



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**MARIANA DA SILVA
ALMEIDA DE
QUINTANILHA**

**ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NUM PAINEL
REPRESENTATIVO DE IMPACTOS
ANTROPOGÉNICOS SOBRE POTENCIAIS
ESPÉCIES-BANDEIRA MARINHAS**



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**MARIANA DA SILVA
ALMEIDA DE
QUINTANILHA**

**ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NUM PAINEL
REPRESENTATIVO DE IMPACTOS
ANTROPOGÉNICOS SOBRE POTENCIAIS
ESPÉCIES-BANDEIRA MARINHAS**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Aplicada, realizada sob a orientação científica de Fernando J. S. Correia, professor assistente convidado do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro e coorientada por João Neves, Diretor do Departamento de Educação Ambiental do Parque Aquático – Zoomarine.

À Natureza
...minha "Mestre" Intemporal!

Pois foi com ela que aprendi
tudo o que sei.

Foi nela que nasci
... e será nela que morrerei!

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Maria Adelaide de Pinho Almeida
Professora Catedrática, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro

arguente

Prof. Doutor Ulisses Manuel de Miranda Azeiteiro
Professor Associado c/ Agregação, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro

orientador

Mestre Fernando Jorge Simões Correia
Assistente Convidado, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro

agradecimentos

À Dra. Olga Ameixa por me ter inspirado e guiado de novo para o meu caminho, com todo o seu cuidado! Por vezes precisamos apenas de 'pequenos' desvios para descobrir 'grandes' maravilhas e, simultaneamente, talvez evitar terríveis desastres! Se houvesse oportunidade, ou até numa outra vida diferente desta, ficaria sempre feliz de ser uma borboleta no seu jardim.

Ao meu Mestre Fernando Correia, orientador deste projeto, de quem me orgulho voltar a ver, rever e sempre que necessário caminhar lado a lado como um discípulo faz com o mestre. A sua segurança e confiança nos meus 'passitos' continuam a motivar-me de certo modo a seguir em frente... Cada vez mais só, mas também mais consciente! Tive agora outra prova de que posso continuar a poder contar com a sua sabedoria e partilha de experiências pelo tempo que assim desejarmos.

Ao Dr. Albano Martins, presidente da ANIMA – Sociedade Protectora dos Animais de Macau - por TUDO! Principalmente, por me proporcionar a oportunidade incrível de poder voltar para casa (Portugal), investir na minha formação académica e crescimento pessoal. Sem isso não teria chegado aqui nem dado a volta ao mundo como dei.

Ao Dr. Jorge Paixão, meu guia e 'espelho' da melhor versão de mim mesma que encontrei até hoje. Grata pelo prazer e privilégio de o conhecer, bem como tudo o resto!

A toda a equipa do Zoomarine, desde fundadores, treinadores, educadores ambientais, investigadores, veterinários, secretários, auxiliares de conversação, técnicos de luz/som/imagem, informáticos, seguranças, empregados de limpeza, engenheiros, arquitetos e (de certa forma) os mais importantes....

Aos Animais, meus embaixadores, companheiros ternos e eternos.

Bem como às minhas famílias de sangue, de espírito e amigos!

Por último, com todo o meu respeito e carinho por vós, a todos os que estiveram mais presentes de alguma forma, incluindo o leitor desta mensagem neste preciso momento!

Obrigada.

palavras-chave

Ilustração Científica, Técnica Mista, Biologia Marinha, Impactos Antropogénicos, Conservação da Natureza

resumo

O principal objetivo deste trabalho é divulgar e consciencializar um público-alvo selecionado para vários aspetos relativos à conservação do meio marinho. Foi criado um painel informativo com um conjunto de 10 ilustrações científicas de espécies marinhas, das quais duas consideradas com potencial para serem erigidas como espécies-bandeira, integradas na composição representativa de um biótopo marinho típico de *habitats* sob pressão da atividade antropogénica como a sobrepesca, aquacultura, desperdício de plásticos, exploração de contaminantes e hidrocarbonetos, entre outros poluentes. Este trabalho resulta de uma parceria com o parque aquático Zoomarine, situado no Algarve (Portugal), local onde se prevê a posterior implementação física do painel informativo.

Com esta iniciativa de sensibilização e consciencialização pretende-se valorizar, não só a elevada importância ecológica e económica das espécies ilustradas a todo o universo de visitantes do Zoomarine, mas também demonstrar o poder da Ilustração Científica enquanto recurso informativo resultado da união entre a Ciência e a Arte, com potencial para criar efectivos e duradouros elos de empatia com os destinatários, contribuindo para as práticas de conservação da Natureza.

keywords

Scientific Illustration, Mixed Technique, Marine Biology, Anthropogenic Impacts, Nature Conservation.

abstract

The main goal of this work is to publicize and raise awareness among a selected target audience for various aspects related to the conservation of the marine environment.

An informative panel was created with a set of 10 scientific illustrations of marine species, two of which are considered to have the potential to be elected as flagship species, integrated in the representative composition of a typical marine biotope of habitats under pressure from anthropogenic activity such as overfishing, aquaculture, plastics' waste, contaminants, and oil exploitation, among other pollutants.

This work is the result of a partnership with the Zoomarine water park, located in the Algarve (Portugal), where the subsequent physical implementation of the informative panel can be exposed, and its information being spread to the public. With this awareness-raising initiative it is intended to enhance, not only the high ecological and economic importance of the illustrated species to the entire universe of Zoomarine visitors, but also to demonstrate the power of Scientific Illustration as an informative resource resulting from the union of Science and Art, with the potential to create effective and lasting relationships of empathy with the audience, contributing to nature conservation practices.

GLOSSÁRIO

A

Aquacultura – Método usado para produzir alimentos e outros produtos comerciais através da reprodução, criação e colheita de peixes, crustáceos, algas e outros organismos em todos os tipos de ambientes aquáticos, de forma a restaurar *habitats* e reabastecer os *stocks* selvagens repovoando populações de espécies ameaçadas de extinção (FAO, 2018), 2 p.

Arquétipo – Representação credível e aceite pela comunidade científica de uma espécie (segundo o conceito biológico), ou seja, com valor documental. Não se assume por base o fenótipo expresso no indivíduo, mas sim todo um mosaico de partes (caracteres diagnosticantes) que realmente tipifiquem, o mais extensivamente, aquela espécie particular (Barrocas & Correia, 2018), 20 p.

B

Bentónico – Meio ou zona onde certos organismos vivem junto aos fundos dos lagos, mares e oceanos, alimentando-se do próprio sedimento onde se abrigam ou de pequenas partículas orgânicas associadas ao substrato (Weitzman, Steeves, Bradford, & Filgueira, 2019), 4 p.

Bioacumulação – Absorção e armazenamento de elevadas concentrações de certos compostos químicos ou substâncias tóxicas, resultantes de atividades antropogénicas, em determinados tecidos e órgãos dos seres vivos (Nørregaard *et al.*, 2015), 3 p.

Bioampliação – Concentração de certas substâncias tóxicas a aumentar de nível trófico para nível trófico, através da sua acumulação ao longo das cadeias alimentares, e afetando organismos que não foram diretamente expostos (Bryan, 1979), 3 p.

Biodiversidade – Conjunto formado por todas as espécies de seres vivos e pelas suas comunidades (considerando a sua diversidade genética), existentes numa dada região ou ecossistema, *in* Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2021, <https://dicionario.priberam.org/biodiversidade> [consultado a 26-09-2021], 1 p.

Bioindicador – Comunidades de organismos frequentemente usadas como indicadores biológicos, pois podem fornecer informações sobre condições ambientais, face à sensibilidade de uma única espécie (também conhecida como espécie indicadora) ou devido a alguma

característica geral que faz a comunidade integrar os sinais do ambiente, como poluição, ao longo do tempo (Jørgensen *et al.*, 2019), 6 p.

Biomassa – Material orgânico feito de microorganismos (plantas e animais) coexistentes em equilíbrio numa dada superfície de solo ou num dado volume de água oceânica. Pode ser utilizado para combustão, uma vez que contém energia armazenada dada a capacidade fotossintética desses microorganismos (Lehr, Keeley, & Kingery, 2016), 2 p.

Biótopo – Região que apresenta regularidade nas condições ambientais e nas populações de organismos aí presentes. Corresponde à menor parcela de medição geográfica possível de um *habitat* (Quintanilha, 2012), 10 p.

Branqueamento de corais – Fenómeno natural que origina quebra na relação entre corais escleractinianos e suas algas simbiotes, originando taxas elevadas de mortalidade generalizada de corais nos recifes nas últimas décadas. Estes episódios em grande escala estão fortemente relacionados com o aumento da temperatura da água do mar (Guest *et al.*, 2012), 6 p.

C

Cadeia Alimentar – Rede linear de elos numa rede de interações, começando nos organismos produtores e terminando no ápice de uma espécie de predador, detritívoros ou decompositores. As séries ou organismos que participam em vários níveis bióticos formam uma cadeia alimentar (Rhodes, 2018), 78 p.

Canvas – Conceito também conhecido por tela branca, que denomina toda e qualquer superfície física ou digital capaz de suportar a materialização de criações artísticas, inclusive ilustrações científicas (Penedo & Lima, 2018), 25 p.

Capturas acessórias ou *Bycatch* – Captura acidental de todo e qualquer tipo de peixe, ou outras espécies marinhas que são apanhadas involuntariamente durante a atividade pesqueira dirigida a um determinado tipo de espécies. O pescado não pode ser (re)aproveitado por algum motivo, sendo descartado posteriormente e trazendo consequências a nível ambiental (Hamer & Minton, 2020), 2 p.

Cenário – Espaço, real ou virtual, onde algo acontece. Neste estudo, o cenário apresenta-se como um conjunto de características naturais de uma paisagem considerada em termos da sua aparência, especialmente quando pitoresca (Rodella, 2019), 39 p.

Checklist – Lista de objetivos a cumprir, usada para compensar a falha de eventuais limites de memória e atenção humana. Serve para garantir consistência e integridade na realização de uma tarefa. Neste trabalho trata-se de uma lista de espécies e notas sobre características diagnosticantes das mesmas a fim de serem ilustradas (Barrocas & Correia, 2020; Falcão, 2010), 15 p.

Cnidários – Filo de organismos aquáticos, sendo conhecidos pelo nome comum de cnidários, nos quais se incluem medusas, alforrecas (águas-vivas), caravelas-portuguesas, anêmonas-do-mar, corais-moles e hidras de água doce. São animais multicelulares, de estrutura simples, na maioria marinhos e de vida livre, habitando costas, fundos, zonas de oceano aberto, bem como parasitas (Matias, Martins, Dias, & Guimarães, 2021), 64 p.

Cocolitoforídeos – Microalgas marinhas, na maioria unicelulares e pertencentes ao clado Haptophyta. Integram parte do fitoplâncton, podendo ser encontradas em grande número na zona eufótica das áreas mais temperadas dos oceanos (Moel *et al.*, 2009), 6 p.

D

Desenho Preliminar – Representação gráfica empregue em estados intermediários entre a elaboração inicial de um projeto (esboço) e a sua finalização. Encontra-se sempre sujeito a alterações até obter um resultado final satisfatório (Sibylle, Audubon, & Jackson, 2014), 13 p.

Design – Desenvolvimento de uma ideia ou aspeto visual de um produto concebido segundo determinados parâmetros para obter certos níveis estéticos no mercado ou indústria (Barrocas & Correia, 2018), 21 p.

Do It Yourself (DIY) – Reação cultural na sociedade tecnológica moderna face a um aumento de especialização académica e económica, que coloca as pessoas em contacto com apenas uma pequena área de foco dentro de um contexto abrangente, posicionando o DIY como um local para um envolvimento holístico. A ética DIY designa autossuficiência por meio da conclusão de tarefas sem qualquer ajuda externa, promovendo a ideia de que qualquer indivíduo pode realizar uma série de tarefas, eliminando a dependência de especialistas pagos (M. Carvalho & Jr, 2020) 62 p.

E

Ecologia – Ciência que estuda as relações entre os organismos e o meio ambiente, desde a sua abundância aos fatores determinantes da sua distribuição (Williams, Burgess, & Rahbek, 2000), 20 p.

Enquadramento (em Ilustração) – Ato de selecionar uma porção de um cenário ou do nosso campo de visão para a figurar numa tela, ou noutro material de suporte visual (Correia, 2012), 40 p.

Espécies-Bandeira – Espécies selecionadas, por possuir determinadas características capazes de despertar a parte emocional do ser humano, com o objetivo de representar uma causa ambiental podendo essa causa ser relativa à conservação das mesmas ou abranger todo o ecossistema no qual se inserem (Williams *et al.*, 2000), 8 p.

Espécies Invasoras (≠ Espécies Exóticas) – Espécies produzidas em culturas, não indígenas ou agindo como um vetor para outras espécies, que sofrem algum tipo de fuga acidental. Este tipo de fugas acidentais de espécies enjauladas ou de cativeiro podem levar ao deslocamento/desaparecimento de espécies nativas; distintas de espécies exóticas (Weitzman *et al.*, 2019), 2 p.

Espécies Exóticas – Espécies nativas de cultivo controlado que devem ser consideradas "exóticas", uma vez que o cruzamento pode afetar a composição genética, a aptidão e as características evolutivas de vida das populações selvagens (Weitzman *et al.*, 2019).

Espécime – Indivíduo modelo ou exemplar para amostra utilizado em laboratório para efeitos de investigação (Moel *et al.*, 2009) 20 p.

Escala – Método de ordenação de grandezas qualitativas e quantitativas que permite a comparação de objetos em estudo. Neste trabalho trata-se de uma relação existente entre as medidas do desenho correspondentes ao tamanho real do organismo vivo (Hodges, 2003), 3 p.

F

Foraminíferos – Organismos marinhos de pequenas dimensões (μm) zooplantónicos, observáveis apenas ao microscópio e pertencentes a um enorme grupo de protistas com pseudópodes reticulados (finas projeções do citoplasma que se ramificam e se fundem formando uma rede dinâmica) [...] (Moel *et al.*, 2009), 6 p.

G

Gradiente de cor – Mistura gradual entre duas ou mais cores para preencher espaços físicos ou áreas de desenho, originando uma transição suave entre as mesmas (Barrocas & Correia, 2018), 42 p.

H

Hermafrodita – Organismo capaz de alterar a sua morfologia de órgãos sexuais em prol da suas necessidades reprodutoras e, conseqüentemente, conferindo-lhe uma alteração de gênero (feminino ou masculino), como por exemplo um caracol ou lesma (Barrocas & Correia, 2018) 64 p.

Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) – Compostos químicos caracterizados por possuírem dois ou mais anéis aromáticos condensados. Tal como os seus derivados de azoto e oxigênio, têm ampla distribuição e são encontrados como constituintes de misturas complexas em todos os ecossistemas (Izmalkova *et al.*, 2018), 3 p.

Hipotermia – Redução da temperatura corporal abaixo dos 35° C quando o corpo de um indivíduo não consegue produzir a mesma que energia que perdeu sob a forma de calor (Troisi, Barton, & Bexton, 2016), 4 p.

I

Impactos Antropogénicos – Consequências diretas ou indiretas e, geralmente negativas, para espécies de um dado *habitat* ou próprio ecossistema, derivadas de atividades humanas (Oliveira, Carneiro, Vecchia, & Baptista, 2018), 1 p.

In situ – Termo referente ao estudo de um determinado fenómeno no exato local onde este acontece (Falcão, 2020) 56 p.

L

Layout ou composição – Em *design* gráfico/publicidade, um *layout* global geralmente conhecido por composição, é uma página de um projeto proposto inicialmente e apresentado por um *designer* ao cliente, mostrando as posições relativas de texto e ilustrações antes do conteúdo específico destes elementos ser escolhido (Correia, 2019), 9 p.

M

Marketing – Meios de que dispõe uma empresa para vender os seus produtos aos clientes de forma rentável (Correia, 2019), 74 p.

Merchandising – Estudos e técnicas de aplicação utilizados, separada ou conjuntamente, pelos distribuidores e produtores com vista a aumentar a rentabilidade do local de venda e o escoamento dos produtos através de uma adaptação permanente dos aprovisionamentos às necessidades do mercado e da apresentação apropriada das mercadorias (M. Carvalho & Jr, 2020), 93 p.

Mutagénica / Carcinogénica – Propriedade capaz de alterar a informação genética de um organismo, quer naturalmente quer através de químicos (poluentes) ou radiação (Samanta, Singh, & Jain, 2002), 4 p.

O

Óleo secante ou sicativo – Óleo insaturado que endurece através de uma reação de oxidação-redução, no qual os componentes polimerizam por ação do oxigénio e não por evaporação do solvente, formando uma película sólida e resistente após um período de exposição ao ar (Quintanilha, 2012), 4 p.

Opérculo – Estrutura óssea que cobre as brânquias de um peixe, capaz de regular a saída de água através de movimentos de abertura ou bloqueio de passagem da mesma para o exterior do corpo (Salvia, 2007), 35 p.

P

Passe-partout – Folha de papel recortada e colocada sobre o suporte final de uma ilustração com o propósito de proteger a maior área possível que não contenha o desenho, evitando eventuais sujidades ou acidentes (Hodges, 2003), 28 p.

Peixes Teleósteos – classe de peixes mais evoluída e diversificada, também conhecidos por peixes ósseos ou osteíctes, com coluna vertebral (espinha), mandíbula e opérculo (Salvia, 2007), 37 p.

Perspectiva – Técnica de desenho que permite retratar os objetos em estudo tal como são apreendidos visualmente pelo olho humano (Hodges, 2003), 41 p.

Plano (em Ilustração) – Secção de *design* gráfico que trata do arranjo e estilo dos elementos constituintes de uma composição (Hodges, 1989), 40 p.

Portfólio – Meio portátil para transportar impressões sem dobrar. Por este motivo tem sido a via mais primária de introdução dos artistas e das suas obras a potenciais clientes ou empregadores (Hodges, 2003), 34 p.

Q

QR code – QR significa "Resposta Rápida". Embora possam parecer fáceis de criar ou ler, os códigos QR podem armazenar muitos dados. Mas não importa o quanto eles contenham, quando escaneados, o código QR deve permitir que o usuário acesse a informações instantaneamente de forma simples (Bui, Vu, Nguyen, & Nguyen, 2014) 45 p.

R

Raios duros e moles – estruturas espinhosas presentes nas barbatanas de peixes ósseos com diferentes funções relativas a proteção e movimento. Determinam estabilidade e velocidade de um indivíduo (Salvia, 2007), 57 p.

Realidade Aumentada (RA) – integração de elementos virtuais ou informação digital em visualizações do mundo real através de uma câmara e com o uso de sensores de movimento como giroscópio e acelerómetro (Vakaliuk & Pochtoviuk, 2021), 63 p.

S

Sobrecapitalização – Sobrevalorização monetária de algo levando a uma capitalização excessiva, acima do rendimento ou perspectiva de lucro superior ao esperado com determinado tipo de negócio; proveniente do Capitalismo cujo sistema económico está baseado na propriedade privada dos meios de produção e tem como principais objetivos o lucro e a acumulação de riquezas. Este é o sistema mais adotado no mundo atualmente (Leadley *et al.*, 2014), 76 p.

Sobrepesca – Abundância de mercadoria reduzida pela pesca abaixo do nível que pode produzir o máximo de rendimento sustentável (FAO, 2018) 2 p.

Software – Um ou mais programas de computador com dados contidos no seu armazenamento interno de forma a colocar o sistema operativo funcional e acessível (Montesanto, 2015), 33 p.

Standard – Medida padrão de um objeto, sistema, ou experiência, que tenha uma relação definida para com uma unidade de medição de uma quantidade física (Caeiro *et al.*, 2005), 45 p.

Status quo – Estatuto ou estado de algo existente, especialmente no que diz respeito a questões sociais ou políticas (Williams *et al.*, 2000), 85 p.

T

Tabela de códigos de Cores RGB – Sistema de cores RGB (Red, Blue, Green), constrói todas as cores a partir da combinação das cores Vermelho, Verde e Azul. Existem os códigos de CMYK (Cian, Magenta, Yellow, Black), que diferem dos valores de RGB (Barrocas & Correia, 2018), 89 p.

Taxonomia – Ciência que estuda a diversidade dos organismos, organizando-os em grupos com determinadas características em comum para facilitar a sua classificação (Montesanto, 2015), sendo que *taxon* refere-se a um só grupo e *taxa* ao seu plural, 1 p.

