ao público, ou a qualquer outro fator de origem externa e/ou interna. ainda assim, tal como no aquário da santola, a parte posterior do terrário é trabalhada dando origem a superfícies concavas que funcionam como refúgio para cada um dos indivíduos.

A fonte luminosa é colocada na zona posterior do tanque, em cima, permitindo o resguardo dos abrigos na zona de sombra.

O terrário será assim o local de alojamento dos três indivíduos. Como previamente referido, *C. armatum* é uma espécie territorial, apesar de se tratar de um comportamento geralmente associado à reprodução, é importante manter em perspetiva as tendências naturais da espécie, como também já mencionado. Assim, o aquário possui uma vasta área de mobilização e várias possibilidades de refúgio.

As diferenças entre a proposta final (figura 24) e o resultado final (figura 33) revelam-se essencialmente a nível de composição. Isto é, foram acrescentados elementos no aquário como os musgos e as heras com o objetivo de fornecer definição e realçar tonalidades verdes (figura 33).

### 3.3.2 Estratégia geral - Disposição dos aquários

Na criação de uma exposição, como já referido, o espaço deve procurar a construção de cada unidade (aquário) de forma individual mas, simultaneamente, não proporcionar a desconstrução da exposição como um todo. Isto é, cada unidade é individual mas parte integrante de um sistema maior que deverá ter uma linha de continuidade unificadora das diversas partes.

Neste sentido, apesar de todos os indivíduos pertencerem à mesma ordem, Decápoda, nenhum deles é semelhante no tipo de *habitat*, já que provêm de regiões diversas do mundo. Como tal, cada aquário possui uma essência muito própria, o que seria objetivo desde início. Continuando, tornou-se complicado, de início, atribuir coerência entre as diversas peças (aquário): fora o motivo acima, também pela impotência face ao posicionamento de cada unidade – por motivos técnicos, como o sistema de filtração utilizado em *M. squinado*, *N. norvegicus* e *H. gammarus*, ligado ao sistema principal do SEA LIFE (estando todos eles posicionados do lado esquerdo da *black-box*); ainda, o sistema de filtração de *P. versicolor*, ligado ao sistema principal tropical (primeiro aquário à direita); *M. kaempferi* e *C. armatum* que funcionam como unidades independentes, quer em relação ao sistema de filtração, quer relativamente ao sistema de aquecimento.

Posto isto, encontrou-se a linha de continuidade em diversos outros aspetos: o tipo de material utilizado, que se repete, ainda que de forma distinta, em cada aquário, e na sucessão de luz que varia mas não de forma descontextualizada. Ou seja, existe uma graduação de tonalidades que inicia no azul forte de *P. versicolor*, que decresce a tons cinza-azulados, em *M. kaempferi*, os quais se repetem, em parte, no aquário de *H. gammarus* mas que se funde em tons laranja na outra, como se houvesse uma ascensão a zonas superficiais. em *N. norvegicus* é utilizado um filtro rosado aproximando as tonalidades do aquário de *H. gammarus*. Quanto a *M. squinado* optou-se pela utilização de um filtro verde-amarelado, ainda que claro. O verde representa, pois, a ascensão à superfície, terminando em *C. armatum*, o caranguejo semiterrestre (figura 34).

### 3.3.3 O Homem como condicionante

É, em toda a dissertação, impossível não notar a linha ténue sobre a qual se estabelece uma distinção entre as necessidades humanas e o bem-estar animal: numa primeira parte, a forma como a visão antropomórfica que temos do mundo o constrói, em nossa função, sempre. A mesma visão que tenta ser desconstruída, logo desde início, é curiosamente ubíqua já que favorece a aproximação entre o homem e o animal, apesar de seres distintos.

Neste seguimento, o enriquecimento ambiental e o conseqüente aquarismo, encontram-se exatamente no mesmo contexto. Como já referido, estabelece-se de facto um paralelismo homem-animal/observador-observado – seres que não comunicam, no entanto, o primeiro não deixa de condicionar o segundo.

Destacando o aquário, vários pontos deverão ser tomados em consideração. Pontos estes que realmente funcionam em prol do homem: espaço; intensidade da luz; fotoperíodo; alimentação.

#### 1. espaço.

O espaço disponível no aquário nunca será o ideal. O aquário, como já mencionado, proporciona a clausura e como tal, será sempre um sistema limitado. O próprio tamanho do aquário (apesar da tentativa de adaptação ideal) é por vezes condicionado por questões monetárias ou pela quantidade de espaço disponível para expor. Por outro lado, o aquário nunca poderá ser de dimensões absurdas pois impediria a observação das espécies.

#### 2. Intensidade da luz.

A intensidade da luz é também adaptada ao homem no sentido em que será mais forte do que no natural de forma a permitir a fácil observação dos seus animais: o caso de *M. kaempferi* que vive a grandes profundidades será o mais óbvio (apesar de mesmo assim se tratar do aquário com menor intensidade de luz).

#### 3. Fotoperíodo.

Fotoperíodo deverá ser entendido como o período de luz natural necessária para que um ser vivo se desenvolva. É, portanto, essencial ao desempenho das funções vitais de todos os organismos. O fotoperíodo, como referido, é dependente de uma série de fatores externos, como latitude e longitude, profundidade, migrações entre outros.