Terebentina – Líquido obtido por destilação da resina de coníferas com a função de diluir óleos com uma densidade superior à sua (Hodges, 1989), 61 p.

INDÍCE DE FIGURAS

- Figura 1 - Bloco de 50 folhas de cartolina A3, papel Lorenz Bell, 297x420 mm, 250g/m² (2020).... 12
- Figura 2 - Caixa de 120 lápis de cor da *Carand'ache*, solúveis em água (2021)..... 12
- Figura 3 - Set de aguarelas em pastilhas Aquafine em kit de viagem (2019).....13
- Figura 4 - Da esquerda para a direita: máscara para aguarelas; set de aguarelas *Shmincke Akademie Aquarell*; pincéis da marca *Winsor & Newton UNIVERSITY Series 233 England* (n.º 1) e *Van Gogh - Royal Talens* (n.os 0, 2 e 6); paleta de aguarelas; régua de 13 centímetros e compasso; bloco de 50 folhas de papel vegetal (90 g/m²), um lápis de grafite HB, afixadeira *Faber-Castle* e borracha branca *Steadler*..... 13
- Figura 5 - Referência fotográfica da experiência pessoal do autor na Praia do Creiro em Setúbal, para efeitos de registo da atividade e posterior elaboração do relatório deste projeto (outubro de 2019)..... 14
- Figura 6 - Máquina Fotográfica *Sony* (DSC-HX300 câmara compacta com zoom ótico de 50x); cartão microSD *Sandisk* de 16 GB com adaptador e tripé acessório..... 14
- Figura 7 - Fotografias de indivíduos da espécie de Golfinho-roaz (*T. truncatus*), retiradas pela autora em 2011 e 2019, para obtenção de referências e informação científica por parte de especialistas..... 16
- Figura 8 - Concretização de esboços preliminares a partir da observação direta dos animais, registando toda a informação visual num bloco de notas acerca do seu comportamento como poses, forma de locomoção, interações dentro do grupo, entre outros aspetos singulares capazes de definir esta espécie..... 17
- Figura 9 - Exemplar museológico da espécie de cavalo-marinho-de-focinho-curto preservado no Museu Marítimo de Ílhavo e Aquário dos Bacalhaus. Referência fotográfica retirada a 2019..... 17
- Figura 10 - Construção de um 'arquétipo' representativo da espécie em estudo através da montagem de várias referências fotográficas em programas de manipulação de imagem, como Adobe Photoshop, sendo também necessário conhecimentos de ecologia e comportamento animal..... 19
- Figura 11 - Lápis de grafite com os diferentes graus de dureza determinante da qualidade do traço. Distintos pela letra 'H' (do inglês *Hard*, que significa duro) e 'B' (*Bold*, macio) (Hodges, 2003).....20
- Figura 12 - Método de Transferência Direta utilizado para obtenção de esboços finais em folhas de papel vegetal (Hodges, 2003). Resultados demonstrados na Figura 74.....21
- Figura 13 - Decalque na folha de papel vegetal sobre todos os traços do desenho para que a própria grafite do lado inverso se liberte sobre a folha onde efetivamente se apresentará o resultado final (Hodges, 2003).....22

Figura 14 - Contornos leves da fêmea e cria, resultado do decalque da folha de papel vegetal sobre uma folha de papel branca, A3, 90 g/m ²	22
Figura 15 - Papel químico de cor amarela (havendo outras cores no mercado) utilizado no Método de Transferência Direta, cuja própria referência de um desenho ou fotografia é pressionada sobre o mesmo, ficando a imagem decalcada no suporte pretendido.....	23
Figura 16 - Demonstração do resultado do Método de Transferência Direta após decalque do esboço de um corvo-marinho sobre o papel de grafite amarelo.....	23
Figura 17 - Digitalização do preliminar final da mãe e cria de golfinhos-roazes colocada sobre um fundo branco de um canvas digital, 600dpi, RGB, 2D, APS.....	24
Figura 18 - Coloração de exemplar de mãe e cria (golfinhos-roazes) de acordo com a adição ou remoção de camadas em APS, sendo que a sequência será preenchimento de cor camada por camada. Camada base em canvas digital de fundo branco, 600dpi, RGB, 2D, APS.....	25
Figura 19 - Passo seguinte ao demonstrado na Fig. 18. Coloração da primeira camada após a base terminada em digital, 600dpi, RGB, 2D, APS.....	25
Figura 20 - Conclusão de pormenores da coloração e definição dos últimos detalhes das características diagnosticantes da espécie em estudo, 600dpi, RGB, 2D, APS.....	26
Figura 21 - Disposição de referências fotográficas de indivíduos da espécie de Golfinho-roaz (<i>T. truncatus</i>) sobre um canvas digital para iniciar os esboços com poses pretendidas e planeadas previamente.....	27
Figura 22 - Folha de papel vegetal, 80g/m ² , tamanho A4 sobre a referência para iniciar um processo de transferência segundo o Método de Transferência Direto, descrito também por Hodges (2003).....	27
Figura 23 - Criação de um escudo para proteção de restantes áreas que não se pretende colorear.....	28
Figura 24 - Ensaios de coloração em Técnica de Aguarela para obter tonalidades idênticas de indivíduos da espécie de Golfinho-roaz (<i>T. truncatus</i>) de forma a poder concretizar as artes finais da mãe e cria.....	29
Figura 25 - Resultado prático dos ensaios de coloração em três exemplares de indivíduos da espécie de Golfinho-roaz (<i>T. truncatus</i>) (2019).....	30
Figura 26 - Coloração de mãe e cria em Técnica Mista - lápis de cor sobre aguarela em cartolina A3, Bristol, 250g/m ² . Proteção da zona ventral dos organismos com fina película da máscara para aguarelas.....	30
Figura 27 - Remoção da película de cada camada final e resultado da aplicação de máscara para aguarelas.....	31
Figura 28 - Acabamentos de sombreados nas áreas brancas da região dos ventres da mãe e cria de golfinhos-roazes (<i>T. truncatus</i>).....	31

Figura 29 - Contorno corporal da forma de um cavalo-marinho-de-focinho-curto executado em formato vetorial em Adobe Illustrator (AI) sobre um canvas digital.....	32
Figura 30 - Ensaios de coloração em Técnica Digital, 300dpi, RGB, 2D, APS, para concretizar a espécie de cavalo-marinho-de-focinho-curto. Resultado da última versão encontra-se na Figura 46 e Figura 2 em Portfólio II.....	33
Figura 31 - Método de Transferência Indireta utilizado para obtenção deste esboço final, utilizando uma régua graduada para demonstração da escala.....	34
Figura 32 - Esboço dos pormenores dos raios moles da barbatana dorsal da espécie em estudo (<i>H. hippocampus</i>).....	35
Figura 33 - Encaixe da barbatana anal entre as linhas de divisão corporal (ou anéis) do cavalo-marinho-de-focinho-curto (<i>Hippocampus hippocampus</i>).....	35
Figura 34 - Determinação dos tamanhos do olho e narina da espécie em estudo (<i>Hippocampus hippocampus</i>).....	36
Figura 35 - Kit de aguarelas e breves ensaios também com apoio de lápis aguareláveis.....	37
Figura 36 - Passo 1: Coloração em Técnica de Aguarela sobre cartolina A3 Bristol, 250g/m ² para obter um exemplar ilustrado da espécie de cavalo-marinho-de-focinho-curto (<i>Hippocampus hippocampus</i>).....	37
Figura 37 - Passo 2: coloração da área ventral do organismo para diferenciar a zona, uma vez que nos machos é necessário referir que dão à luz a partir dessa região que funciona como uma bolsa.....	38
Figura 38 - Referências e montagem de fotografias em panorama do local em estudo: Praia do Creiro na desembocadura do Estuário do Sado (2019).....	<u>38</u> 38
Figura 39 - Início do processo construtivo em digital de uma composição com base em referências fotográficas e ilustrações científicas. Determinação linear entre dois planos da paisagem a representar: área de superfície acima da da linha de água e área do fundo do estuário preenchida a branco do próprio canvas.....	39
Figura 40 - Preenchimento de cor uniforme (azul claro) em canvas digital na área representativa do fundo do estuário para apoio visual à noção espacial de distribuição dos restantes elementos a figurar na composição final.....	40
Figura 41 - Distribuição espacial das massas (organismos) representadas por simples figuras geométricas e de acordo com as interações biológicas das espécies vs. atividades humanas.....	41
Figura 42 - Artes finais obtidas nos resultados de ICs anteriores para iniciar integração das espécies no fundo do estuário. Determinação dos seus tamanhos relativos face a uma escala adotada inicialmente para obter proporções harmoniosas entre os entre os vários elementos apresentados e demonstrar profundidade entre planos distal e proximal.....	42

Figura 43 - Planeamento de distribuição dos elementos, sobretudo visuais como a composição e as espécies, e textos de apoio com informação complementar no painel em canvas digital.....	43
Figura 44 - Detalhes de acabamento gráfico do <i>design</i> planeado anteriormente, com destaque para as espécies-bandeira e paisagem do local em estudo.....	43
Figura 45 - Espécie-bandeira: Mãe e cria de golfinhos-roazes corvineiros (<i>Tursiops truncatus</i>). Técnica Digital sobre uma tela ou canvas de fundo branco, 600dpi, RGB, 2D, APS.....	45
Figura 46 - Espécie-bandeira: Cavalo-marinho-de-focinho-curto (<i>Hippocampus hippocampus</i>). Técnica Digital sobre uma tela ou canvas de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.....	45
Figura 47 - Sargo-safia (<i>Diplodus vulgaris</i>). Técnica Digital em canvas de fundo branco, 600dpi, RGB, 2D, APS.....	46
Figura 48 - Pata-roxa-gata (<i>Scyliorhinus stellaris</i>). Técnica Digital em canvas de fundo branco, 600dpi, RGB, 2D, APS.....	46
Figura 49 – Lula-comum (<i>Loligo vulgaris</i>). Vista frontal (à esquerda) e vista dorso-lateral (à direita). Técnica Digital em canvas de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.....	47
Figura 50 - Medusa ou Alforreca (<i>Catostylus tagi</i>). Vista lateral (à esquerda) e vista dorsal (à direita). Técnica Digital em canvas de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.....	47
Figura 51 - Gaivota-europeia (<i>Larus argentatus</i>). Técnica Digital em canvas de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.....	48
Figura 52 - Corvos-marinheiros (<i>Phalacrocorax carbo</i>). Em cima, representação do macho em pose nupcial para com a fêmea em baixo. Técnica Digital em canvas de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.....	48
Figura 53 - Caravela-portuguesa (<i>Physalia physalis</i>). Técnica Digital em canvas de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.....	49
Figura 54 – Golfinho-comum (<i>Delphinus delphis</i>). Técnica Digital em canvas de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.....	49
Figura 55 - Golfinho-roaz (<i>Tursiops truncatus</i>). Técnica Digital em canvas de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.....	50
Figura 56 - Golfinho-roaz (<i>Tursiops truncatus</i>). Técnica a Lápis de Cor sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m ²	50
Figura 57 - Mãe e cria de golfinhos-roazes corvineiros. Técnica Mista – lápis de cor sobre aguarelas, sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250 g/m ²	51
Figura 58 – Golfinho-comum (<i>Delphinus delphis</i>). Técnica a Lápis de Cor sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m ²	51
Figura 59 - Cavalo-marinho-de-focinho-curto (<i>Hippocampus hippocampus</i>). Técnica a Lápis de Cor sobre aguarelas em papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m ²	52

Figura 60 - Dragão-marinho-folhado (<i>Phycodurus eques</i>). Técnica a Lápis de Cor sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m ²	52
Figura 61 - Nudibrânquio ou Lesma-do-mar (<i>Glaucus atlanticus</i>). Técnica a Lápis de Cor sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m ²	53
Figura 62 - Nudibrânquio ou Lesma-do-mar (<i>Glaucus atlanticus</i>). Vista dorsal (à esquerda). Vista ventral (à direita). Técnica a Óleo sobre tela.....	53
Figura 63 - Composição final do biótopo marinho do Estuário do Sado em Setúbal, integrada num painel físico de PVC, sob a forma de infográfico. Medidas: 100cm (altura) x 138cm (comprimento) x 6mm (espessura). Técnica Digital em canvas de fundo branco, 600 dpi, RGB, 2D, APS.....	54
Figura 64 - Enganos comuns, fruto do défice da análise de um facto ou de um assunto. Neste caso, existiu falta de rigor científico por desconhecimento biológico da espécie e face a comparação anatómica com cavalos terrestres descurando a Teoria de Evolução de Darwin e Filogenia.....	57
Figura 65 - Gafes comuns em ilustrações científicas cuja falta de algum tipo de conhecimento, seja na área da ciência seja no ramo das artes, se verifica em detalhes ou pormenores de artes finais: como as ligações membranares não suportadas por raios duros em peixes ou, neste caso do sargo-safia, as linhas horizontais corporais serem representadas na última camada digital (APS) e sobrepõem-se à barbatana peitoral.....	57
Figura 66 - Demonstração da grande capacidade absorvente da folha de cartolina face a uma rápida secagem das tintas em aquarela. Impossibilidade de miscibilidade entre tintas de qualquer tipo colocadas em camadas seguintes.....	59
Figura 67 - Material necessário à execução de técnicas a óleo, tais como alguns óleos (tintas) e diluentes, com descritivo próprio de componentes químicos passíveis de degradar o ambiente e afetar diretamente espécies marinhas.....	60
Figura 68 - Ensaios a lápis de grafite para estudos de contrastes entre tons claros e escuros no organismo em estudo (cabeça de dragão-marinho-folhado).....	64
Figura 69 - Ensaios de coloração dos membros de um dragão-marinho-folhado para obter a cor idêntica à do organismo vivo.....	65
Figura 70 - Contagem do número de segmentos corporais, raios moles das barbatanas, folhas entre outros detalhes necessários à identificação da espécie e essenciais num arquétipo de dragão-marinho-folhado (<i>Phycodurus eques</i>).....	65
Figura 71 - Dragão-marinho-folhado (<i>Phycodurus eques</i>). Técnica a Lápis de cor sobre cartolina Bristol, 250 g/m ² , tamanho A3. Arte final com cor diferente da coloração de um indivíduo vivo, descurando rigor científico.....	66
Figura 72 - Método de Transferência Direta com o apoio de uma mesa de luz a partir de referência da autora.....	67
Figura 73 - Conjunto de artes finais em folhas vegetal, também apresentadas fisicamente em Portfólio I.....	70

Figura 74 - Contagem de escamas da linha lateral do último preliminar de um sargo-safia (<i>Diplodus vulgaris</i>) para figurar na arte final.....	71
Figura 75- Ilustração de um cavalo-marinho pintada por Nie Huang, pintor e entusiasta de biologia, durante o período do Imperador Kangxi da dinastia Qing (1644-1911). Retirada da sua obra “O Catálogo de Criaturas Marinhas” que descreve mais de 300 espécies de organismos vivos.....	72
Figura 76 - Ilustração biológica de um cavalo-marinho pintada por Nie Huang, anos mais tarde após a ilustração apresentada na Fig. 76, com aquisição de maior conhecimento sobre a espécie representada.....	73
Figura 77 - Tabela de classificação de programas de subsídios segundo Khan <i>et al.</i> (2006), já experimentados por alguns países e com consequências favoráveis ao governo e populações.....	75
Figura 78 - A – Draga; B – Embarcação de pesca. Referências fotográficas de embarcações típicas e presentes no Estuário do Sado (2019).....	77
Figura 79 - Esboço inicial de uma possível composição do ecossistema do Estuário do Sado baseado única e exclusivamente em memórias visuais da autora. Técnica de Grafite sobre uma folha branca, 90 g/m ² , A3.....	88
Figura 80 - Correções do esboço da Fig. 80, conforme dados obtidos em literatura ou de especialistas nas áreas de Conservação e Ecologia Animal para representação de interações entre as espécies e a atividade humana no mesmo ecossistema marinho, neste estudo caso o Estuário do Sado.....	89

INDÍCE DE TABELAS

- Tabela 1 – Lista das 12 espécies marinhas representadas individualmente nos resultados finais sob a forma de Ilustrações Científicas. As duas espécies-bandeira encontram-se aqui mencionadas e destacadas sobre fundo a cinza claro..... 15
- Tabela 2 – Exemplo de organização da informação científica recolhida no início do projeto para a elaboração de uma lista de características diagnosticantes das espécies-bandeira - *Checklist*..... 18

INDÍCE

GLOSSÁRIO	i
INDÍCE DE FIGURAS	x
INDÍCE DE TABELAS	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Estado de Conservação da Biodiversidade Marinha	1
1.2 Impactos Antropogénicos nos Oceanos	1
1.2.1 Sobrepesca e Aquacultura	2
1.2.2 Macro e Microplásticos	3
1.2.3 Exploração de Hidrocarbonetos (Extração/Transporte)	3
1.2.4 Tráfego Marítimo e Turismo	5
1.2.5 Acidificação dos Oceanos	6
1.2.6 Centrais Nucleares	6
1.3 'Espécies-Bandeira'	7
1.4 Ilustração Científica	8
1.4.1 Painéis informativos	9
1.5 Objetivos	10
2. MATERIAIS, TÉCNICAS E METODOLOGIAS	12
2.1 Materiais e Técnicas	12
2.2 Recolha de informação	15
2.3 Organização de informação – <i>Checklist</i> – para espécies-bandeira	18
2.4 Escalas em Ilustração Científica	19
2.5 Preparação das imagens (fotografias e pose)	19
2.6 Estudos de luz, pose e sombra (ensaios gráficos)	20
2.7 Métodos de Transferência	21

2.8 Passo a passo do processo de Ilustração Científica de exemplares das espécies-bandeira....	24
2.8.1 Golfinho-roaz corvineiro (<i>Tursiops truncatus</i>).....	24
2.8.2 Cavalo-marinho-de-focinho-curto (<i>Hippocampus hippocampus</i>).....	32
2.9 Composição de <i>habitats</i> marinhos –Técnica de representação em IC.....	38
2.10 Ensaios compositivos e <i>design</i> gráfico do painel.....	42
3. RESULTADOS.....	45
4. DISCUSSÃO.....	55
5. CONCLUSÃO.....	92
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

1. INTRODUÇÃO

1.1 Estado de Conservação da Biodiversidade Marinha

Graças ao contínuo uso dos oceanos e à exploração dos seus recursos, óbvio que haverá sempre uma pressão latente e, com a mesma, o enorme desafio, importante e premente, de saber como e onde direcionar as iniciativas para melhorar o estado de conservação da biodiversidade marinha — já tão em perigo (O'Hara *et al.*, 2019).

Primeiro, deve-se compreender não apenas a distribuição espacial de acordo com a geografia e taxonomia das espécies, mas também o estado da biodiversidade em risco (O'Hara *et al.*, 2019). Organizações como a União Internacional para a Conservação da Natureza ou IUCN (com uma Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas), a UE, CCAMLR (Antártica) e FAO mencionadas pelos autores anteriores, revelam ser fontes essenciais para onde converge e é compilada informação-chave que contem dados relevantes sobre Áreas Marinhas Protegidas (AMP's) e a própria biodiversidade considerada em risco. A consulta dessa informação centralizada permite que sejam tomadas melhores decisões futuras em áreas de conservação de *habitats* e de restauração de ecossistemas fortemente ameaçados, seja por ação de fenómenos naturais e/ou impactos antropogénicos.

Relacionar o risco de biodiversidade marinha a áreas onde existe baixa ou elevada atividade humana pode destacar o conhecimento científico e oferecer oportunidades de crescimento socioeconómico para equilibrar a proteção de ecossistemas vulneráveis e intocados (Leadley *et al.*, 2014).

1.2 Impactos Antropogénicos nos Oceanos

Os oceanos globais enfrentam pressões crescentes, enquanto consequências diretas e indiretas das atividades humanas, incluindo mudanças climáticas, pesca, poluição e destruição de *habitats* (Halpern *et al.*, 2015). Estas ações ameaçam a sustentabilidade, a existência da biodiversidade marinha (Sala *et al.*, 2018) e o conjunto de benefícios (cadeias de valores e outros) que esses ecossistemas podem proporcionar-nos em troca direta ou indiretamente (McCauley *et al.*, 2015). Procurou-se neste trabalho identificar algumas das mais comuns, potencialmente mais prejudiciais e/ou que estejam implantadas ao longo da costa portuguesa.

1.2.1 Sobrepesca e Aquacultura

A sobrepesca não só tem consequências ecológicas negativas, como também reduz a renovação de efetivos das populações naturais, o que reverte numa menor produção de peixe para alimento humano a longo prazo que acarreta, posteriormente e por sua vez, a consequências sociais e económicas negativas (FAO, 2018).

Os subsídios que aumentam as receitas ou reduzem os custos de pesca levam a um aumento 'artificial' no lucro, fornecendo, por sua vez, incentivos para aumentar o esforço desta indústria extrativa. Em 2011, alguns autores chegam de facto a demonstrar o impacto negativo que os subsídios podem ter, tanto na biomassa de espécies importantes como no possível lucro da pesca, através de um exercício modelo (Leadley *et al.*, 2014).

Este é um problema identificado em todas as regiões de elevada procura turística, como seja o Algarve (Portugal).

A aquacultura é o setor com maior expansão de crescimento na produção de alimento e essencial para poder sustentar a crescente procura de alimentos de aporte proteico de modo a conseguir satisfazer uma população como a da espécie humana cujo crescimento é exponencial (Weitzman *et al.*, 2019). As oportunidades de emprego, lucro e trocas comerciais da aquacultura costeira têm sido ofuscadas por impactos negativos a nível ambiental e social.

Dentro dos impactos ambientais incluem-se: perda de mangais, capturas acessórias durante a época de reprodução e desenvolvimento dos juvenis das espécies, introdução e transferência de espécies invasoras, disseminação de parasitas e propagação de doenças, abuso de químicos e libertação de lixo/desperdícios em mar aberto. Os impactos socioeconómicos referem-se a: privatização de terrenos hídricos públicos e perda de meios de subsistência da pesca, insegurança alimentar e migração urbana (Primavera, 2006). Estas preocupações e a crescente compreensão de uma abordagem de gestão baseada em ecossistemas é fundamental para minimizar os dois tipos de impactos, o que levou a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2018) a propor e promover uma Abordagem Ecosistémica à Aquacultura (AEA). Do ponto de vista ambiental, a AEA exige que a aquacultura seja desenvolvida no contexto das funções e serviços do ecossistema sem a degradação do mesmo além da sua resiliência. Uma implementação tangível da AEA envolve, assim, a compreensão das interações entre os locais de 'cultivo' à escala do ecossistema (Weitzman *et al.*, 2019).

1.2.2 Macro e Microplásticos

O plástico é, com maior incidência na última década, identificado como um contaminante emergente nos ecossistemas aquáticos e terrestres (Kawecki & Nowack, 2019).

Estima-se que cerca de 80% do lixo marinho tenham o plástico como o principal componente, o qual se origina de fontes terrestres, incluindo os lixos das praias e das localidades costeiras, à conta das marés. Vários tipos de resíduos de plástico, mal atingem o ambiente marinho, são erodidos por ações físicas e/ou químicas, sendo fragmentados e degradados em pedaços menores (Steensgaard *et al.*, 2017). Macroplásticos são todos aqueles detritos de maior dimensão (> 5 mm de diâmetro) conhecidos por serem prejudiciais à vida marinha e representarem a parte "visível" do problema (Mouchi, Chapron, Peru, Pruski, Meistertzheim, Vétion, Galand, *et al.*, 2019). Os microplásticos são pequenas partículas (<5 mm de diâmetro) que se formam pela fragmentação progressiva de detritos plásticos maiores ou todos os restantes que já de origem são fabricadas diretamente como fragmentos de tamanho pequeno (Rhodes, 2018) como sejam, por exemplo, as produzidas e descartadas nas águas de lavagens de fibras têxteis de poliéster. Inúmeros estudos como o dos autores (Desforges, Galbraith, Dangerfield, & Ross, 2014) já tentaram estimar o impacto dos plásticos na vida marinha, pois a sua toxicidade é preocupante, inclusive para seres humanos. De facto, foi relatado que as águas potáveis de 14 países de cinco continentes já contêm partículas microplásticas (Kosuth, Mason & Wattenberg, 2018), embora essa avaliação se encontre ainda em debate (Koelmans *et al.*, 2019). Os microplásticos podem ser ainda ingeridos por *taxa* de zooplâncton e transferidos para a cadeia alimentar, que também são diretamente ingeridos por peixes marinhos (Herrera *et al.*, 2019) e incluindo os consumidores de topo, como seres humanos (Mouchi *et al.*, 2019), em fenómenos de bioacumulação e bioamplificação.

1.2.3 Exploração de Hidrocarbonetos (Extração/Transporte)

Os óleos brutos contendo moléculas grandes e pesadas de hidrocarbonetos com comprimento de 5 a 40 carbonos não se dissolvem rapidamente na água (Rousi & Kankaanpää, 2012). Os componentes mais tóxicos dos óleos brutos são os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP's), muitos dos quais possuem propriedades mutagénicas e/ou carcinogénicas (Reunamo *et al.*, 2013). Além disso, as propriedades químicas e físicas destes compostos, como o petróleo, p.e., começam a mudar quando entram no mar e sofrem o chamado intemperismo. Inicialmente, o óleo espalha-se na superfície da água, formando uma película fina. Alguns dos compostos oleosos evaporam,

outros dissolvem-se e outros formam emulsões. As ondas contribuem para que o óleo se misture na coluna de água. À medida que as gotas de óleo se agregam, as manchas de óleo também podem afundar e ser depositadas no fundo do mar (sedimentação). A viscosidade e o comportamento do óleo são muito afetados pela temperatura ambiente, na medida em que temperaturas mais altas aceleram a vaporização, dissolução e biodegradação dos compostos de óleo (Rousi & Kankaanpää, 2012).

A persistência mais longa de um derrame de óleo foi encontrada em sedimentos moles e em margens protegidas contra fortes ventos e ondas. Em geral, promontórios rochosos são rapidamente limpos por ações de ondas e marés. Contudo, a contaminação de sedimentos por óleo pode ser muito duradoura e ter efeitos nefastos a longo prazo, sobretudo em organismos bentônicos (Jørgensen *et al.*, 2019). No caso de um derrame de óleo a nível superficial das águas do mar, as aves marinhas estão entre os grupos de animais mais vulneráveis (Troisi, Barton & Bexton, 2016). Mesmo pequenas quantidades de óleo fresco podem ter efeitos letais sobre estas, destruindo a impermeabilização da sua plumagem, levando à perda de isolamento, flutuabilidade e dando origem a uma morte rápida por hipotermia, fome ou afogamento. No Ártico, estes impactos são intensificados, pois a água fria leva mais rapidamente à hipotermia e também o óleo derramado pode ficar conservado na camada de gelo de várias maneiras. Prevê-se que esta preservação reduza a natural evaporação, dissolução e degradação do mesmo. Isso também implica que o óleo reterá grande parte da sua potencial toxicidade após a sua libertação pelo degelo (Sipelgas & Uiboupin, 2007).

Hoje em dia, são aplicados diferentes métodos de resposta para remoção de óleo, a fim de minimizar as consequências ambientais dos derrames. Relativamente aos equipamentos mecânicos, os escoadores oleofílicos são o tipo mais usado. Quando empregues em larga escala, o método de recuperação mecânica pode ser muito demorado e caro devido às baixas taxas de recuperação (Jørgensen *et al.*, 2019).

A queima *in situ*, onde uma mancha de óleo é inflamada e queimada de maneira controlada, é considerado um método de resposta com alto potencial de remoção em regiões frias como as do Ártico (Fritt-Rasmussen *et al.*, 2013). O uso de produtos químicos dispersantes visa aumentar o potencial natural de remoção de óleo da superfície do mar, dispersando-o na coluna de água (Nørregaard *et al.*, 2015). Este método de resposta a derrames de óleo foi o principal método usado durante o acidente de explosão do *Deepwater Horizon* a bordo de uma plataforma de perfuração de petróleo no Golfo do México. No entanto, não há muita experiência sobre a efetividade e o efeito posterior do uso de dispersantes na região do Ártico e sua integração no ecossistema. Atualmente, os dispersantes não são usados no

Mar Báltico, por exemplo, por não serem recomendados pela Comissão de Helsínquia (HELCOM) (Jørgensen *et al.*, 2019). Em Portugal foram feitas algumas tentativas de exploração de petróleo, combatidas pela Plataforma Algarve livre de Petróleo (<https://www.palp.pt>), pela ameaça que a exploração poderia representar para esta região com elevado índice sísmológico e resultando num aumento de poluição.

1.2.4 Tráfego Marítimo e Turismo

Alguns impactos turísticos na saúde dos ecossistemas marinhos passam pela pressão local de sobrecarga no uso dos recursos locais (onde se insere o consumo excessivo de peixes nessas faixas litorais, pelo comportamento inconsciente e prejudicial por parte de agentes de turismo (pesca desportiva, viagens de lazer, grupos de mergulho, etc.). Estes são parcialmente responsáveis por perdas resultantes do aumento da sedimentação, tráfego marinho, descargas de esgotos, sobrecarga de resíduos sólidos, uso insustentável de energia ou quaisquer outros impactos relacionados ao desenvolvimento costeiro. A indústria hoteleira atual de Palau (perto da Polinésia) acomoda principalmente viajantes de baixo orçamento. Garantir que a mudança para turistas sofisticados seja bem-sucedida conforme exigido pela estratégia do Presidente, ou noutros países com extensas áreas costeiras, provavelmente exigirá novos desenvolvimentos que atendam adequadamente às necessidades e gostos do mercado (Wabnitz, Cisneros-Montemayor, Hanich & Ota, 2018), o que aumentará consideravelmente a pressão sobre as águas oceânicas locais. Este é um problema identificado em todas as regiões de elevada procura turística, mesmo algumas ocidentais com diferente tipologia de visitantes, como seja o Algarve (Portugal).

O tráfego marítimo nos oceanos do mundo também tem vindo a aumentar. Isso inclui embarcações que variam desde pequenos barcos a grandes navios. Os navios comerciais estão a aumentar em número e tamanho, ligados ao crescimento económico geral de 53 países segundo a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (Leadley *et al.*, 2014). As descargas poluentes (vazamentos de combustível ou outros líquidos, descargas de lastro e/ou esgotos) e os ruídos produzidos são ações de elevado impacto sobre o ecossistema marinho.

O ruído de um navio é uma perda de energia através das hélices, apêndices ou cavidades vibrantes são um risco estrutural (Spence *et al.*, 2007); portanto, existe um incentivo natural para a indústria naval manter as suas embarcações e reduzir o ruído (Leaper, Renilson & Ryan, 2014). Segundo estes autores, a redução do ruído dos navios por razões ambientais também está na agenda da Organização Marítima Internacional (OMI), que publica

diretrizes sobre tecnologias e métodos de aclamação para embarcações recém-construídas e existentes. Embarcações particularmente silenciosas foram projetadas para aplicações de defesa e pesquisa, demonstrando que são possíveis reduções significativas na pegada sonora de um navio (Erbe *et al.*, 2019).

No entanto, e como referem todos os autores anteriores, foi ao conjunto de um aumento da consciencialização, o aprimoramento da tecnologia, o aumento da disponibilidade de fluxos de dados multivariáveis e aos avanços analíticos que se começou a fornecer o contexto necessário para as avaliações de impacto ambiental.

1.2.5 Acidificação dos Oceanos

As emissões antropogénicas dos gases com efeito de estufa resultaram em mudanças profundas nas propriedades físicas e químicas do oceano, que têm sérias implicações para as espécies marinhas, com riscos concomitantes para as indústrias dependentes dessas mesmas espécies (Poloczanska *et al.*, 2016).

O aumento dos níveis de CO₂ atmosférico, por exemplo, e a sua rápida dissolução na água do mar por reações químicas naturais (CO₂ + H₂O — H₂CO₃ — HCO₃⁻ + H⁺), levam a uma acidificação do meio envolvente, não permitindo a formação/estabilização do carbonato de cálcio (CaCO₃) essencial à formação de exosqueletos de inúmeros organismos marinhos (como carapaças de foraminíferos e cocolitofórideos), crustáceos, moluscos de concha, entre vários outros como sejam os corais (Moel *et al.*, 2009). Estes últimos, para além do *stress* derivado da acidificação, também se podem alterar conforme mudanças de temperatura da água, turbidez e exposição exacerbada à luz solar. Os mais resistentes a estas alterações após fenómenos de branqueamento, poderão ser ótimos bioindicadores de locais menos vulneráveis ao aquecimento global (Guest *et al.*, 2012), informação útil para gestão de recursos marinhos.

1.2.6 Centrais Nucleares

Uma vez mais, há a necessidade em investir e encontrar alternativas a combustíveis fósseis, sendo que a hipótese de produção de energia nuclear surge frequentemente em cima da mesa enquanto solução economicamente rentável.

A energia nuclear é considerada relativamente limpa em termos ambientais, quando comparada com outros métodos de produção de eletricidade. Isto aplica-se a todo o processo desde a extração de matéria-prima (urânio, cézio, entre outros elementos

químicos) até à gestão dos resíduos tóxicos produzidos em centrais nucleares. Estas últimas são fontes constantes e confiáveis de grandes quantidades de energia (Brown, 2019). Consomem combustível barato e abundante e não emitem dióxido de carbono (CO₂); é por isso que muitos especialistas citam a energia nuclear como um componente crítico de um futuro com baixo teor de carbono e são vistos como uma alternativa necessária para combater as mudanças climáticas.

No entanto, enquanto que o combustível é barato, construir uma central nuclear é um processo longo e caro, muitas vezes afetado por atrasos e incertezas. Além disso, é difícil selecionar a localização para edificar uma nova central nuclear, ou seja, são necessários terrenos próximos a fontes de água de resfriamento valiosos (Calmet & Bewers, 1991) e a objeção da comunidade local à construção pode ser extenuante. Por último, o público em vários países desenvolvidos perdeu a confiança na energia nuclear. Muitas pessoas para além dos sobreviventes ainda se lembram claramente do acidente de Chernobyl em Pripjat, na Ucrânia RSS, a 26 de abril de 1986 (Brown, 2019) ou do complexo nuclear de Fukushima no Japão, quando um terremoto criou um tsunami que inundou a instalação em 2011 (Buongiorno *et al.*, 2014). Isto nunca afeta só uma região, mas também um número elevadíssimo de espécies, zonas naturais ou de habitação e ao largo uma vez que a poluição radioativa é veiculada por correntes de água ou vento.

1.3 'Espécies-Bandeira'

Uma espécie-bandeira ou "emblemática" é uma designação muito comum em campos como Biologia da Conservação, onde uma espécie selecionada atuará como embaixador, ícone ou símbolo de um *habitat*, questão ambiental, campanha ou causa. O objetivo final é impedir a extinção de espécies ameaçadas (Schlegel & Rupf, 2010). No caminho para a conservação dessas espécies, o estatuto de muitas outras espécies que compartilham o seu *habitat*, ou são vulneráveis às mesmas ameaças, também pode ser melhorado, ou seja, 'espécies-bandeira' podem passar a ser denominadas por 'espécies guarda-chuva'. As espécies emblemáticas são geralmente todas aquelas que podem ser consideradas maiores, "carismáticas", ou de alguma forma apresentem maior número de semelhanças com características/comportamentos humanos (Williams *et al.*, 2000).

A seleção de espécies-bandeira para usos de sensibilização ou consciencialização requer não apenas atenção às características biológicas das mesmas, mas também à sua distribuição geográfica e perfis socioculturais da região. Uma dada espécie pode sempre

ser selecionada para catalisar mais do que apenas uma ação dentro ou entre programas de conservação (Barua *et al.*, 2011).

1.4 Ilustração Científica

Desde cedo que o Homem se preocupa em entender o mundo que o rodeia, pois a sua sobrevivência depende disso (Correia, 2019). Manifestações artísticas denominadas pinturas rupestres e datadas com aproximadamente 15.000 anos a.C., correspondentes ao Paleolítico Superior, já demonstravam episódios de caça, animais e crenças religiosas, sendo consideradas como as primeiras ‘ilustrações científicas’ (Correia, 2012). Contudo, algumas das mais espantosas obras desta natureza exploratória estão intimamente ligadas ao mar. Desde o séc. XV que Portugal, enquanto potência náutica impulsionadora dos Descobrimientos, foi dos países que mais contribuiu para a expansão de uma nova profissão: a dos ilustradores (riscadores) naturalistas. Estes, sobretudo navegantes e cartógrafos, foram responsáveis pelo registo da realidade geográfica e posterior concretização das inestimáveis cartas de navegação marítima, de tal modo relevantes que passavam a constituir valiosos segredos da Coroa, guardados a sete chaves. Deste modo o Poder centrava-se na posse da informação e encontrava-se imerso na Imagem erigida (Correia & Farinha, 2005). Para além dos primevos mapas, várias ilustrações de fauna, flora e indígenas foram criadas estampas propositadas para mostrar descobertas dos mesmos em locais longínquos. Ilustrar com consciência e com intenção de comunicar e/ou registar conhecimento é assim uma prática que vigora desde antes da própria Ciência ter surgido como corpo de saber (Correia, 2019).

Uma Ilustração Científica (abreviada para a sigla IC neste trabalho) nada mais é que uma Imagem Útil, porquanto transmite uma mensagem ou parcela do conhecimento científico sob a forma de uma narrativa gráfica (visual). É, por isso, uma imagem credível dado que se baseia em factos verídicos provenientes da experimentação, observação e interpretação científicas e que é validada pelo conhecimento científico à data. Da Ciência herdou os métodos, os protocolos, o culto pelo rigor e o desejo nato de explicação; da Arte, o entusiasmo e curiosidade sobre tudo o que ao olhar gera impacto visual, apela e estimula as sensações. De ambas, compreende a necessidade de ser criativa e universal, procurando ser acessível ou passível de ser entendida e utilizada por todos em qualquer parte do mundo, como referiu Fernando Correia (com. pessoal, 2011), docente do Dep. de Biologia e coordenador da implantação do Curso de Formação em Ilustração Científica (CFIC) na Universidade de Aveiro (UA). O processo de criação de uma IC é uma incessante

busca da Universalidade, eliminando obstáculos à passagem do Conhecimento pelos vários setores sociais a que se destina (Correia & Farinha, 2005); do Imediatismo, em que é possível decodificar a mensagem traduzida em imagem na ausência de tradutores/tutores; e da Comunicação, criando canais que facilitem a troca de informação e capazes de incrementar o progresso científico (Correia, 2011).

As Ilustrações Científicas respeitam sempre três premissas basilares e simultâneas:

- Compilar e informar, pois reúnem em si mesmas a informação de forma objetiva, clara e precisa;
- Transmitir, sendo capazes de veicular a mensagem científica a desconhecedores do assunto;
- Estimular, criando no receptor a empatia sensorial necessária para fomentar a apreciação deste registo imagético, promovendo a percepção dos seus códigos gráficos e agilizando os processos de decifrar e apreender o conhecimento nelas contido (Correia, 2019).

1.4.1 Painéis informativos

De uma forma simplificada, uma Imagem pode ser considerada como toda e qualquer representação visual de um modelo (um corpo orgânico, ou mineral) ou de uma ideia (Correia, 2019). As imagens ou elementos visuais podem ser dispostos em conjunto ou integrados e interligados entre si, reunidos num mesmo suporte, onde a sua disposição organizada no espaço disponível gera, portanto, um *layout* ou composição (Hodges, 2003). Composições paisagistas recriam situações reais que poderão hipoteticamente ser observadas nalgum episódio de vida, estimulando a natural curiosidade de um indivíduo que parta à descoberta do espaço envolvente – ou são imagens evocativas, isto é, que despertam memórias (de viagens, expedições, entre outros exemplos). Ao mesmo tempo, este tipo de ilustrações transmite de forma subliminar os princípios e o trabalho científico que estiveram na génese da sua elaboração (Correia, 2012).