Em meio aquático, o período de luz natural a que os vários organismos são sujeitos,

muito dificilmente se igualará ao fotoperíodo em meio terrestre (aproximadamente 12 horas de luz e 12 horas de ausência de luz), até porque a quantidade e intensidade da incidência de luz será completamente distinta.

Neste sentido, como já referido, a maioria das espécies em exposição – *P. versicolor*; *H. gamarus*; *N. norvegicus* - são noturnas, o que implica um maior período de atividade durante esta fase do dia, isto é, a realização de todas as atividades vitais: alimentação, reprodução, mobilização, ecdise, etc. Neste caso em específico, o homem condiciona apenas uma: a alimentação, que será fornecida durante o período diurno, contrariamente à predisposição biológica dos animais. Relativamente às restantes, o animal poderá ser interpretado como “condicionador” do Homem já que este tipo de processos não serão facilmente observáveis pelo público.

O caso mais relevante será o de *M. kaempferi* que vive a grandes profundidades e como tal o período de luz diário a que é exposto deverá ser bastante reduzido. Neste caso em particular, o animal em cativeiro, encontra-se sujeito a um fotoperíodo bastante superior ao que será observado em meio natural. O homem torna-se novamente um fator condicionante ao bem-estar do animal em cativeiro.

O fotoperíodo dos restantes cinco aquários é também 12 horas de luz 12 horas de ausência de luz. Assim, apesar de não se tratarem de casos tão dramáticos quanto o de *M. kaempferi*, é importante salientar que não existe uma adaptação ideal nesta componente.

Como medida atenuante procede-se à construção de abrigos, onde a maioria dos animais permanece durante o dia. Não deixa, porém, de ser um fator antropogénico que atua sobre o indivíduo.

#### **4. substrato.**

*N. norvegicus*, em *habitat* natural, perfura o substrato, construindo refúgios no subsolo. Este, como referido, será de consistência lamacenta de modo a permitir a fácil escavação do orifício.

Como também já referido, em cativeiro, e em especial num aquário dedicado inclusive ao público, não se torna possível a utilização deste tipo de substrato, por dois motivos: Primeiro, tornaria impossível a observação dos animais, que permaneceriam escondidos nas imediações do refúgio durante grande parte do dia (até porque são animais noturnos). Segundo, a utilização de um substrato cujo grânulo se pode assemelhar ao da argila, traria muito provavelmente, dificuldades na filtração da água, o que eventualmente se traduziria em problemas higiénicos e, conseqüentemente, o surgimento de doenças que poderiam conduzir à morte.

## **5. alimentação.**

Apesar de não ter sido discutida previamente uma vez que não existiu ação direta sobre esta componente durante a dissertação, é importante menciona-la nesta secção: A alimentação é, neste caso em específico, fornecida por elementos do SEA LIFE, o que poderá criar défices em determinadas capacidades inatas, como por exemplo, a predação, *foraging*, etc. no entanto, incentivar este tipo de comportamentos poderia ser pouco ético, devido a tratarem-se de presas vivas e indefesas.

### 3.3.4 Aspectos positivos

Apesar das condicionantes acima descritas é também importante dizer que existe uma aproximação ideal ao habitat natural dos indivíduos:

- 1- A intensidade luminosa apesar de não ser a natural é otimizada, assim como o fotoperíodo;
- 2- A luz aumenta e diminui de intensidade gradualmente, de forma a simular o amanhecer e anoitecer natural (graças à utilização das luzes LED);
- 3- Os parâmetros físicos (temperatura e salinidade) são rigorosamente adaptados e a sua manutenção é também criteriosamente controlada - diariamente;
- 4- A qualidade da água, também influenciada por aspetos químicos, como presença de nitritos, pH, etc., é também minuciosamente examinada – semanalmente;
- 5- A alimentação dos animais é efetuada de forma cuidadosa e segundo um horário específico, que se repete, todos os dias;
- 6- O espaço para exposição – black box – é mantido na ausência de luz. É proibida a fotografia com *flash* a visitantes e promove-se também o silêncio entre eles.
- 7- Todos os aspetos técnicos – filtração, aquecimento ou arrefecimento, sistema de circulação, corrente – são devidamente adaptados e controlados através de dispositivos eletrónicos.
- 8- Na tentativa de elucidar o público são colocados painéis informativos junto a cada aquário com a descrição e características da espécie.
- 9- A introdução dos animais no aquário é também realizada de forma cuidadosa e após o tabelado período de quarentena.
- 10- Os animais são diariamente vigiados por elementos do SEA LIFE Porto de forma a serem detetadas possíveis alterações comportamentais, sinónimo de não adaptação e stresse ou ainda, possíveis alterações morfológicas e fisiológicas causadas, por exemplo, através de infeções virais ou resultado de disputas entre indivíduos.

### 3.3.5 Dados qualitativos

Todos os indivíduos efetuaram ecdise. Como referido a ecdise é um indicador qualitativo de bem-estar animal.