Para a sua concretização, podem-se recorrer a várias técnicas¹ de expressão plásticas capazes de materializar uma imagem ou criar uma ilustração científica, desde as técnicas

¹ Neste trabalho não constam todas as técnicas de Ilustração Científica. Para maior esclarecimento das mesmas aconselha-se a consulta da obra '*The Guild Handbook of Scientific Illustration*', editada por (Hodges, 2003).

digitais às mais tradicionais e conhecidas como: Grafite, Tinta-da-China, a Cores e Técnica Mista. Existe também uma ampla variedade de materiais para colorir, que vão desde os comuns lápis de cor, lápis de cera e pastéis (seco ou a óleo) – estes para riscar — até aos pigmentos naturais adicionados a excipientes que servem de veículo e com diferentes propriedades, servindo para tintar — aguarelas transparentes e as opacas (guaches e/ou têmperas), as anilinas (ecolines), os óleos e acrílicos (Hodges, 1989). Neste trabalho recorreu-se à plasticidade das técnicas mistas.

1.5 Objetivos

Dado que este trabalho é o resultado da sinergia alicerçada entre os promotores e tutores do parque aquático do Zoomarine (Algarve) e os do Laboratório de Ilustração Científica (LIC) do dbio-UA — o primeiro enquanto detentor de conhecimento científico, o segundo enquanto estruturante do mesmo em imagem desenhada — esta conduz todos os esforços para o objetivo principal seja o da: DIFUSÃO de segmento do conhecimento científico adquirido ao longo do projeto; DISSEMINAR (com cientistas/investigadores) e DIVULGAR (ao grande público da sociedade em geral) tendo como veículo do discurso científico a produção de Ilustrações Científicas.

De um conjunto maior foram criteriosamente selecionadas 10 espécies marinhas relevantes a nível ecológico e socioeconómico que ocorrem no ecossistema do Sado. A composição final que irá estar patente num painel a elaborar corresponde a um possível modelo demonstrativo de um estuário categorizado como *habitat* sob pressão da atividade humana — a qual será reforçada em imagem.

O painel pretende ainda revelar algumas características geológicas do local, para além de evidenciar a diversidade de espécies que aí se podem encontrar enquanto comunidade e a sua integração no biótopo (biocenose e nichos ecológicos).

Para além disso, o modo de representação da distribuição das espécies no seu meio ambiente poderá fornecer informação crucial acerca das suas interações, sejam elas interespecíficas (entre espécies diferentes) ou com o espaço envolvente (*habitat*), pelo que esta poderá ser valorizada e estimular a curiosidade intrínseca do público-alvo, sensibilizando-o para a conservação do meio ambiente e seus intervenientes.

Por este último motivo, este trabalho almeja poder despertar a consciência do leitor/público-alvo para a necessidade da descoberta e preservação dos valores Naturais que ainda nos restam. Não podemos esquecer que a Vida é uma delicada e intrincada rede de interações entre seres vivos e ambiente em que se influenciam mutuamente e dos quais todos

dependem de todos. Por este motivo, houve uma tentativa de fornecer informação sobre os impactos antropogénicos e sugestões de ações passíveis de concretizar atualmente para atenuar os mesmos, equilibrando o ritmo e a forma como interagimos com o meio ambiente.

2. MATERIAIS, TÉCNICAS E METODOLOGIAS

2.1 Materiais e Técnicas²

Para as artes finais de cada ilustração científica individual neste trabalho foram utilizados vários materiais cuidadosamente selecionados para conseguir obter vários efeitos desejados nas artes finais, como seja as folhas de papel (*Lorenz Bell*, 250 g/m²) e ainda uma gama de riscadores policromáticos na forma de 120 lápis de cor aguareláveis *Carand'Ache* e um conjunto de aguarelas em meias pastilhas da *Daler Rowney* (Fig. 1-3).



Figura 1- Bloco de 50 folhas de cartolina A3, papel *Lorenz Bell*, 297x420 mm, 250g/m² (2020).



Figura 2- Caixa de 120 lápis de cor da *Carand'ache*, solúveis em água até ficarem aguarelas (2021).

² Todas as figuras apresentadas ao longo do conteúdo são da própria autora e encontram-se sob os direitos reservados pela Universidade de Aveiro.



Figura 3 - Set de aguarelas em pastilhas *Aquafine* em kit de viagem (2019).

Desenhos preliminares, como esboços ou rascunhos, que serviram de ensaios gráficos até se obter a forma base que serão utilizados nas artes finais foram executados com vários materiais, de diferentes naturezas conforme descritos na Figura 4.



Figura 4 - Da esquerda para a direita: máscara para aguarelas; set de aguarelas *Shmincke-Akademie Aquarell*; pincéis da marca *Winsor & Newton UNIVERSITY Series 233 England* (n.o 1) e *Van Gogh - Royal Talens* (n.os 0, 2 e 6); paleta de aguarelas; régua de 13 centímetros e compasso; bloco de 50 folhas de papel vegetal (90 g/m²), um lápis de grafite HB, afiadeira *Faber-Castle* e borracha branca *Steadler*.

Para elaborar a paisagem da composição final efetuaram-se várias deslocções ao local, tendo sido realizado um estudo prévio de condicionantes externas tais como dia, hora, melhor área e ângulo para fotografar, tendo em conta luz e sombra naturais (Fig. 5). Outros fatores que foi necessário respeitar e ter em conta neste tipo de atividade foram as restrições vigentes de circulação rodoviária, pois o trabalho foi realizado em altura de confinamento obrigatório face a CoViD-19 (Birbir, 2021).

Por esses motivos era impensável realizar uma viagem sem as devidas precauções higieno-sanitárias, exigindo-se um apurado planeamento e conhecimento da topografia geológica da zona para evitar também, quer invasões de propriedades privadas, quer

perturbações da fauna e flora locais. Estas deslocações foram realizadas respeitando o aconselhado em saídas de campo: acompanhamento por uma ou duas pessoas no máximo e a certificação do estado de utilização do equipamento necessário.



Figura 5 - Referência fotográfica da experiência pessoal do autor na Praia do Creiro em Setúbal, para efeitos de registo de atividade e posterior elaboração do relatório deste projeto (outubro de 2019).

Uma máquina fotográfica guarnecida de um cartão de memória de 16 GB, montada num tripé foi o essencial para a captura de imagens de boa qualidade, tanto de perto como de longe alcance, que serviram de referências base da paisagem para a concretização da composição final (Fig. 6).



Figura 6 - Máquina Fotográfica Sony (DSC-HX300 câmara compacta com zoom ótico de 50x); cartão microSD Sandisk de 16 GB com adaptador e tripé acessório.

2.2 Recolha de informação

Inicialmente foram criteriosamente selecionados 16 exemplares de espécies marinhas diferentes, importantes a nível ecológico e socioeconómico; desta 1ª seleção resultou a seleção de 12 espécies mais relevantes que foram ilustradas e descritas na Tabela 1. Posteriormente, apenas 10 das 12 integraram uma paisagem naturalista representativa de um ecossistema estuarino particular (Estuário do Sado).

Tabela 1 - Lista das 12 espécies marinhas representadas individualmente nos resultados finais sob a forma de Ilustrações Científicas. As duas espécies-bandeira encontram-se destacadas sobre fundo a cinza claro.

Ilustrações Científicas				
Composição / Ecossistema	Mamíferos Marinhos	Peixes	Macroinvertebrados	Aves
Estuário	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>Hippocampus hippocampus</i>	<i>Catostylus tagi</i>	<i>Larus argentatus</i>
	<i>Delphinus delphis</i>	<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Physalia physalis</i>	<i>Phalacrocorax carbo</i>
		<i>Scyliorhinus stellaris</i>	<i>Loligo vulgaris</i>	
			<i>Glaucus atlanticus</i>	
Recife de Coral*		<i>Phycodurus eques</i>		

* Ecossistema referido na Tabela 1 apenas para contextualização do resultado e discussão da Ilustração Científica.

Para elaborar uma ilustração científica com valor representativo é necessário executar determinadas etapas, capazes de conduzir o ilustrador ao seu objetivo de forma eficiente — evitar imagens de interpretação dúbia — segundo uma metodologia de sucessiva filtração e interpretação de informação relevante, de diferentes naturezas.

O processo varia conforme a espécie em estudo e a técnica selecionada, mas passa sempre pelo estudo prévio do organismo a representar (elaboração de uma *checklist* dos principais caracteres diagnosticantes capazes de promoverem uma identificação correta) e recolha de referências visuais. As referências ou características das espécies podem ser retiradas de observações no meio natural, indivíduos em cativeiro, cadáveres ou exemplares de museus, guias de campo, chaves de identificação dicotómica, fotografias, outras ilustrações científicas (Falcão, 2010) ou observação de *frames* em documentários gravados em vídeo.

Neste estudo foi realizada uma visita previamente marcada às instalações do Parque Aquático Zoomarine, em Albufeira, para poderem ser observadas diferentes espécies em cativeiro que integraram o painel final.

Os golfinhos, foram selecionados como uma das espécies-bandeira neste estudo, tendo sido extensivamente fotografados (Fig. 7) e estudados através de esboços preliminares obtidos a partir da observação direta destes animais (Fig. 8). Tudo isto sempre com o cuidado de não permanecer muito tempo por perto devido à perturbação ou estímulos naturais que os seres humanos possam gerar com a sua presença, independentemente dos animais estarem habituados ou não (Falcão, 2020). Quanto aos cavalos-marinhos, não só se recolheram fotografias de um exemplar museológico que se encontra preservado no Museu Marítimo de Ílhavo e Aquário dos Bacalhaus (Fig. 9), no distrito de Aveiro, como também se recorreu a informação outrora registada em saídas de campo na Ria Formosa realizadas pela autora, no Algarve (Quintanilha, 2012).



Figura 7 - Fotografias de indivíduos da espécie de Golfinho-roaz (*T. truncatus*), retiradas pela autora em 2011 e 2019, para obtenção de referências e informação científica por parte de especialistas.

MARIANA DA SILVA ALMEIDA DE QUINTANILHA

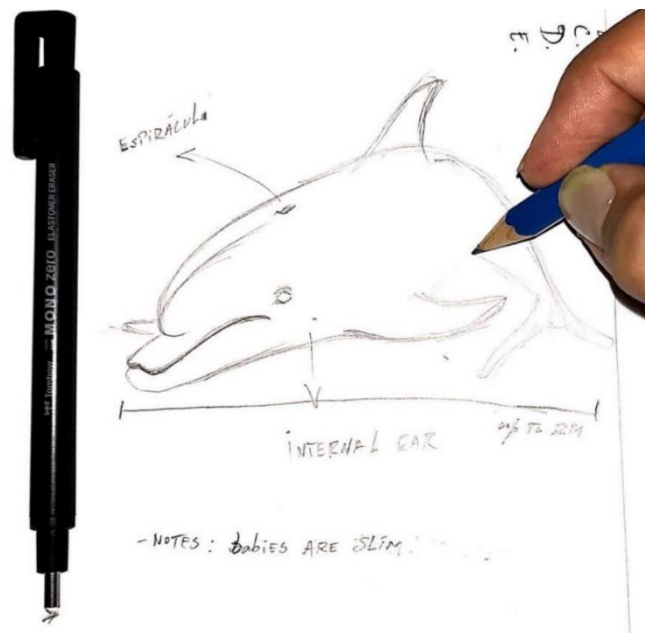


Figura 8 - Concretização de esboços preliminares a partir da observação direta dos animais, registrando toda a informação visual num bloco de notas acerca do seu comportamento como poses, forma de locomoção, interações dentro do grupo, entre outros aspetos singulares capazes de definir esta espécie.



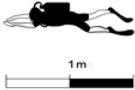
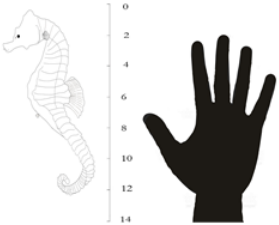


Figura 9 - Exemplar museológico da espécie de cavalo-marinho-de-focinho-curto (*H. hippocampus*) preservado no Museu Marítimo de Ílhavo e Aquário dos Bacalhaus. Referência fotográfica retirada a 2019.

2.3 Organização de informação – *Checklist* – para espécies-bandeira

Apenas depois de realizadas as observações *in situ*, contacto com especialistas, medições de estruturas corporais de cadáveres e recolha de fotografias da própria autora, ou minuciosamente seleccionadas da internet, foi feita uma compilação da informação que se obteve ao longo do estudo sob a forma de *checklist*, em tabelas de identificação animal. Para tal, seleccionaram-se apenas duas espécies-bandeira (do total das espécies propostas inicialmente) para representar um possível método de organização da informação recolhida numa forma simples numa folha de Excel, acessível e interativa demonstrada na Tabela 2.

Tabela 2 – Exemplo de organização da informação científica recolhida no início do projeto para a elaboração de uma lista de características diagnosticantes das espécies-bandeira - *Checklist*.

	Morfologia	Tipo/Forma	Número	Comprimento	Altura	Largura	Informação adicional
Golfinho-roaz-corvineiro <i>Tursiops truncatus</i>	Apêndices ou Barbatanas	Dorsal	1	*	27 cm	*	QRCode 
		Peitoral	2	*	*	*	
		Pélvica	0	*	*	*	
		Anal	0	*	*	*	
		Caudal	1	*	*	*	
	Cabeça	Olhos	2	*	*	*	
		Orifícios nasais	1	*	*	*	
		Boca	1	*	*	*	
		Focinho	1	*	*	*	
		Ouvido interno	2	*	*	*	
	Corpo/Tronco	Pretuberâncias	0	*	*	*	
		Pele lisa	*	*	*	*	
	Cauda	Sem pêlos	*	*	*	*	1m
		Torpedo	1	2 m	*	*	
		Propulsor	*	*	*	*	
Triangular		1	*	*	*		
Cavalo-marinho <i>Hippocampus hippocampus</i>	Apêndices ou Barbatanas	Dorsal	1	*	*	*	QRCode (Colocar conforme página de interesse)
		Peitoral	2	*	*	*	
		Pélvica	1	*	*	*	
		Anal	0	*	*	*	
		Caudal	0	*	*	*	
	Cabeça	Olhos	2	*	*	*	
		Orifícios nasais	2	*	*	*	
		Boca	1	*	*	*	
		Focinho	1	*	*	*	
		Ouvido interno	?	*	*	*	
	Corpo	Pretuberâncias	13	*	*	*	
		Pele lisa	*	*	*	*	
		Anéis (tronco)	15	*	*	*	
		Anéis (totais)	45-50	*	*	*	
	Cauda	Preensil	1	*	*	*	

*Preencher dados conforme informação adquirida em textos científicos ou de especialistas com experiência na área e espécies de interesse.

Tendo em conta princípios de biologia acerca da divisão morfológica das espécies em estudo, os indivíduos foram segmentados nas suas partes corporais mais abrangentes como cabeça, corpo/tronco e cauda. Uma vez que se tratam de peixe e mamífero marinhos, destacaram-se também as características diagnosticantes comuns a ambos como as barbatanas. Predispôs-se ainda um QRcode no canto superior direito da tabela, como se pode observar na mesma, de forma a condicionar informação adicional caso necessária.

2.4 Escalas em Ilustração Científica

A escala métrica, em Ilustração Científica, é um referencial essencial para perceção da relação do tamanho real dum modelo em estudo, relacionando com as dimensões da sua representação gráfica (Hodges, 2003). O tamanho original de alguns dos organismos marinhos em estudo, como um golfinho de 2 metros de comprimento, é superior ao de uma folha A4 (29cm x 21,7cm). Por isso as medidas reais foram criadas proporcionalmente segundo métodos de ampliação e/ou redução conforme a espécie, como se pode observar igualmente na Tabela 2. Também se optou por usar ícones de referência humana, como o mergulhador e a palma de uma mão, para demonstrar outras alternativas de representação de uma escala em IC (escala relacional). Deste modo, é sempre possível ilustrar e relacionar qualquer tipo de organismo com outros, independentemente do seu tamanho real (1:1) e da dimensão em que foi efetivamente representado.

2.5 Preparação das imagens (fotografias e pose)

Selecionaram-se as melhores fotografias representativas dos espécimes em poses típicas dos comportamentos da espécie em causa, tal como se fossem observadas de forma não intrusiva no seu *habitat* natural. Após esta seleção prévia utilizaram-se programas gráficos



Figura 10 - Construção de um 'arquetipo' representativo da espécie em estudo através da montagem de várias referências fotográficas em programas de manipulação de imagem, como Adobe Photoshop, sendo também necessário conhecimentos de ecologia e comportamento animal

de manipulação e tratamento de imagem, como o Adobe Photoshop, cujo através de cortes e montagens de seleções obtidas em imagens diferentes se conseguiu construir um arquétipo representativo das espécies em estudo, como se pode observar na Fig. 10, com um exemplar de um golfinho-roaz corvineiro.

2.6 Estudos de luz, pose e sombra (ensaios gráficos)

Realizou-se uma visita ao parque aquático Zoomarine, em Albufeira no Algarve, onde se encontravam alguns dos animais em cativeiro e delinearam-se os primeiros esboços dos organismos representativos da espécie-bandeira selecionada. Desta experiência retiraram-se apontamentos do comportamento dos golfinhos como poses, forma de locomoção, interações dentro do grupo, entre outros aspetos singulares que definem esta espécie. Assim, registou-se toda a informação de forma gráfica e de forma descritiva em folhas brancas, com o auxílio de um lápis de grafite HB e uma borracha branca representados na Fig. 8 mencionada anteriormente.

Para estudar os efeitos de luz incidente e sua ausência (sombra) sobre o modelo, codificou-se o branco do papel como luz e o cinzento do lápis de grafite, mais ou menos carregado como sombra e foi feito um sombreamento com uma gama de lápis de grafite entre o H, HB, 2B e 4B (Fig. 11).



Figura 11 - Lápis de grafite com os diferentes graus de dureza determinante da qualidade do traço. Distintos pela letra 'H' (do inglês hard, que significa duro) e 'B' (Bold ou macio) (Hodges, 2003).

2.7 Métodos de Transferência

Um rascunho, ou esboço preliminar, não é mais do que um desenho inicial elaborado a grafite cujo objetivo é clarificar a construção de uma ideia ou *design* de um modelo. Foram feitos todos os ensaios e corrigidos todos os erros, planejando antecipadamente a ilustração para a execução da arte final decorrer sem falhas e de forma expedita.

Após escolhidas as duas espécies-bandeira da Tabela 1 para representar diferentes formas de aproximação gráfica ao modelo natural (arquétipo), optou-se por se restringir ao uso de apenas o lápis de grafite HB, uma borracha branca da marca *Faber-Castell* e uma afiadeira elétrica.

Neste estudo de caso, recorreu-se ao Método de Transferência Direta (Hodges, 2003) para obter os resultados da Figura 74. Este método baseia-se na transferência de um desenho com uma folha de papel vegetal, cuja translucidez permita traçar o esboço e repassá-lo posteriormente para uma outra folha ou superfície desejada, neste caso papel de cartolina A3, 297 mm x 420 mm, 250 g/m². Aconselha-se a criar três marcas de referência denominadas de 'miras' e representadas por (x), tanto no papel vegetal em que se encontra o rascunho como na cartolina. Deste modo, caso as folhas deslizem entre si, pode-se retomar o traço do modelo figurado graças a essa simples triangulação, sem perder tempo a encontrar a posição correta por ajuste de contornos (Fig. 12).

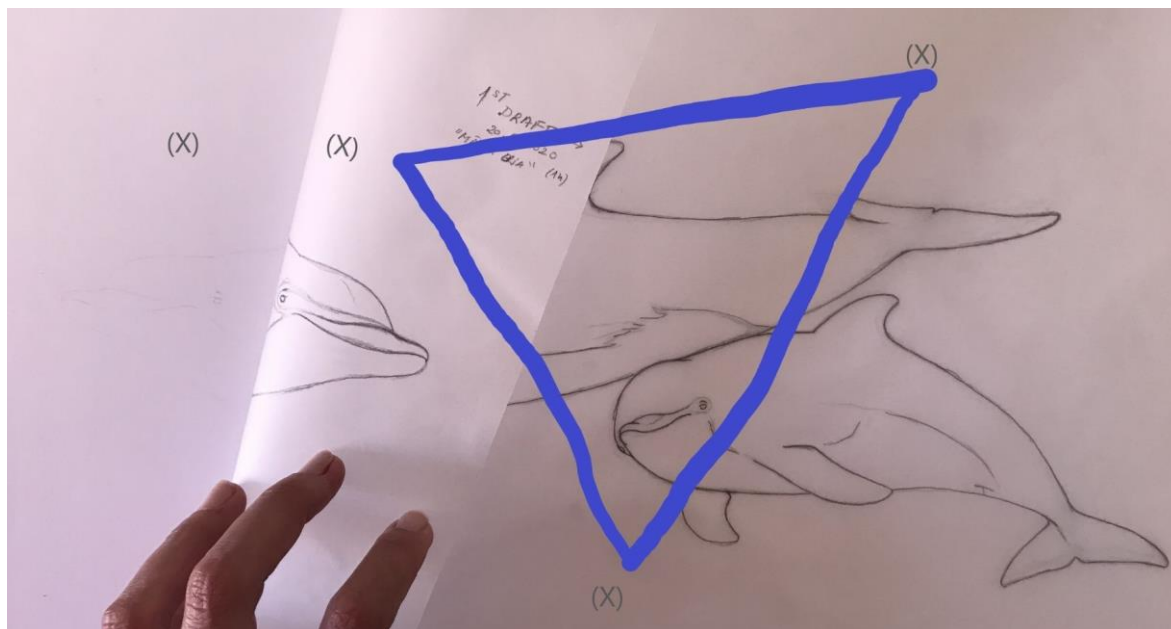


Figura 12 - Método de Transferência Direta utilizado para obtenção de esboços finais em folhas de papel vegetal (Hodges, 2003). Resultados originais demonstrados na Fig. 74.