De todos os indivíduos apenas dois espécimes de *N. norvegicus* morreram. Uma vez que não foi feita necrópsia com suporte de análises complementares, bacteriológicas, histopatológicas ou outras, que permitissem a obtenção de dados relativos à causa da situação, várias hipóteses foram formuladas:

- 1- Ecdise. Como também já referido, a ecdise é um processo fisiológico que permite o crescimento de crustáceos através da libertação do exosqueleto externo, como tal, nesta fase, o animal encontra-se ainda fragilizado e vulnerável;
- 2- Não ingestão de alimento, provavelmente resultado da muda;
- 3- *Stress*, causado quer pela muda, quer pela introdução num novo ambiente;
- 4- É ainda possível que as mortes tenham ocorrido devido a confrontos entre indivíduos, resultando em danos nos tecidos. Como referido *N. norvegicus* é uma espécie territorial e agressiva, foram inclusive, observadas diversas disputas entre indivíduos.

### 3.3.6 soluções propostas

Relativamente ao fotoperíodo e intensidade da luz, considera-se necessário a sua adaptação ao animal. Fora a sua importância no desempenho das funções vitais do indivíduo seria até interessante para o público do ponto de vista educativo. A percepção de que todos os ecossistemas naturais são sujeitos a diferentes intensidades luminosas e a diferentes períodos de luz é importante para a compreensão da sua funcionalidade.

Optar-se-ia assim, por uma sala escura, na qual cada aquário seria caracterizado por um período de luz diferente mas natural. Neste caso em específico, como o espaço para exposição é lugar para mais do que um indivíduo na mostra, poder-se-ia também optar pela criação de uma barreira – física ou então reflexo da disposição dos aquários, que não precisam de ficar todos orientados para o mesmo centro – entre aquários cujo fotoperíodo ou intensidade luminosa seja distinto, de forma a minimizar possíveis estímulos de luz externos. Apesar do proposto, seria necessária toda uma avaliação e pesquisa pormenorizada relativa ao assunto.

Propõem-se também, relativamente ao caso de *N. norvegicus*, a possibilidade de utilização do substrato original – lamacento. O caso teria que ser estudado, dadas as dificuldades de manutenção, higiene e limpeza das águas. No entanto, relativamente à perspetiva visual e, possivelmente, como medida redutora de stresse, seria possível explorar este tipo de habitat através da prévia construção de orifícios no substrato junto ao vidro. O observador teria assim acesso a uma perspetiva em corte, da rede interna de canais construídos por estes indivíduos. O próprio indivíduo estaria também mais resguardado (tendo em conta as considerações relativas à luz do espaço redigidas acima ou até pela utilização de um vidro opaco) e os níveis de stresse seriam possivelmente menores dada a aproximação ao seu habitat natural. O caso teria que ser rigorosamente estudado, como tal, a redação deverá ser apenas entendida como uma idealização.

Relativamente aos dois tópicos: espaço e alimentação, não será proposta nenhuma solução uma vez que o método utilizado será o ideal, dadas as circunstâncias.

## Conclusão e perspectivas futuras

A compreensão da evolução da mente e dos processos cognitivos é indispensável à compreensão do ser, das suas necessidades e dos seus limites. É comumente assumido que apenas o Homem será portador da inteletualidade, no entanto, a alteração desta visão poderá ser essencial ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de medidas bem-estar animal.

Assim, é preciso entender que todos os animais devem ser protegidos, respeitados e para isso, compreendidos. Neste sentido, propõe-se uma extensão destes valores a invertebrados, mais precisamente a crustáceos da ordem decápodes.

Os dados bibliográficos recolhidos permitem deduzir a possibilidade da presença de sciência nestes seres, no entanto, é ainda necessária uma extensa pesquisa relativamente ao assunto. Essencialmente, é necessário definir sistemas de avaliação para a dor e para o *stress* através da utilização de parametros comportamentais e psicológicos (Andrews *et al.*, 2013). O desenvolvimento de novas técnicas contribuirá para a melhoria de metodologias e consequentes ações e assim, funcionarão como forma de incentivo à preservação das espécies.

Com isto, é também importante referir que este tipo de estudos, no ramo da etologia cognitiva, não se aplicam apenas a animais em exposição em zoológicos e/ou aquários mas também a casos de ensaios científicos, a experimentos, a alimentação, entre outros (Broom, 2016).

É, apesar disso, necessário compreender que elevados níveis de cognição são indispensáveis na superação de adversidades no meio natural. A dor, deverá ser também interpretada como um mecanismo de defesa complicado, com a possibilidade de ser melhor tolerado por individuos complexos do que por animais simples. Neste sentido, a relação que se estabelece entre sciência, cognição e dor deverá ser explorada e utilizada na avaliação de estados de bem-estar, inclusive, deverá ser considerada na definição de métodos de enriquecimento ambiental para animais cativos (Broom, 2016).

O enriquecimento ambiental, neste seguimento, terá também, em especial neste caso, de ser explorado. Como referido ao longo da dissertação, pouco se sabe relativamente à mente de crustáceos e relativamente às suas necessidades. Como tal, uma melhor compreensão desses aspectos levará a maior eficácia em determinadas medidas de enriquecimento.

Tanto quanto averiguado, os estudos que revelam a importância ecológica de determinados componentes de enriquecimento ambiental em aquários ocorreu em peixes,

desta forma, seria importante, a realização de estudos semelhantes em crustáceos.