Uma vez feitas as marcas e colocado o papel vegetal invertido, para que o lado com grafite fique em contacto direto e bem fixado à folha de papel de cartolina Bristol, decalca-se com o lápis sobre o desenho preliminar, permitindo que o pó da grafite seja transferido para essa mesma folha (Fig. 13). Na Figura 14, imediatamente a seguir, pode-se observar o resultado suave de toda a transferência do desenho.

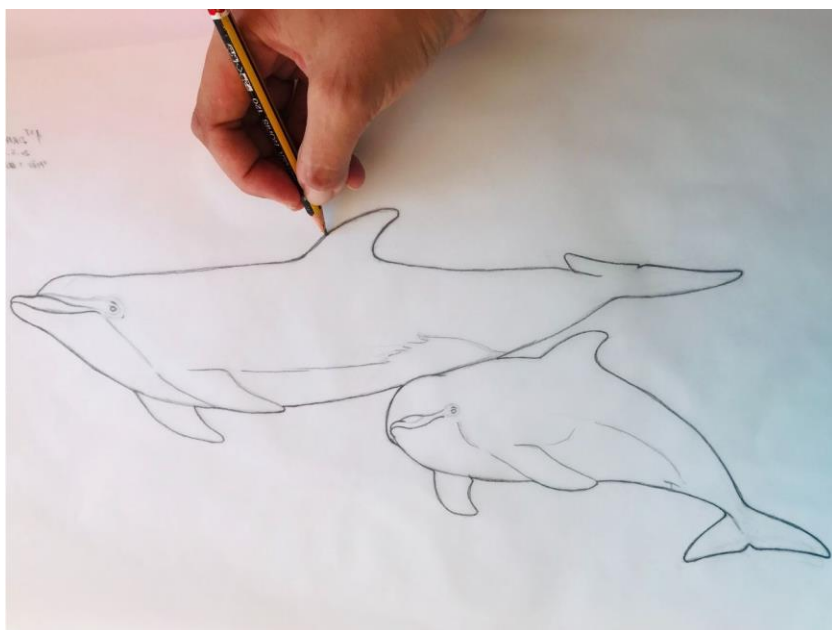


Figura 13 - Decalque na folha de papel vegetal sobre todos os traços do desenho para que a própria grafite do lado inverso se liberte sobre a folha onde efetivamente se apresentará o resultado final (Hodges, 2003).

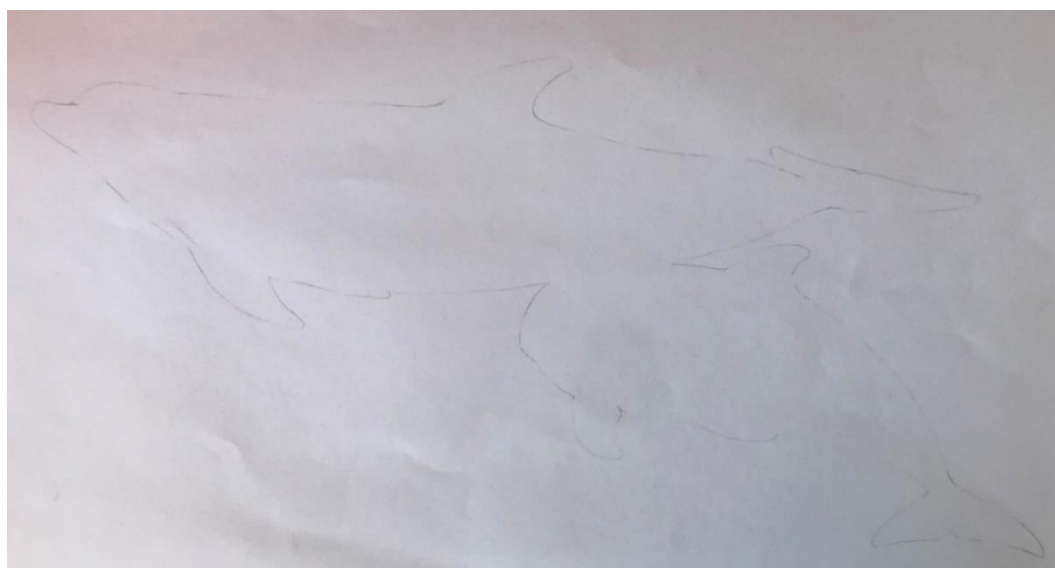


Figura 14 - Contornos leves da fêmea e cria, resultado do decalque da folha de papel vegetal sobre uma folha de papel branca, A3, 90 g/m².

Existem também papéis de grafite (Fig. 15) que simulam o papel químico de cópia e facilitam um pouco mais este processo, na medida em que se podem usar as fotografias de referência diretamente sobre o papel e decalcando a imagem à medida que o químico transfere para a cartolina. Este método foi utilizado para delinear o esboço do corvo-marinho (*Phalacrocorax carbo*) apresentado na Figura 16.



Figura 15 - Papel químico de cor amarela (havendo outras cores no mercado) utilizado no Método de Transferência Direta, cuja própria referência de um desenho ou fotografia é pressionada sobre o mesmo, ficando a imagem decalcada no suporte final pretendido (Hodges, 2003).

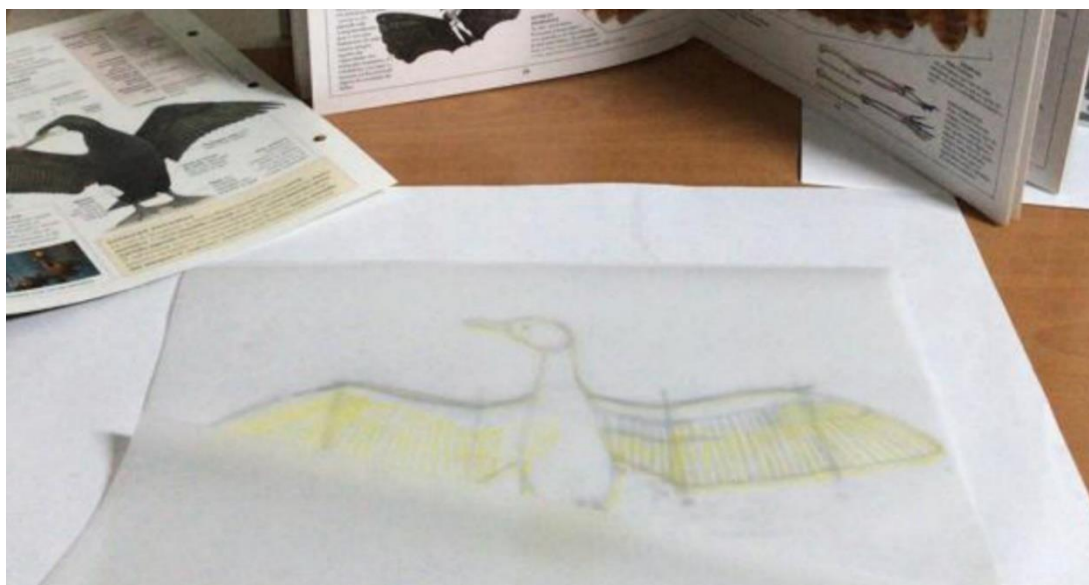


Figura 16 - Demonstração do resultado do Método de Transferência Direta após decalque do esboço de um corvo-marinho (*Phalacrocorax carbo*) sobre o papel de grafite amarelo.

2.8 Passo a passo³ do processo de Ilustração Científica de exemplares das espécies-bandeira:

2.8.1 Golfinho-roaz corvineiro (*Tursiops truncatus*)

Ensaio #1 - Técnica Digital

i) Desenho preliminar

Utilizando o resultado obtido na Figura 74 (A), introduziu-se a base dos dois Roazes Corvineiros (mãe e cria) na primeira camada de um *canvas* de tamanho A3 em Adobe Photoshop CC 2019. Estas bases poderão servir para posteriores ilustrações de outros projetos, pelo que se aconselha que estejam sempre bem definidas e com todo o rigor científico possível de ser apresentado numa imagem.

Pode-se verificar o resultado seguidamente na Figura 17.

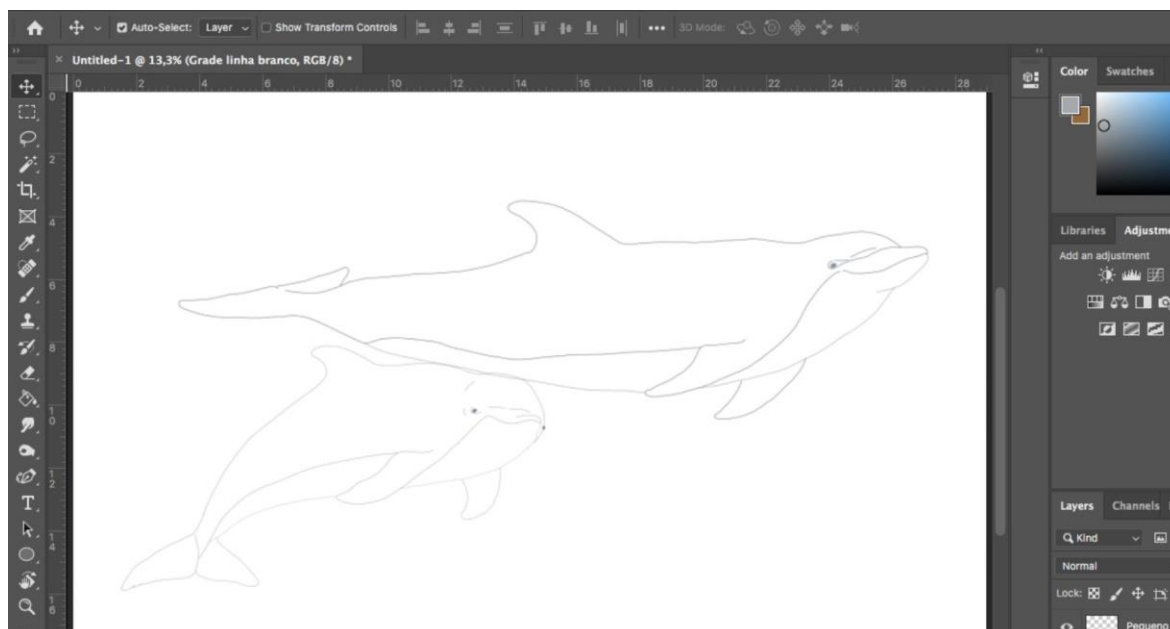


Figura 17 - Digitalização do preliminar final da mãe e cria de golfinhos-roazes colocada sobre um fundo branco de um *canvas* digital, 600dpi, RGB, 32 bits, 2D, APS.

ii) Coloração

Trabalhando camada sobre camada a adição de cor é feita por sobreposição e em modo crescente de intensidade e contraste (Figuras 18, 19 e 20).

Existe ainda a opção de se construir uma base monotonal cinzento-claro no corpo dos indivíduos e creme ou cinzento ainda mais claro na sua parte ventral, onde se trabalha a

³ Todos os resultados obtidos, tanto das obras de esboços finais como das Ilustrações Científicas individuais encontram-se arquivados fisicamente para consulta em Portfolio I e II, anexos A e B respetivamente.

volumetria para criar contrastes de luz e sombra de forma a oferecer volume ao objeto em estudo. Este método facilita nos passos seguintes de adição de cor, neste caso dos roazes, pois não é destrutivo: caso a cor alcançada não seja satisfatória, eliminam-se apenas as camadas de cor e a volumetria fica intacta.

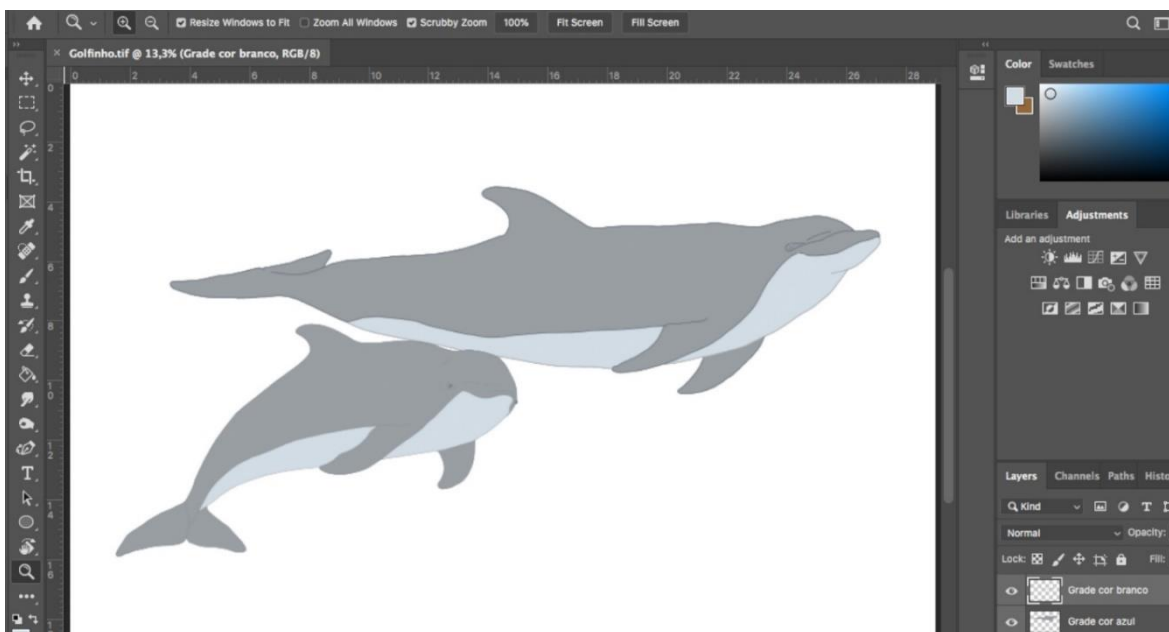


Figura 18 - Coloração de exemplar de mãe e cria (golfinhos-roazes) de acordo com a adição ou remoção de camadas em APS, sendo que a sequência será preenchimento de cor camada por camada. Camada base em *canvas* digital de fundo branco, 600dpi, RGB, 32 bits, 2D, APS.

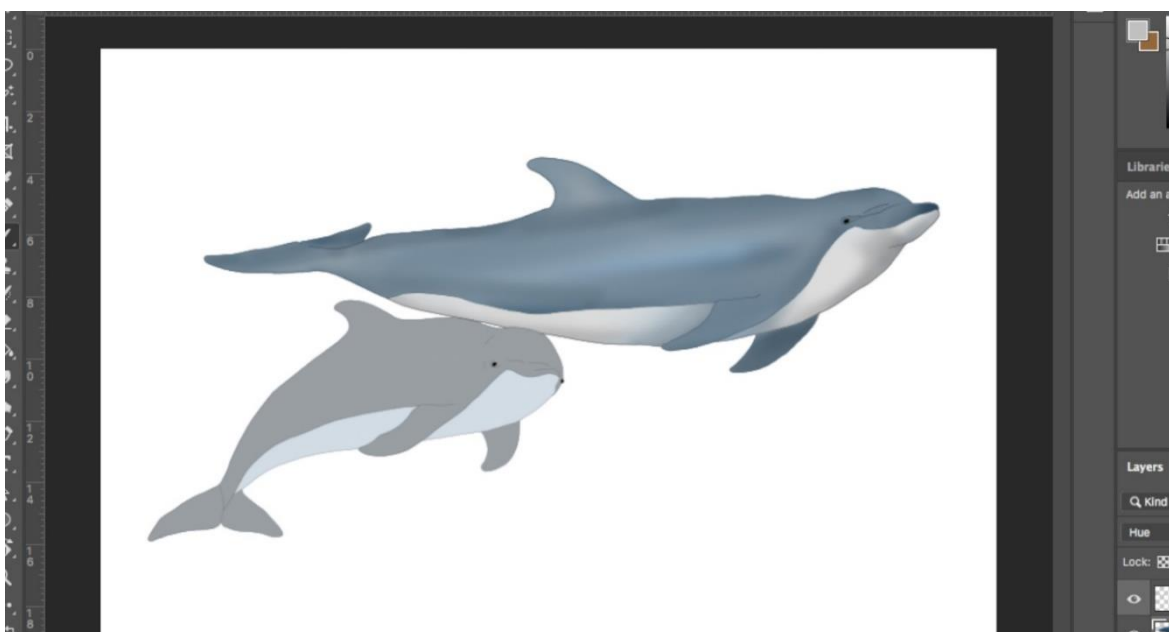


Figura 19 - Passo seguinte ao demonstrado na Fig. 18. Coloração da primeira camada após a base terminada em digital, 600dpi, RGB, 32 bits, 2D, APS.

A distribuição de diferentes cores dentro da gama dos cinzentos é um trabalho que segue a topografia volumétrica e eventuais padrões (Fig.19), com pincéis simples e já definidos pelo próprio programa de edição de imagem. Na Fig. 20, denotam-se já as características diagnosticantes da espécie, capazes de transmitir imensa informação científica ao leitor e determinar o acabamento definido pelo ilustrador.

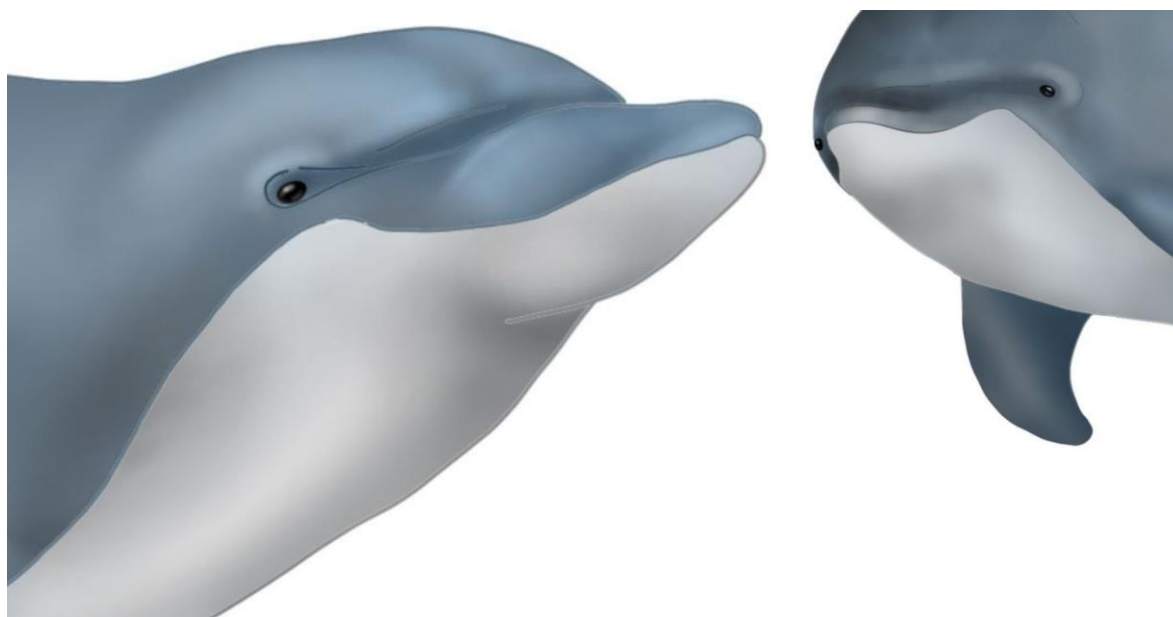


Figura 20 - Conclusão de pormenores da coloração e definição dos últimos detalhes das características diagnosticantes da espécie em estudo, 600dpi, RGB, 32 bits, 2D, APS.