A importância destes seres vivos deverá ser também dada a conhecer ao homem, já que o mesmo, é um dos principais condicionantes da sua sobrevivência, quer em meio natural, quer em meio cativo. Assim, o aquarismo surge como forte medida educacional.

Como referido, o aquário permite o contato direto entre o homem e o animal, esta ligação será potenciada pela estética já que, a criação de aquários apelativos, estimula o interesse nos mesmos.

O projeto realizado surge na tentativa de relacionar diversos destes pontos, no entanto, um estudo mais aprofundado sobre as espécies poderia ter sido efetuado na tentativa de proporcionar uma melhor adaptação dos indivíduos ao meio ou então, de forma a propor novas conceptualizações para o aquário.

Neste sentido, considera-se que, apesar do objetivo ter sido cumprido, existe a possibilidade de melhoramento de certas condições em oportunidades futuras: o fotoperíodo poderia ter sido, *a priori*, adaptado, como proposto nas sugestões, assim como poderia ter sido utilizado um substrato diferente no caso de *N. norvegicus*.

A falta de material poderia ter sido evitada, poderiam ter sido explorados novos materiais ou disposições mais interessantes. O planeamento deste tipo de trabalhos e uma boa gestão temporal é portanto extremamente importante.

Ainda relativamente ao projeto, propõem-se também a possibilidade de efetuar análises quantitativas a indicadores comportamentais de bem-estar de forma a avaliar ações e propor medidas utilizadas para o enriquecimento ambiental em espaços isolados.



## Referências

- Adey, W., Loveland, K., 1991. *Dynamic Aquaria: Building Living Ecosystems*. San Diego, California: Academic Press.
- Aiken, D., 1969. Photoperiod, Endocrinology and the Crustacean Molt Cycle. *American Association for the Advancement of Science*, 164 (3876), 149-155
- Allen, C., Trestman, M., 2016. Animal Consciousness. In E. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Winter Edition. Retrieved from: <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/consciousness-animal/>.
- Ameyaw-Akumfi, C., 1987. Mating in the Lagoon Crab *Cardisoma armatum* Herklots. *Journal of Crustacean Biology*, 7 (3), 433-436. doi: 10.2307/1548292
- Andrews, C., 1990. The ornamental fish trade and fish conservation. *Journal of Fish Biology*, 37, 53-59. doi: 10.1111/j.1095-8649.1990.tb05020.x
- Andrews, P., Darmaillacq, A., Dennison, N., Gleadall, I., Hawkins, P., Messenger, J., Osorio, D., Smith, V., Smith, J., 2013. The identification and management of pain, suffering and distress in cephalopods, including an aesthesia, analgesia and humane killing. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 447, 46-64. doi: 10.1016/j.jembe.2013.02.010
- Appel, M., Elwood, R., 2009. Motivational trade-offs and potential pain experience in hermit crabs. *Applied Animal Behaviour Science*, 119, 120-124. doi: 10.1016/j.applanim.2009.03.013
- Ardel, V., Santos, S., 2012. A aquariofilia como ferramenta de educação ambiental para conservação da biodiversidade. *Monografias Ambientais*, 6 (6), 1238-1243. doi: 10.5902/223613084613
- AZA Aquatic Invertebrate Taxon Advisory Group. (2014). *Japanese Spider Crab Care Manual*. Silver Spring, MD: Association of Zoos and Aquariums.
- Barilli, R., 1994. *Curso de Estética*. Lisboa: Editorial Estampa.
- Barr, S., Elwood, R., 2011. No evidence of morphine analgesia to noxious shock in the shore crab, *Carcinus maenas*. *Behavioural Process*, 86, 340-344. doi: 10.1016/j.beproc.2011.02.002.