Ensaio #2 - Técnica Analógica ou Tradicional

i) Esboços

Introduziu-se a fotografia de referência na primeira camada de um *canvas* de tamanho A3 em Adobe Photoshop CC 2019, para que esta pudesse ser manipulada posteriormente sem perder propriedades como a cor ao longo do tempo, guardando-se a mesma em formato JPEG (Fig. 21).

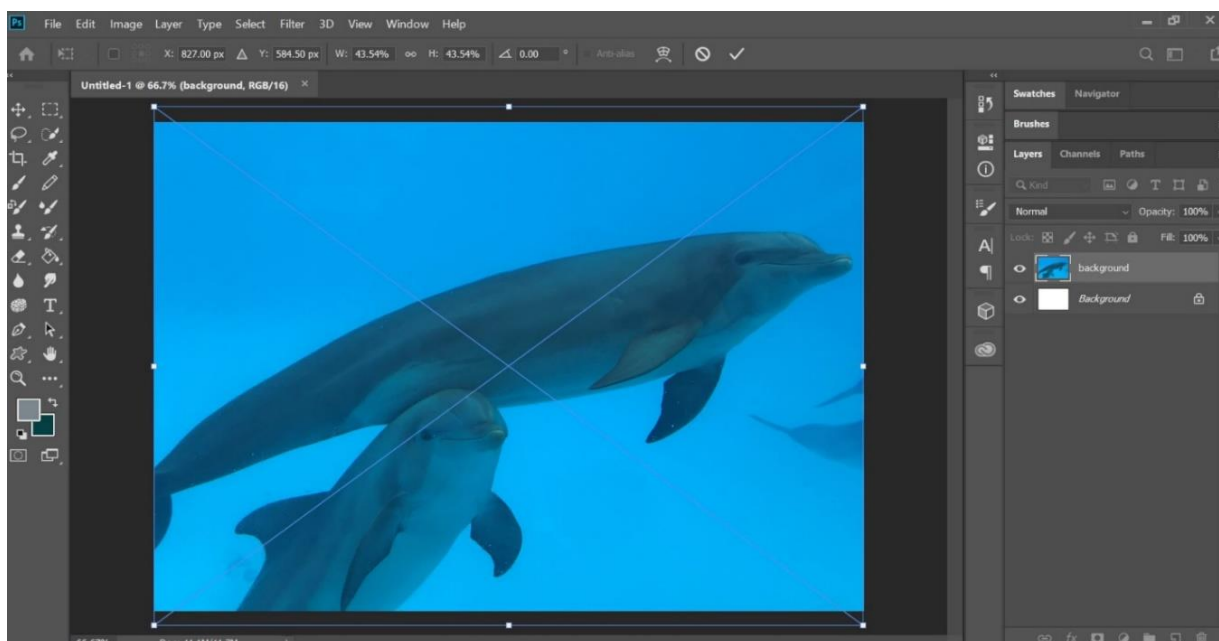


Figura 21 - Disposição de referências fotográficas de indivíduos da espécie de Golfinho-roaz (*T. truncatus*) sobre um *canvas* digital para iniciar os esboços com poses pretendidas e planejadas previamente.

Obedecendo a convenções ocidentais de IC, cuja incidência de luz sobre o organismo em estudo ocorre da esquerda para a direita, formando um ângulo de 45° partindo do canto superior esquerdo do *canvas*, colocou-se a referência com a cabeça dos golfinhos virada no sentido oposto (para a direita) para quando o desenho fosse transferido para uma folha de papel vegetal ficasse automaticamente na posição desejada (Fig. 22).

Após o decalque com um lápis de grafite HB no papel vegetal sobre a fotografia de referência, fica-se com a figura do desenho definida por contornos externos simples e suaves, como já referido na Fig.14 anteriormente, bem como características principais: olhos, dentes, língua, ouvidos, entre outros. Geralmente, cria-se um *passe-partout* ou escudo numa outra folha para proteger o desenho (Fig. 23).



Figura 22 - Folha de papel vegetal, 80g/m², tamanho A4 sobre a referência para iniciar um processo de transferência segundo o Método de Transferência Direto, descrito também por Hodges (2003).

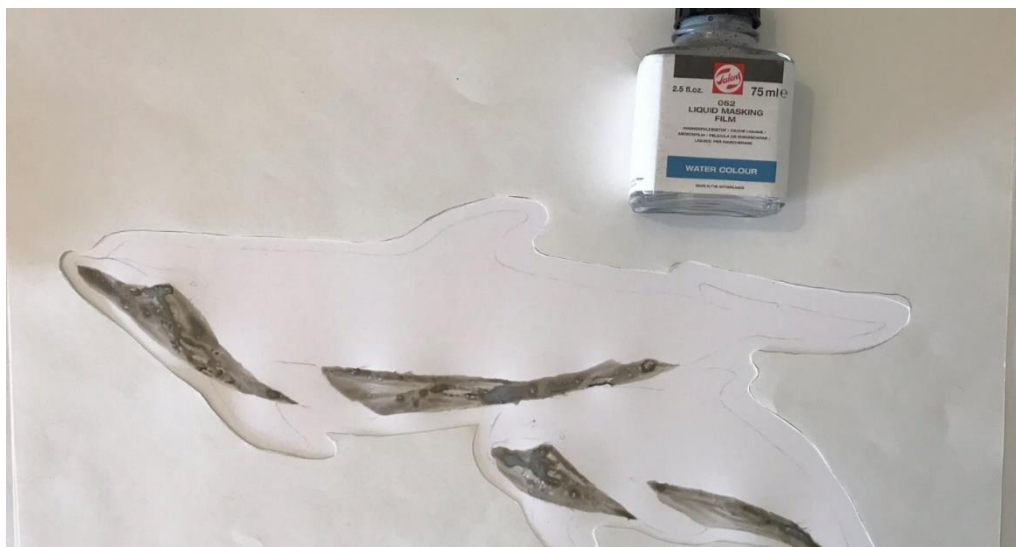


Figura 23 - Criação de um escudo e colocação de uma máscara líquida para proteção de restantes áreas que não se pretende colorir.

ii) Coloração

Tratando-se de uma técnica mista cuja base são puras aguarelas, optou-se por experimentar noutras folhas idênticas, mas de tamanho A4, misturar cores diferentes para obter as tonalidades pretendidas e que mais se assemelham a estes animais vivos no seu *habitat* selvagem.

Deste modo, obtiveram-se tonalidades distintas (Fig. 24), para se distinguir uma fêmea adulta de uma jovem cria.

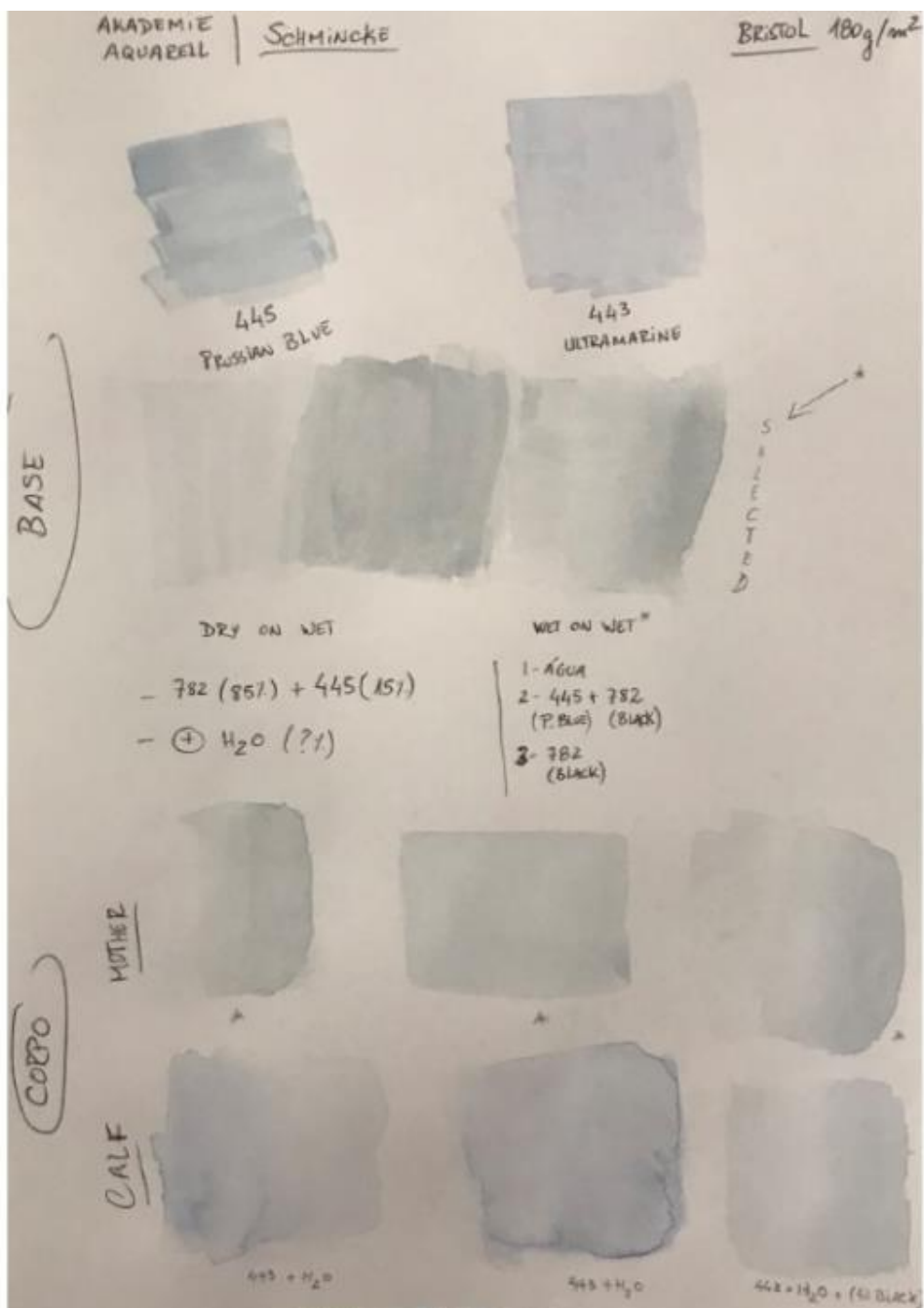


Figura 24 - Ensaios de coloração em Técnica de Aguarela para obter tonalidades idênticas de indivíduos da espécie de Golfinho-roaz (*T. truncatus*) de forma a poder concretizar as artes finais da mãe e cria.

Esboçou-se numa segunda folha A4, um grupo de três golfinhos para testar os resultados obtidos no passo anterior (Fig. 25).

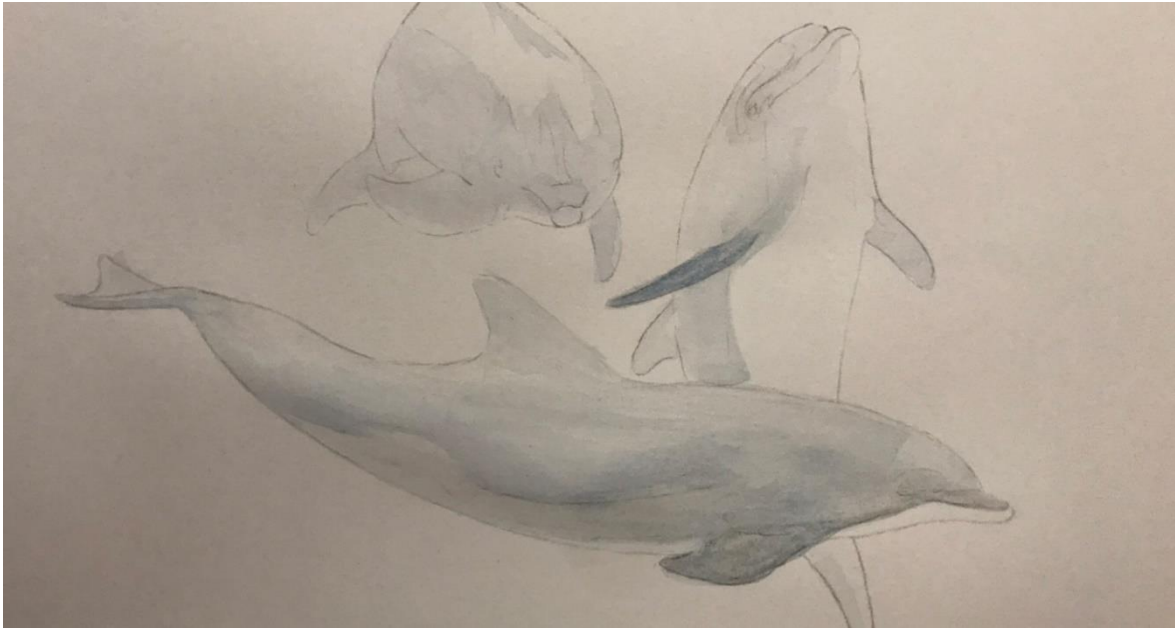


Figura 25 - Resultado prático dos ensaios de coloração em três exemplares de indivíduos da espécie de Golfinho-roaz (*T. truncatus*) (2019).

Na Fig. 26, a parte ventral dos golfinhos foi coberta por uma película, ou máscara protetora da folha do desenho (rever Fig. 23 para pormenores acerca do produto).

Concluindo a fase de coloração com os lápis de cor n.ºs 155, 402 e 005 (nesta sequência) sobre a base de aquarela, removeu-se a máscara, obtendo-se o resultado visível na Figura 27.



Figura 26 - Coloração de mãe e cria em Técnica Mista - lápis de cor sobre aquarela em cartolina A3, Bristol, 250g/m². Proteção da zona ventral dos organismos com fina película da máscara para aquarelas.

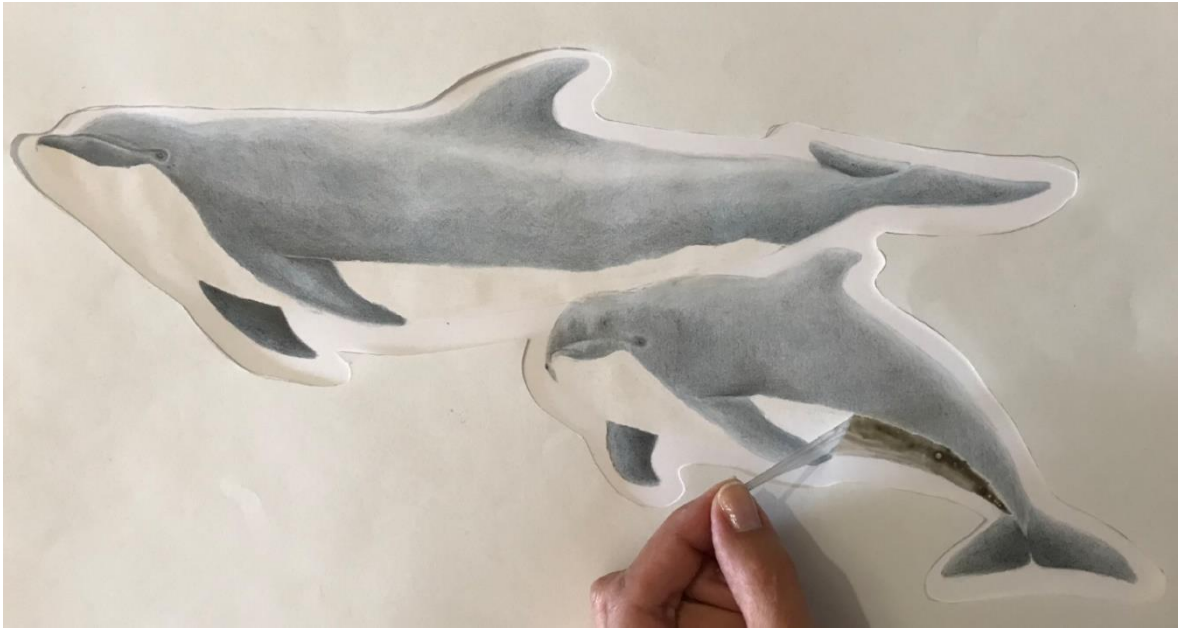


Figura 27 - Remoção da película de cada camada final e resultado da aplicação de máscara para aguarelas.

Para que a zona ventral não ficasse completamente branca e tão distinta na IC, coloriram-se determinadas zonas com lápis de cor cinza claro, acompanhando a forma do corpo do animal (Fig. 28). Finalizou-se a obra atenuando as zonas escuras para que áreas claras na superfície da pele e nos olhos sobressaíssem. Pode-se ver a arte final completa na Fig. 57 dos resultados.



Figura 28 - Acabamentos de sombreados nas áreas brancas da região dos ventres da mãe e cria de golfinhos-roazes (*T. truncatus*).

2.8.2 Cavalo-marinho-de-focinho-curto (*Hippocampus hippocampus*)

Ensaio #1 - Técnica Digital

i) Desenho preliminar

Com base em referências fotográficas e na descrição que consta para a espécie, registaram-se todas as características anatómicas externas importantes e essenciais a serem ilustradas. A melhor pose ou vista a ilustrar será determinada por duas condicionantes; aquela que traduz um comportamento da espécie e, simultaneamente, traduz uma síntese visual das características anteriormente selecionadas.

Neste estudo de caso, representou-se o organismo numa pose lateral, uma vez que esta exibe um maior número das características diagnosticáveis e possibilita uma rápida identificação da espécie.

Em seguida, utilizando o software Adobe Illustrator criou-se um *canvas* digital de fundo branco (equivalente a um A4) sobre o qual se começaram a desenhar as linhas principais da espécie (ex.: contorno corporal), procurando definir proporções e formas da mesma (Fig. 29).

Concluído o passo anterior, que cartografa as áreas a desenhar/pintar, adicionaram-se volumetrias, texturas, cores e todos os pormenores necessários para a representação da espécie, utilizando o *software* Adobe Photoshop. O resultado final desta etapa encontra-se apresentado na Figura 30.

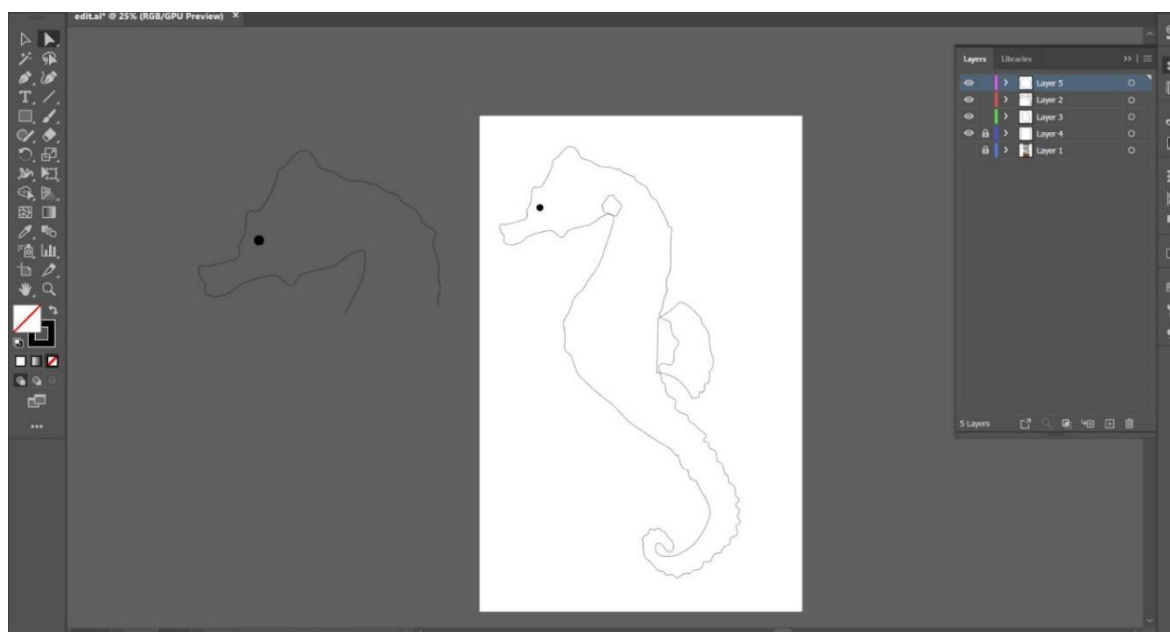


Figura 29 - Contorno corporal da forma de um cavalo-marinho-de-focinho-curto executado em formato vetorial em Adobe Illustrator (AI) sobre um *canvas* digital.