- Bateson, P., 1991. Assessment of pain in animals. *Animal Behaviour*, 42 (5), 827-839. doi: 10.1016/S0003-3472(05)80127-7
- Bekoff, M., 1994. Cognitive ethology and the treatment of non-human animals: how matters of mind inform matters of welfare. *Animal Welfare*, 3 (2), 75-96.
- Beltz, B., Sandeman, D., 2003. Regulation of life-long neurogenesis in the decapod crustacean brain. *Arthropod Structure & Development*, 32 (1), 39-60. doi: 10.1016/S1467-8039(03)00038-0
- Berke, S., Woodin, S., 2008. Energetic costs, ontogenetic shifts and sexual dimorphism in spider crab decoration. *Functional Ecology*, 22, 1125-1133. doi: 10.1111/j. 1365-2435.2008.01469.x
- Bourriaud, N. 2014. Pierre Huyghe. Artforum. Retrieved from: [https://d3dh0aldq0cp-cg.cloudfront.net/documents/xa2Z9grZRdz532zCCj80MecyMu40YuEWbqN8X-DEs108kLu09v0/artforum\\_jan2014\\_ph-laJ2iC.pdf](https://d3dh0aldq0cp-cg.cloudfront.net/documents/xa2Z9grZRdz532zCCj80MecyMu40YuEWbqN8X-DEs108kLu09v0/artforum_jan2014_ph-laJ2iC.pdf)
- Bridger, D., Bonner, S., Briffa, M., 2015. Individual quality and personality: bolder males are less fecund in the hermit crab *Pagurus bernhardus*. *Proceedings of the Royal Society B*, 282, doi: 10.1098/rspb.2014.2492
- Briffa, M., Rundle, S., Fryer, A., 2008. Comparing the strength of behavioural plasticity and consistency across situations: animal personalities in the hermit crab *Pagurus bernhardus*. *Proceedings of The Royal Society B*, 275, 1305-1311, doi: 0.1098/ rspb.2008.0025
- Broom, D., 1986. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, 142 (6), 524-526. doi:10.1016/0007-1935(86)90109-0
- Broom, D., 2016. Considering animals' feelings: Précis of Sentience and animal welfare. *Animal Sentience*, 1-11
- Broom, D., 2007. Cognitive ability and sentience: Which aquatic animals should and be protected? *Diseases of Aquatic Organisms*, 75, 99-108. doi:10.3354/dao075099
- Burrell, B., 2017. Comparative Biology of Pain: What Invertebrates Can Tell Us about How Nociception Works. *Journal of Neurophysiology*, 117 (4), 1461-1473. doi: 10.1152/jn.00600.2016.
- Carere, C., Wood, J., Mather, J., 2011. Species differences in captivity: where are the invertebrates? *Trends in Ecology and Evolution*, 26 (5), doi: 10.1016/j.tree.2011.01.003
- Chang, E., Mykles, D., 2011. Regulation of crustacean molting: A review and our perspectives. *General and Comparative Endocrinology*, 172, 323-330. doi: 10.1016/j.yg-

cen.2011.04.003

- Chang, E., 1995. Physiological and biochemical changes during the molt cycle in decapod crustaceans: an overview. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 193, 1-14. doi: 10.1016/0022-0981(95)00106-9
- Chapman, C., Rice, A., 1971. Some direct observations on the ecology and behaviour of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Marine Biology*, 10, 321-329.
- Committee for the Update of Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, 2011. *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*. The National Academies Press: Washington, D.C.
- Cooper, R., Uzmann, J., 1980. Ecology of Juvenile and Adult *Homarus*. In J. Cobb, B. Phillips (Eds.), *The Biology and Management of Lobsters*. Academic Press: USA.
- Corcoran, M., 2015. Environmental Enrichment for Aquatic Animals. *Veterinary Clinics of North America Exotic Animal Practice*, 18 (2), 305- 321. doi:10.1016/j.cvex.2015.01.004
- Creed, R., 2009. Decapoda. In G. Likens (Ed.), *Encyclopedia of Inland Waters*. (pp. 217-279). Amsterdam: Elsevier.
- Cristo, M., 1998. Feeding ecology of *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae). *Journal of Natural History*, 32, 1493-1498. doi: 10.1080/00222939800771021
- Cuesta, J., Anger, K., 2005. Larval morphology and salinity tolerance of a land crab from West Africa, *Cardisoma armatum* (Brachyura: Grapsoidea: Gecarcinidae). *Journal of Crustacean Biology*, 25 (4), 640-654. doi: 10.1651/C-2551.1
- Cumberlidge, N., Hobbs, H., Lodge, D., 2015. Class Malacostraca, Order Decapoda. In J. Thorp, D. Rogers (Eds.), *Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*. Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-385026-3.00032-2
- Dafoe, T., 2017, mar, 30. Pierre Huyche Sculptor of the Intangible. Retrieved from: [https://d3dh0aldq0cpcg.cloudfront.net/documents/xa2Z9grZRdz532zCCj80Mecy-Mu40YuEWbqN8XDEs108kLu09v0/17\\_03\\_30\\_interview\\_online\\_ph-36YsvC.pdf](https://d3dh0aldq0cpcg.cloudfront.net/documents/xa2Z9grZRdz532zCCj80Mecy-Mu40YuEWbqN8XDEs108kLu09v0/17_03_30_interview_online_ph-36YsvC.pdf)
- Dawkins, M., 2001. Who needs consciousness? *Animal Welfare*, 10 (1), 19-29.
- Denti, A., Dimant, B., Maldonado, H., 1987. Passive avoidance learning in the crab *Chasmagnathus granulatus*. *Physiology & Behavior*, 43, 317-320. doi: doi.org/10.1016/0031-9384(88)90194-1