Figura 30 - Ensaios de coloração em Técnica Digital, 300dpi, RGB, 2D, APS, para concretizar a espécie de cavalo-marinho-de-focinho-curto. Resultado da última versão encontra-se na Figura 2 em Portfólio II, Anexo B.

Ensaio #2 - Técnica Analógica ou Tradicional

i) Esboço

Utilizando como base de referência a Fig. 29 do ensaio anterior, delinearão-se sob uma folha A4 os principais elementos característicos desta espécie de cavalo-marinho como: focinho, nariz, olho, coroa, bochecha, tronco (dividido em anéis), bolsa (presente apenas nos machos), cauda e número de raios moles em cada barbatana (peitoral, dorsal e anal), conforme apresentado na Fig. 31.

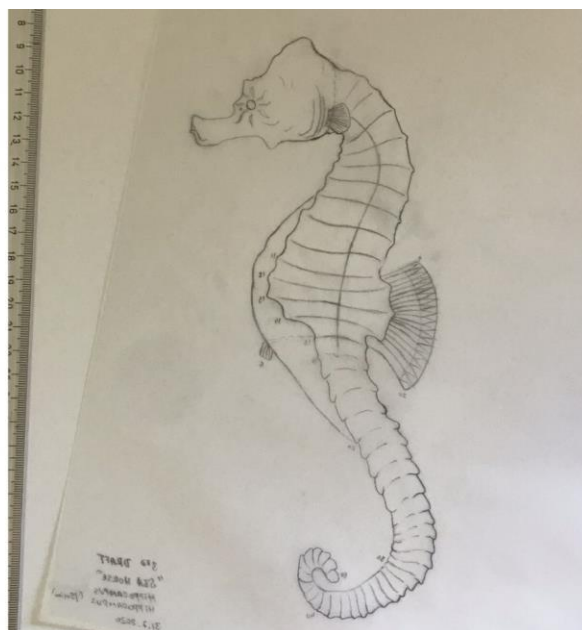


Figura 31 - Método de Transferência Indireta utilizado para obtenção deste esboço final, utilizando uma régua graduada para demonstração da escala.

Pormenores do Ensaio #2

a) Corpo

Numa folha de papel vegetal todo o corpo de um espécimen foi dividido em 50 linhas (anéis) distribuídas horizontalmente, de forma a acompanhar o movimento do tronco à cauda como se pode verificar pela Figura 31.

b) Barbatana peitoral

De acordo com medidas anotadas em *checklists* e atendendo à escala adotada, delinearam-se 15 raios moles no interior da barbatana peitoral, inserida na linha do opérculo, como se observa também na Fig. 31 supramencionada.

c) Barbatana dorsal

Para traçar os raios moles desta barbatana inseriu-se o 1º raio entre os anéis do corpo n.ºs 10 e 11, e o 20º raio entre os anéis n.ºs 14 e 15.

Todos os raios iniciam a sua bifurcação a cerca de 1/3 da barbatana dorsal (Fig. 32).

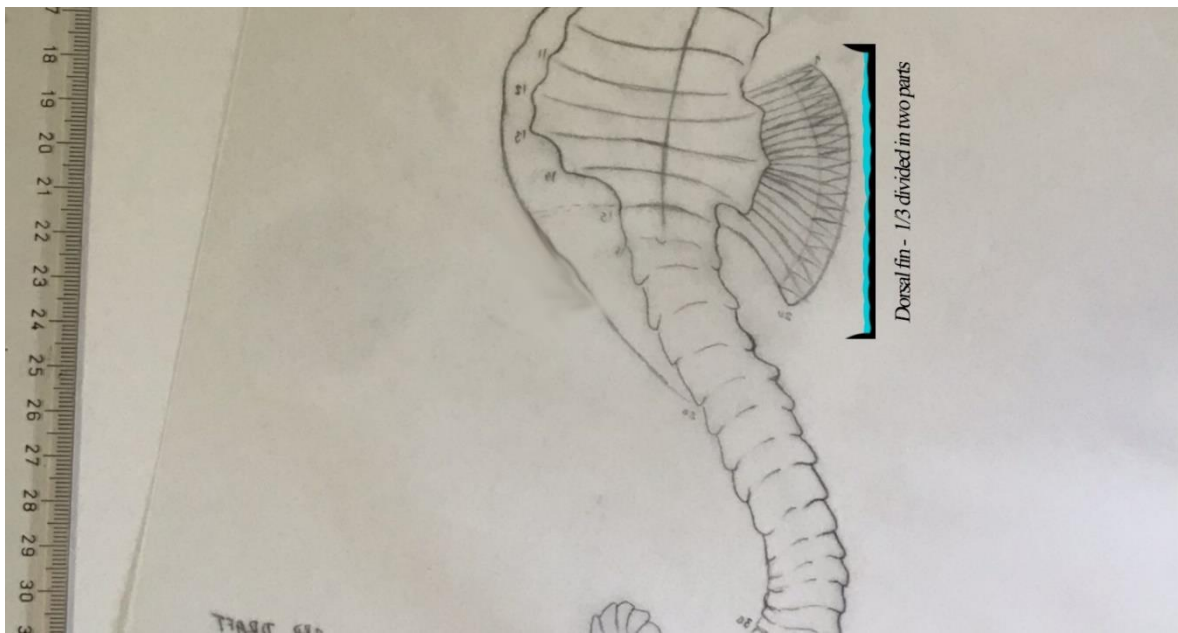


Figura 32 - Esboço dos pormenores dos raios moles da barbatana dorsal da espécie em estudo (*H. hippocampus*).

d) Barbatana anal

Desenharam-se 5 raios moles com a distância de um milímetro entre cada um, partindo do anel corporal n.º 13, a base de inserção da barbatana, e finalizando com o último raio no anel n.º 14 (Fig. 33).

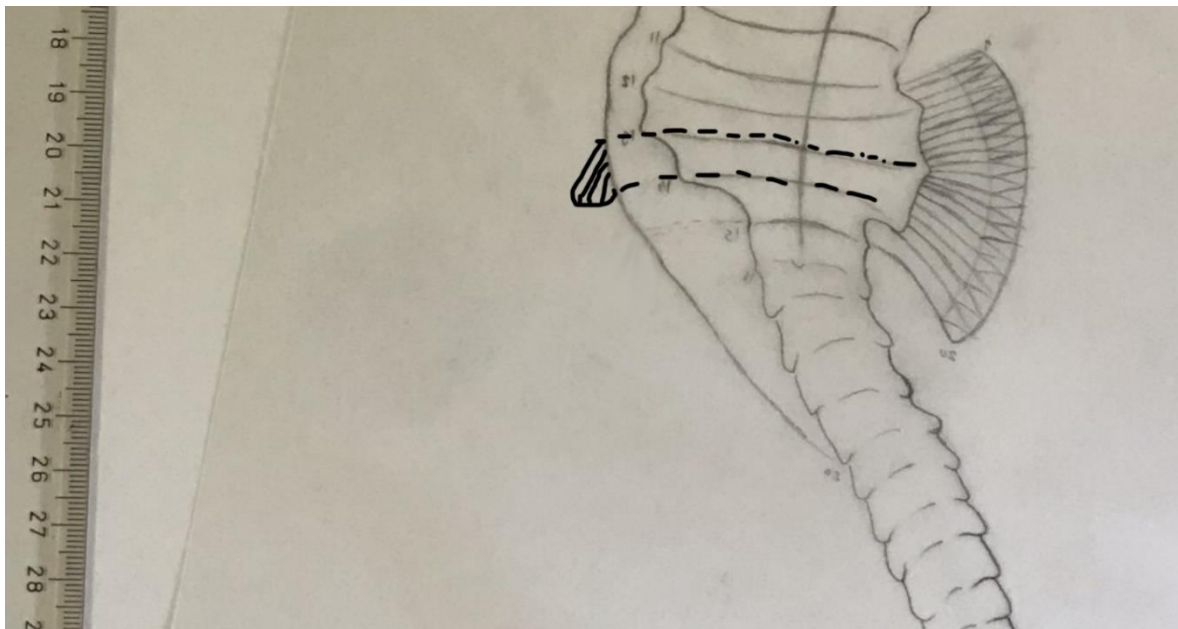


Figura 33 - Encaixe da barbatana anal entre as linhas de divisão corporal (ou anéis) do cavalo-marinho-de-focinho-curto (*Hippocampus hippocampus*).

e) Olho e orifício nasal

Com o auxílio de uma caneta preta de tinta da china, ilustrou-se o círculo maior da pupila e um menor, perto do olho para representar uma narina tal como as dos peixes teleósteos, (Fig.34).

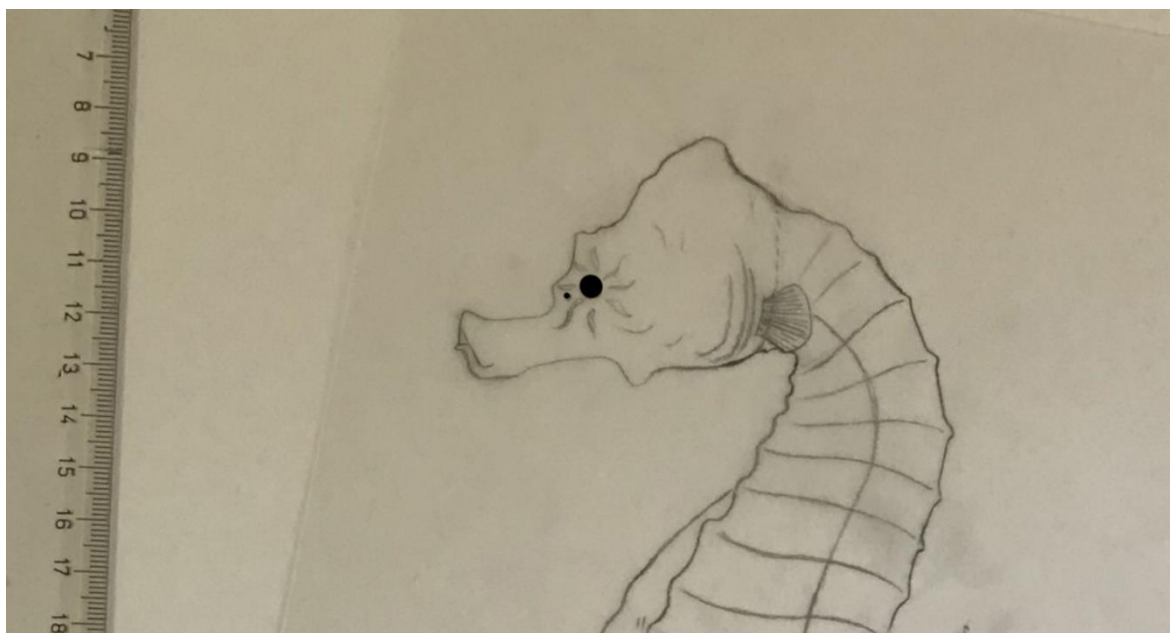


Figura 34 - Determinação dos tamanhos do olho e narina da espécie em estudo (*Hippocampus hippocampus*).

ii) Coloração

Primeiro, misturaram-se numa folha A4 os pigmentos das cores necessárias para a aguarela graças ao kit da *Schmincke Akademie*, apresentado na Fig.35.

Com o auxílio de um pincel fino e água num copo de vidro formou-se o padrão da Fig. 36.



Figura 35 - Kit de aguarelas e breves ensaios também com apoio de lápis aguareláveis Carand'ache.



Figura 36 - Passo 1: Coloração em Técnica de Aguarela sobre cartolina A3 Bristol, 250g/m² para obter um exemplar ilustrado da espécie de cavalo-marinho-de-focinho-curto (*Hippocampus hippocampus*).

Posteriormente, recorreu-se ao uso de diferentes lápis de cor para trabalhar as volumetrias (sombra/luz) do corpo, como se observa na Fig. 37. Concluídos os acertos gráficos nesta fase, foram trabalhadas as texturas e distribuídos os brilhos.



Figura 37 - Passo 2: coloração da área ventral do organismo para diferenciar a zona, uma vez que nos machos é necessário referir que dão à luz a partir dessa região que funciona como uma bolsa.

Para terminar todo o processo, recorreu-se à integração dos resultados de todas as ilustrações científicas individuais na composição representativa do fundo de um estuário (Fig. 19 em Anexo B).

2.9 Composição de *habitats* marinhos –Técnica de representação em IC

Optou-se por criar um cenário representativo do local em estudo, tendo como base várias fotografias da praia do Creiro, perto do Portinho da Arrábida, em Setúbal (Fig. 38).

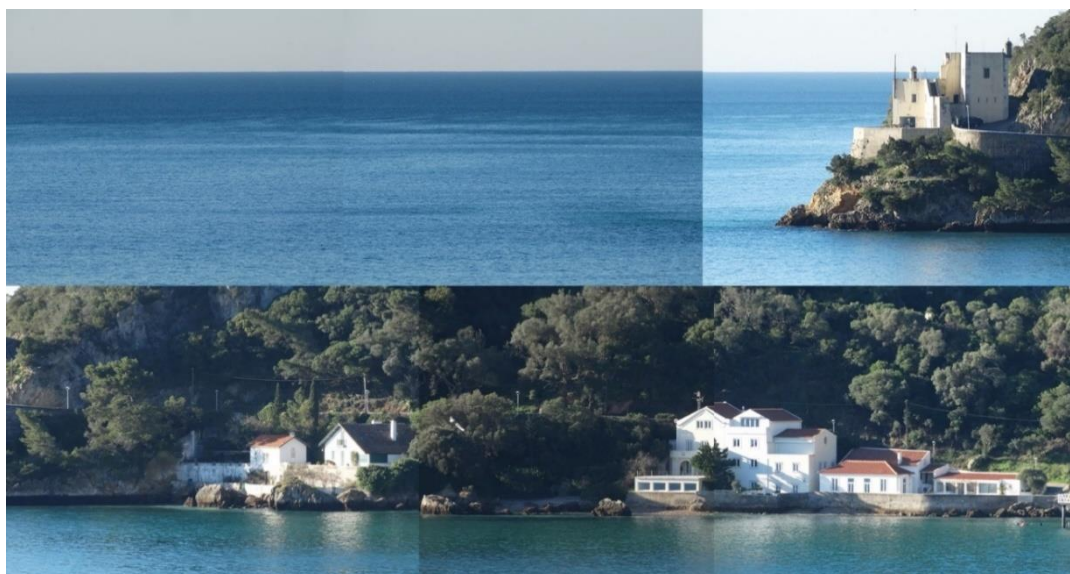


Figura 38 - Referências e montagem de fotografias em panorama do local em estudo: Praia do Creiro na desembocadura do Estuário do Sado (2019).

Para os painéis com cerca de um metro de altura, colocou-se uma fotografia de referência base da paisagem pretendida sobre um canvas de dimensões 100 cm (largura) x 200 cm (comprimento), com uma resolução de 600 dpi e código de cores - RGB.

Na elaboração de uma composição devem ser tidos em conta três elementos estruturais: o Enquadramento, a Percepção de Profundidade e a Massa (Hodges, 2003).

Na fase do enquadramento, criou-se em *Photoshop CC 2019* uma linha reta negra no *canvas* mencionado e orientado horizontalmente para separar os elementos da superfície da linha de água com os que iriam surgir no fundo do estuário (Fig. 39).

Com o auxílio de pincéis digitais capazes de reproduzir cópias de algumas partes selecionadas na imagem de referência, procedeu-se a uma montagem entre elementos naturais já contemplados em terreno, como vegetação, habitações, arribas, entre outros e referências captadas posteriormente, como tipos diferentes de embarcações.

Assim, distribuíram-se as figuras e ajustaram-se os tamanhos das mesmas proporcionalmente à escala original demonstrando limites de planos distal, intermédio e proximal. Sendo o plano distal o mais longínquo, colocou-se um petroleiro na linha do horizonte, pois estes tipos de embarcações com carga de toneladas exigem espaço e frequentam rotas muito longe da costa. Mais perto, já se conseguem identificar cargueiros de contentores e as dragas com as pás a arrastar no fundo do estuário.



Figura 39 - Início do processo construtivo em digital de uma composição com base em referências fotográficas e ilustrações científicas. Determinação linear entre dois planos da paisagem a representar: área de superfície acima da linha de água (com referências) e área do fundo do estuário preenchida a branco do próprio *canvas*.

Na fase de criação da percepção de profundidade ou perspetiva, para além de já apresentada à superfície pelos seus elementos constituintes, foi colorida a azul claro toda

a área anteriormente a branco no *canvas* e selecionada para representar tudo o que se pudesse encontrar num possível mergulho no local (Fig. 40).

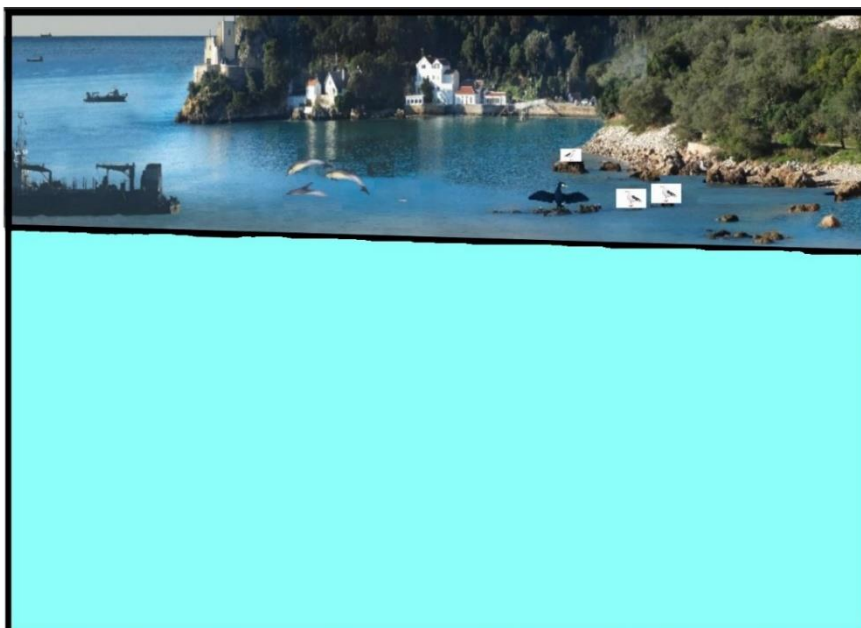


Figura 40 - Preenchimento de cor uniforme (azul claro) em *canvas* digital na área representativa do fundo do estuário para apoio visual à noção espacial de distribuição dos restantes elementos a figurar na composição final.

Determinou-se que na parte superior das estruturas rochosas à tona de água e mais próximas do observador seriam representadas as aves (gaivotas e corvo-marinho) e três golfinhos comuns com tamanho reduzido um pouco mais afastados da costa mas mantendo a sua posição no plano intermédio da paisagem, para enfatizar tamanhos relativos entre espécies diferentes, interações e possível foco noutros impactos antropogénicos referentes a turismo, óleos comuns derivados das embarcações e ingestão de macroplásticos.

A distribuição das massas pelos vários planos da paisagem foi efetuada digitalmente, também em *Photoshop CC 2019*. Analisaram-se as interações ecológicas entre cada espécie e tentou-se distribuir os organismos de acordo com as mesmas, bem como cada um dos exemplares de atividades humanas que interferem com este equilíbrio natural. Inicialmente trabalhou-se na inserção das espécies relativas a cada plano/profundidade de uma forma simples com o uso de figuras geométricas a representar cada uma delas, o seu tamanho de imagem e pontos específicos de posicionamento (Fig. 41).



Figura 41 - Distribuição espacial das massas (organismos) representadas por simples figuras geométricas e de acordo com as interações biológicas das espécies vs. atividades humanas.

Seguidamente colocaram-se os resultados obtidos das espécies individuais no local de cada figura geométrica correspondente, obtendo uma clarificação da imagem quanto a interligações intraespecíficas, interespecíficas e problemas derivados da atividade humana, de acordo com o esquema apresentado em seguida na Figura 42.