- Derby, C., 2000. Learning from spiny lobsters about chemosensory coding of mixtures. *Physiology & Behavior*, 69, 203-209. doi: 10.1016/S0031-9384(00)00202-X
- Directiva 2010/63/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de Setembro de 2010, relativa à proteção dos animais utilizados para fins científicos, in *Jornal Oficial da União Europeia* de 20 de Outubro de 2010, L276/33. Retrieved from: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0063>
- Duncan, I., 2006. The changing concept of animal sentience. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 11-19. doi:10.1016/j.applanim.2006.04.011
- Dyakonova, V., 2001. Role of Opioid Peptides in Behavior of Invertebrates. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 37 (4), 335-347.
- Eddy, T., Gallup Jr., G., Povinelli, D., 1993. Attribution of Cognitive States to Animals: Anthropomorphism in Comparative Perspective. *Journal of Social Issues*, 49 (1), 87- 101. doi: 10.1111/j.1540-4560.1993.tb00910.x
- Edinger, E., Limmon, G., Jompa, J., Widjatmoko, W., Heikoop, J., Risk, M., 2000. Normal coral growth rates on dying reefs: are coral growth rates good indicators of reef health? *Marine Pollution Bulletin*. 40 (5), 404-425. doi: 10.1016/S0025-326X(99)00237-4
- Elegbede, I., Lawai, A., Popoola, T., 2015. Size and growth of *Cardiosoma armatum* and *Cardiosoma guanhumi* as ecological parameters for mangrove ecosystem. *Marine Science Research & Development*, 5 (2), 1-7, doi: 10.4172/2155-9910.1000164
- Elwood, R., 2012. Evidence for pain in decapod crustaceans. *Animal Welfare*, 21 (52), 23-27, doi: 10.7120/096272812X13353700593365
- Elwood, R., 2011. Pain and suffering in invertebrates?. *ILAR Journal*, 52 (2), 175-184. doi: 10.1093/ilar.52.2.175
- Elwood, R., Appel, M., 2009. Pain experience in hermit crabs?. *Animal Behaviour*, 77 (5), 1243-1246. doi: 10.1016/j.anbehav.2009.01.028
- Elwood, R., Stewart, A., 1985. The timing of decisions during Shell investigation by the hermit crab, *Pagurus bernhardus*. *Animal Behaviour*, 33 (2), 620-627. doi: 10.1016/S0003-3472(85)80086-5
- Elwood, R., Adams, L., 2015. Electric shock causes physiological stress responses in shore crabs, consistent with prediction of pain. *Biology Letters*, 11, 1-3, doi: 10.1098/

- Elwood, R., Barr, S., Patterson, L., 2009. Pain and stress in crustaceans? Applied Animal Behaviour Science, 118, 128-136, doi: 10.1016/j.applanim.2009.02.018
- Elwood, R., Dalton, N., Riddell, G., 2017. Aversive responses by shore crabs to acetic acid but not to capsaicin. Behaviour Processes, 140, 1-5. doi: 10.1016/j.beproc.2017.03.022.
- Eriksson, S., Hernroth, B., Baden, S., 2013. Stress Biology and Immunology in *Nephrops norvegicus*. Advances in Marine Biology, 64, 149-200. doi: 10.1016/B978-0-12-410466-2.00005-4
- Etchian, O., Dakouri, R., Ble, C., Lawal-Are, A., Cuesta, J., 2016. Some ecological aspects of the gecarcinid land crab, *Cardisoma armatum* Herklots, 1851 (Crustacea, Brachyura, Gecarcinidae) from the estuarine region of the Comoe River, Côte d'Ivoire. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 10 (2), 457-474.
- Falcato, J., 2016. Thematic Aquariums – The Right Approach? Zoologische Garten, 85, 14-25. doi: 10.1016/j.zoolgart.2015.09.005
- Fiorito, G., 1985. Is there "pain" in invertebrates?. Behavioural Processes, 12, 383-388. doi: 10.1016/0376-6357(86)90006-9.
- Frederich, M., Pörtner, H., 2000. Oxygen limitation of thermal tolerance defined by cardiac and ventilatory performance in spider crab, *Maja squinado*. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 279(5), 1531-1538.
- Frisch, A., 2008. Social organisation and den utilisation of painted spiny lobster (*Panulirus versicolor*) on a coral reef at Northwest Island, Australia. Marine and Freshwater Research, 59, 521-528. doi: 10.1071/MF06110.
- Gherardi, F., 2009. Behavioural indicators of pain in crustacean decapods. Ann. Ist. Super Sanita, 45 (4), 432-438. doi: 10.1590/S0021-25712009000400013
- Gherardi, F., Aquiloni, L., Tricarico, E., 2012. Behavioral plasticity, behavioral syndromes and animal personality in crustacean decapods: an imperfect map is better than no map. Current Zoology, 58 (4), 567-579. doi: 10.1093/czoolo/58.4.567
- González-Gurriarán, E., Freire, J., 1994. Movement patterns and habitat utilization in the spider crab *Maja squinado* (Herbst) (Decapoda, Majidae) measured by ultrasonic telemetry. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 184, 269-291. doi: 10.1016/0022-0981(94)90009-4

- Griffin, D., Speck., G., 2004. New evidence of animal consciousness. *Animal Cognition*, 7, 8-18. doi: 10.1007/s10071-003-0203-x
- Gualtieri, J., Aiello, A., Antoine-Santoni, T., Poggi, B., DeGentili, E. 2013. Active tracking of *Maja squinado* in the Mediterranean Sea with wireless acoustic sensors: Method, Results and Prospectives. *Sensors*, 13, 15682-15691. doi:10.3390/s131115682
- Hanke, J., Willif, A., Jaros, P., 1996. Opioid receptor types for endogenous enkephalin in the thoracic ganglion of the crab, *Carcinus maenas*. *Elsevier Science*, 17 (6), 965- 972. doi: 10.1016/0196-9781(96)00115-5
- Horvath, K., Angeletti, D., Nascetti, G., Carere, C., 2013. Invertebrate welfare: an overlooked issue. *Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita*, 49 (1), 9-17. doi: 10.4415/ANN\_13\_01\_04
- Hume, D., 2008. *Investigação sobre o Entendimento Humano: Diálogos sobre a religião Natural*. Marid, Espanha: Prisa Innova S.L.
- Husband, S., Mayo, L., Sodaro, C., 2008. Environmental Enrichment, *Orangutan Species Survival in C. Sodaro, D. Fogarty (Eds.) Chicago Zoological Society*, 33-54.
- IUCN., 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved from: <http://www.iucn-redlist.org/>
- Job, S., 2005. Integrating marine conservation and sustainable development: Community-based aquaculture of marine aquarium fish. *SPC Live Reef Fish Information*, 13, 24-29.
- Kamemoto, F., 1976. Neuroendocrinology of Osmoregulation in Decapod Crustacea. *American Zoologist*, 16 (2), 141-150.
- Kavaliers, M., 1988. Evolutionary and Comparative Aspects of Nociception. *Brain Research Bulletin*, 21 (6), 923-931. doi: 10.1016/0361-9230(88)90030-5
- Kellert, S. 1993. Values and perceptions of invertebrates. *Conservation Biology*, 7 (4). 845-855. doi: 10.1046/j.1523-1739.1993.740845.x
- Laverack, M., 1988. The Numbers of Neurones in Decapod Crustacea. *Journal of Crustacean Biology*, 8 (1), 1-11. doi: 10.2307/1548424
- Le Moullac, G., Haffner, P., 2000. Environmental factors affecting immune responses in Crustacea. *Aquaculture*, 191, 121–131. doi: 10.1016/S0044-8486(00)00422-1
- Linnane, A., Ball, B., Munday, B., Mercer, J., 2000. On the occurrence of juvenile lobster

- Homarus gammarus* in intertidal habitat. Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom, 80, 375-376.
- Maceda-Veiga, A., Domínguez-Domínguez, O., Escribano-Alacid, J., Lyons, J., 2014. The aquarium hobby: can sinners become saints in freshwater fish conversation? Fish and Fisheries, 17 (3), 860-874. doi: 10.1111/faf.12097
- Magee, B., Elwood, R., 2013. Shock avoidance by discrimination learning in the shore crab (*Carcinus maenas*) is consistent with a key criterion for pain. The Journal of Experimental Biology, 216, 353-358. doi: 10.1242/jeb.072041
- Maple, T., Perdue, B., 2013. Environmental Enrichment. In T. Maple, B. Perdue, Zoo Animal Welfare, pp.95-117. Springer. doi: 10.1007/978-3-642-35955-2\_6
- Mather, J., Anderson, R., 2007. Ethics and invertebrates: a cephalopod perspective. Diseases of Aquatic Organisms, 75, 119-129. doi: 10.3354/dao075119
- Mason, G., 2011. Invertebrate welfare: where is the real evidence for conscious affective states? Trends in Ecology and Evolution, 26 (5), doi:10.1016/j.tree.2011.02.009
- McMahon, B., 2001. Respiratory and circulatory compensation to hypoxia in crustaceans. Respiration Physiology, 128 (3), 349-364. doi: 10.1016/S0034-5687(01)00311-5
- Militz, T., Foale, S., Kich, J., Southgate, P., 2017. Consumer perspectives on theoretical certification schemes for the marine aquarium trade. Fisheries Research, 193, 33-42. doi: 10.1016/j.fishres.2017.03.022
- Nagabhushanam, R., Sarojini, R., Reddy, P., Devi, M., Fingerman, M., 1995. Opioid peptides in invertebrates: Localization, distribution and possible functional roles. Current Science, 69 (8), 659-671.
- Näslund, J., Johnsson, J., 2014. Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. Fish and Fisheries, 17 (1), 1-30. doi: 10.1111/faf.12088
- Nathan, E., 2015, fev,18. Let the Light In: Pierre Huyghe in Los Angeles. Art in America. Retrieved from: <http://www.artinamericamagazine.com/news-features/interviews/let-the-light-in-pierre-huyghersquos-first-us-retrospective-comes-to-los-angeles/>
- Newberry, R., 1995. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. Applied Animal Behaviour Science, 44, 229-243. doi: 10.1016/0168-1591(95)00616-Z

- Ngo-Massou, V., Essomè-Koum, G., Kottè-Mapoko, E., Din, N., 2014. Biology and Distribution of Mangrove Crabs in the Wouri River Estuary, Douala, Cameroun. *Journal of Water Resource and Protection*, 6 (4), 236-248. doi: 10.4236/jwarp.2014.64029.
- Nottingham, M., Ramos, H., 2006. Exploração de peixes ornamentais no Brasil com ênfase sobre a introdução de espécies exóticas. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Retrieved from: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/6333F3D1/POrnamentaisV2BaseGT.pdf>
- Oliveira, E., Goldim, J., 2014. Legislação de proteção animal para fins científicos e a não inclusão dos invertebrados – análise bioética. *Revista Bioética*, 22 (1), 45-56. doi: 10.1590/S1983-80422014000100006
- Padilla, D., Williams, S., 2004. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *The ecological society of america*, 2 (3), 131-138
- Palero, F., Crandall, K., Abelló, P., Macpherson, E., Pascual, M., 2009. Phylogenetic relationships between spiny, slipper and coral lobsters (Crustacea, Decapoda, Achelata). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 50, 152-162. doi: 10.1016/j.ympev. 2008.10.003
- Paterson, B., Spanoghe, P., 1997. Stress indicators in marine decapod crustaceans, with particular reference to the grading of western rock lobsters (*Panulirus cygnus*) during comercial handling. *Marine Freshwater Research*, 48, 829-834. doi: 10.1071/ MF97137
- Prodöhl, P., Jørstad, K., Triantafyllidis, A., Katsares, V., Triantaphyllidis, C., 2006. European lobster- *Homarus gammarus*. Genimpact final scientific report, 91-98. Retrieved from: [http://www.imr.no/genimpact/filarkiv/2007/07/european\\_lobster.pdf/en](http://www.imr.no/genimpact/filarkiv/2007/07/european_lobster.pdf/en)
- Rebach, S., 1974. Burying behavior in relation to substrate and temperature in the hermit crab, *Pagurus longicarpus*. *Ecology*, 55 (1), 195-198. doi: 10.2307/1934636
- Rice, A., Chapman, C., 1971. Observations on the burrows and burrowing behaviour of two mud-dwelling decapod crustaceans, *Nephrops norvegicus* and *Goneplax rhomboides*. *Marine Biology*, 10, 330-342. doi: 10.1007/BF00368093.
- Scholtz, G., Richter, S., 1995. Phylogenetic systematics of the reptantian Decapoda (Crustacea, Malacostraca). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 113 (3), 289-328. doi: 10.1006/zjls.1995.0011
- Sherwin, C., 2001. Can invertebrates suffer? Or, how robust is argumente-by-analogy?

Animal Welfare, 10 (1), 103-118.

Short, C., 1998. Fundamentals of pain perception in animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 59, 125-133. doi: 10.1016/S0168-1591(98)00127-0

Silva, J., Creer, S., Santos, A., Costa, A., Cunha, M., Costa., Carvalho, G., 2011. Systematic and evolutionary Insights derived from mtDNA Col barcode diversity in the decapoda (Crustacea: Malacostraca). *Plos One*, 6 (5), 1-15. doi: 10.1371/journal.pone.0019449

Sladkova, S., Fedotov, V., Kholodkevitch, S., 2004. Compensatory Possibilities of the Crayfish Cardiovascular System under Conditions of Progressing Hypoxia. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 42 (1), 60-69. doi: 10.1134/S002209300601008X

Smith, J., 1991. A Question of Pain in Invertebrates. *ILAR Journal*, 33, 25–31. doi: 10.1093/ilar.33.1-2.25

Sneddon, L., 2015. Pain in aquatic animals. *The Journal of Experimental Biology*, 218, 967-976. doi:10.1242/jeb.088823

Tobin, D., Bargmann, C., 2004. Invertebrate Nociception: Behaviors, Neurons and Molecules. *Wiley Periodicals*, 61 (1), 161-174. doi: 10.1002/neu.20082

Trestman, M., 2013. The Cambrian Explosion and the Origins of Embodied Cognition. *Biology Theory*, 8 (1), 80-92. doi:10.1007/s13752-013-0102-6

Vannini, M., Cannicci, S., 1995. Homing behaviour and possible cognitive maps in crustacean decapods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 193, 67-91. doi: 10.1016/0022-0981(95)00111-5

Vogt, G., 2012. Ageing and longevity in the Decapoda (Crustacea): A review. *Zoologischer Anzeiger*, 251, 1-25. doi: 10.1016/j.jcz.2011.05.003

Wahle, R., Tshundy, D., Cobb, S., Factor, J., Jaini, M., 2012. Infraorder Astacidae Latreille, 1802 P.P.: The Marine Clawed Lobsters in F. Schram, V. Klein (Eds.) *Koninklijke Brill*, 3-108.

Washington, H., Taylor, B., Kopnina, H., Cryer, P., Piccolo, J., 2017. Why ecocentrism is the key pathway to sustainability. *The Ecological Citizen*, 1 (1), 35-41

Wasserman, L., 2012. Animal Cognition. *Encyclopedia of Human Behavior (Second Edition)*, 145-153. doi: 10.1016/B978-0-12-375000-6.00024-0

Young, R., 2003. Environmental enrichment for captive animals. Retrieved from: [https://books.google.pt/books?hl=pt=-PT&lr=&id37=Y0u09h6pcC&oi=fnd&pg=P1964A&dq=Environmental+Enrichment+for+Captive+Animals+aquariums&ots=mJEZwztO97&-sig=-kIkMk-I9FAUNnnxQ0n\\_XbUKA7o&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Environmental%20Enrichment%20for%20Captive%20Animals%20aquariums&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt=-PT&lr=&id37=Y0u09h6pcC&oi=fnd&pg=P1964A&dq=Environmental+Enrichment+for+Captive+Animals+aquariums&ots=mJEZwztO97&-sig=-kIkMk-I9FAUNnnxQ0n_XbUKA7o&redir_esc=y#v=onepage&q=Environmental%20Enrichment%20for%20Captive%20Animals%20aquariums&f=false)