A coloração do fundo foi executada através de um gradiente desde a superfície da linha de água ao fundo do estuário com tons de azuis cinza, verdes secos, amarelos torrados e castanhos, respetivamente conforme se pode observar pela Fig. 64, já inserida no painel.

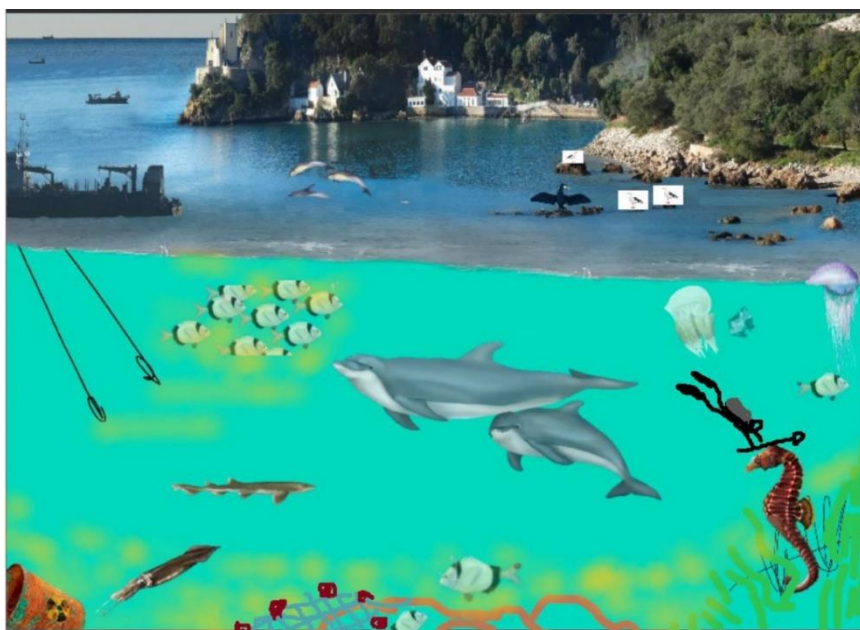


Figura 42 - Utilização das artes finais obtidas nos resultados de IC's anteriores para iniciar integração das espécies no fundo do estuário. Determinação dos seus tamanhos relativos face a uma escala adotada inicialmente para obter proporções harmoniosas entre os vários elementos apresentados e demonstrar profundidade entre planos distal e proximal.

2.10 Ensaios compositivos e *design* gráfico do painel

Para interligar cada elemento gráfico, resultados tanto individuais como composição respetiva ao biótopo em estudo, e transmitir a mensagem pretendida, efetuaram-se ensaios de *design* gráfico sobre novo *canvas* digital em branco, 600 dpi, RGB, 32 bits para figurar todos os elementos necessários a visualizar no painel final. Após revisões do estudo da criação da paisagem global predispueram-se os esboços das IC's individuais na sua última versão em formatos digitais (tamanhos grandes, de 300 ppi, RGB, 32 bits) e integraram-se as mesmas ao longo do painel, por baixo da composição final (Fig. 43).



Figura 43 - Planeamento de distribuição dos elementos, sobretudo visuais como a composição e as espécies, e textos de apoio com informação complementar no painel em *canvas* digital.

Aqui foi efetuada uma ligeira separação entre as duas espécies, das dez finalizadas, que iriam representar as espécies-bandeira posteriormente.

Na fase seguinte, criou-se a estrutura base que serviu para determinar a posição da informação textual e organização de qualquer outro elemento necessário a ser representado no painel. Terminados os textos principais, decidiu-se o espaço que estes iriam ocupar em torno das espécies e da própria composição (Fig. 44).



Figura 44 - Detalhes de acabamento gráfico do *design* planeado anteriormente, com destaque para as espécies-bandeira e paisagem do local em estudo.

Optou-se por ajustá-los com cada ilustração científica individual por baixo da composição do *habitat*, referindo o seu nome comum e científico destacados como título, bem como curiosidades, ameaças antropogénicas e exemplos de ações/medidas de conservação integradas numa aplicação de telemóvel criada para o efeito (Fig. 64) e destacada no painel pelo ícone de leitura de um QRcode.

O número de ilustrações individuais dos organismos residentes no Estuário do Sado determinou a sua distribuição ao longo da composição, ficando cada uma associada a uma respetiva ameaça antropogénica, nunca invalidando as espécies que outrora foram selecionadas como espécies-bandeira. Para transmitir concisa e rapidamente a ideia de profundidade, demonstrando a localização do espaço em que o observador se vai encontrar caso decida explorar a região em estudo, os organismos foram ampliados ou reduzidos de tamanho, obedecendo a escalas e mantendo o rigor científico. Como em qualquer painel de índole científico ou representante do património cultural, deve constar a informação referente ao(s) autor(es) e às entidades colaboradoras (apoios) do projeto, pelo que se selecionou um dado espaço no canto inferior direito do *canvas* digital para os colocar segundo uma ordem *standard*, como se pode observar pela imagem concluída do painel físico, Fig. 64.

3. RESULTADOS⁴

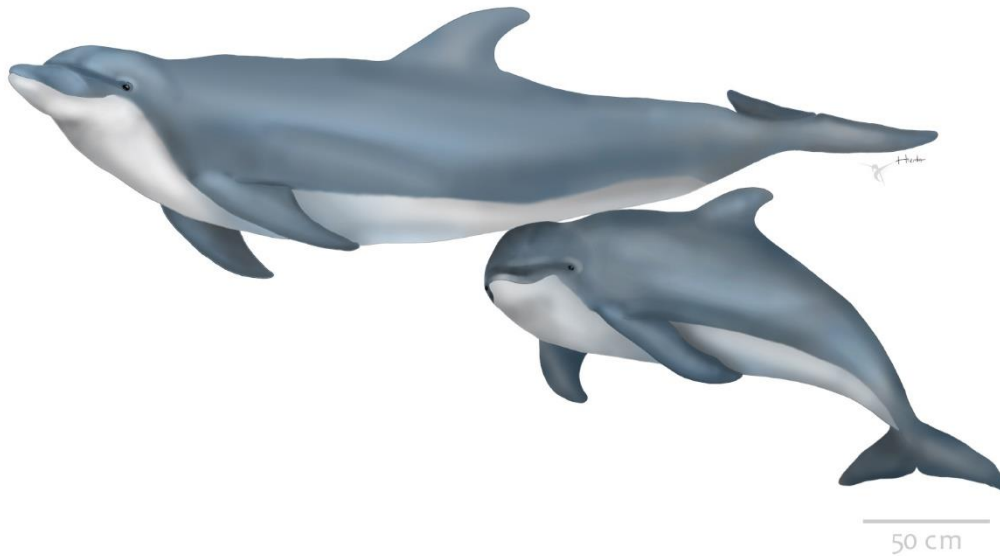


Figura 45 - Espécie-bandeira: Mãe e cria de golfinhos-roazes corvineiros (*Tursiops truncatus*). Técnica Digital sobre uma tela ou *canvas* de fundo branco, 600dpi, RGB, 2D, APS.



Figura 46 - Espécie-bandeira: Cavalo-marinho-de-focinho-curto (*Hippocampus hippocampus*). Técnica Digital sobre uma tela ou *canvas* de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.

⁴ Todas estas artes finais originais encontram-se fisicamente expostas em Portfólio II.



Figura 47 - Sargo-safia (*Diplodus vulgaris*). Técnica Digital em *canvas* de fundo branco, 600dpi, RGB, 2D, APS.

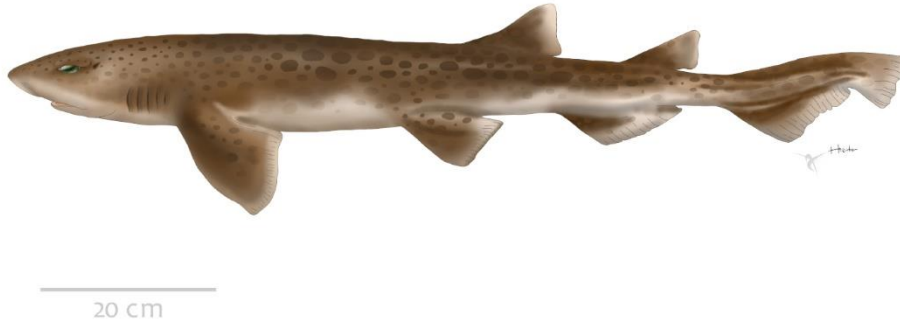


Figura 48 - Pata-roxa-gata (*Scyliorhinus stellaris*). Técnica Digital em *canvas* de fundo branco, 600dpi, RGB, 2D, APS.



Figura 49 - Lula comum (*Loligo vulgaris*). Vista frontal (à esquerda) e vista dorso-lateral (à direita). Técnica Digital em *canvas* de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.



Figura 50 - Medusa ou Alforreca (*Catostylus tagi*). Vista lateral (à esquerda) e vista dorsal (à direita). Técnica Digital em *canvas* de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.



Figura 51 - Gaivota-europeia (*Larus argentatus*). Técnica Digital em *canvas* de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.

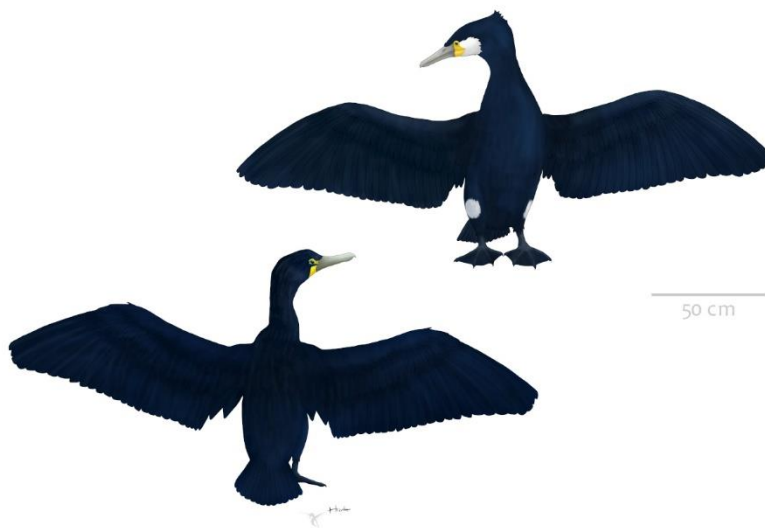


Figura 52 - Corvos-marinhos (*Phalacrocorax carbo*). Em cima, representação do macho em pose nupcial para com a fêmea em baixo. Técnica Digital em *canvas* de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.

MARIANA DA SILVA ALMEIDA DE QUINTANILHA



Figura 53 - Caravela-portuguesa (*Physalia physalis*). Técnica Digital em *canvas* de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.

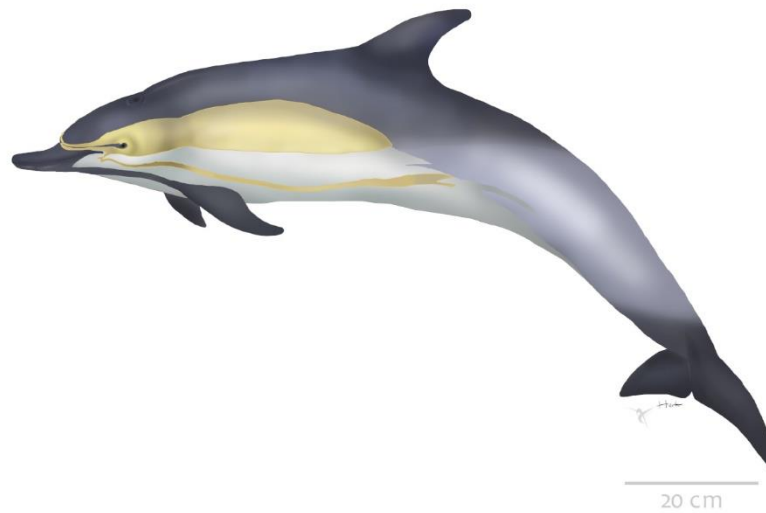


Figura 54 – Golfinho-comum (*Delphinus delphis*). Técnica Digital em *canvas* de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.

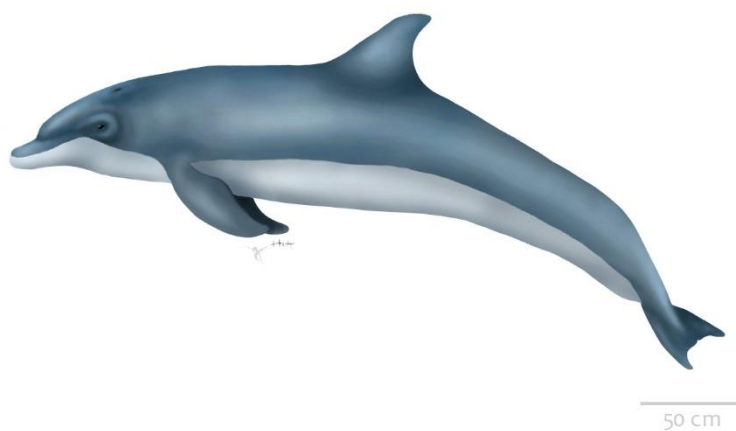


Figura 55 - Golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*). Técnica Digital em *canvas* de fundo branco, 300dpi, RGB, 2D, APS.

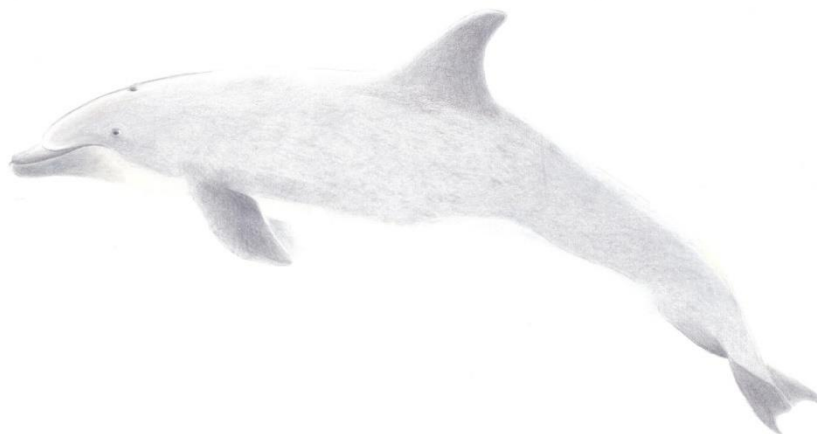


Figura 56 - Golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*). Técnica a Lápis de Cor sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m².



Figura 57 - Mãe e cria de golfinhos-roazes corvineiros (*Tursiops truncatus*). Técnica Mista – lápis de cor sobre aguarelas, sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250 g/m².



Figura 58 – Golfinho-comum (*Delphinus delphis*). Técnica a Lápis de Cor sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m².



Figura 59 - Cavalo-marinho-de-focinho-curto (*Hippocampus hippocampus*). Técnica a Lápis de Cor sobre aguarelas em papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m².



Figura 60 - Dragão-marinho-folhado (*Phycodurus eques*). Técnica a Lápis de Cor sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m².

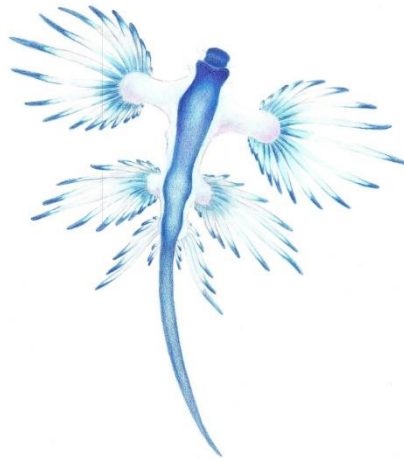


Figura 61 - Nudibrânquio ou Lesma-do-mar (*Glaucus atlanticus*). Técnica a Lápis de Cor sobre papel de cartolina Bristol, A3, 250g/m².



Figura 62 - Nudibrânquio ou Lesma-do-mar (*Glaucus atlanticus*). Vista dorsal (à esquerda). Vista ventral (à direita). Técnica a Óleo sobre tela.

4. DISCUSSÃO

Metodologia e Técnica de IC (individual)

Todo o processo desde a investigação à elaboração concreta de uma IC envolve tempo e dinheiro (Hodges, 1989). Neste estudo houve uma oportunidade de evitar custos em ambos os aspetos, uma vez que existem parques aquáticos, como o Zoomarine, cujas visões/objetivos se enquadram na vertente da investigação e divulgação da ciência, baseados em projetos educativos (Abdullah *et al.*, 2019; Jiang, Lück & Parsons, 2008). Foi, portanto, possível usufruir de referências fotográficas retiradas *in situ* com o apoio de funcionários e colaboração dos animais. Infelizmente, apenas nalguns países estes estabelecimentos seguem, atualmente, normas muito restritas e rigorosas face a legislação relativa à manutenção e bem-estar animal, o que permite ao público entrar mais em contacto com espécies que, de outra forma, seria impensável. A qualidade dos resultados obtidos na Ilustração Científica individual e dos dois golfinhos-roazes-corvineiros (*T. truncatus*) apresentados no centro da composição final (Fig. 63) em parte dever-se-á ao facto de ter sido efetuada previamente toda uma pesquisa/formação acerca do seu comportamento/ecologia (Santos, Coniglione & Louro, 2007; Wells & Scott, 2018) e posterior permissão das entidades responsáveis para interagir diretamente com os animais *in vivo*.

Este facto pode ser contornado com o apoio da Ilustração Científica. Deste modo, pensa-se que a utilização de painéis interativos ou deste género, com carácter lúdico-elucidativo, possa ser mais uma alternativa positiva/complementar, na medida em que permite que o público conheça mais espécies de uma forma 'segura' (Penedo & Lima, 2018) para além de ganhar conhecimento sobre a situação e poder optar cooperar de livre vontade no sentido de preservar o meio, efetuando até, algumas sugestões propostas neste estudo ou pela autora Wilson (2020), como a alteração de pequenos hábitos diários.

Relativamente à técnica digital usada para criar a composição final, pode-se referir que foi das melhores hipóteses a ter em conta, sobretudo quando o ilustrador científico se depara com imensos fatores externos a condicionar o seu tempo, método e local de trabalho (Barrocas & Correia, 2018).

Existem inúmeras vantagens práticas em usar as recentes técnicas de ilustração digitais (Barrocas & Correia, 2018; Correia, 2012; Hodges, 2003).

Uma delas poderá ser a necessidade e exigência de uma maior multidisciplinaridade de conhecimentos por parte do ilustrador científico (Hodges, 2003), pois a evolução tanto da

ciência como da tecnologia é uma constante. Será sempre beneficiado e oportuno aquele que opte por se adaptar à mudança ou tenha espírito de resiliência.

A existência e capacidade de um suporte digital para as IC's, além de fazer com que o seu transporte físico se torne desnecessário (Rodríguez, 2016) e permitir que as obras permaneçam intactas durante longos períodos de tempo, sem perder qualidade ou sem necessitar de restauro (Parraman, 2010), viabiliza ainda a versatilidade de estas serem sempre cópias de 1^o geração e poderem ser publicadas em inúmeros suportes existentes, físicos ou virtuais.

A utilização do programa digital Adobe, seja *Illustrator* ou *Photoshop*, facilita trabalhos de *Design* e Ilustração na medida em que permite aos utilizadores gerarem as suas obras imagéticas, sustentando a edição/publicação do todo ou das suas partes. Durante o processo construtivo é possível retomar o trabalho exatamente onde foi interrompido, sem que o ilustrador fique à mercê de várias condicionantes (como sejam tempos de secagem de tintas, imiscibilidades, correções extensivas de erros e/ou cor, etc.) (Barrocas & Correia, 2018). Este processo de construção de uma Ilustração Científica por camadas revela uma certa similaridade com a preparação e dissecação de organismos em laboratório (Zurita, 2016) para serem estudados e representados. A única diferença encontra-se apenas na direção de aquisição de conhecimento: um investigador científico estuda o organismo desde a sua morfologia externa à interna, ao passo que um ilustrador efetua os seus ensaios desde as camadas base até às externas (por ex.: é preciso ter noção das articulações, para colocar o animal em poses credíveis ou naturalmente estáveis). Deste modo, evitam-se incorreções, como o exemplo apresentado na Fig. 64, quando a narina de um cavalo-marinho foi colocada perto da ponta do focinho, ao invés da sua localização original perto dos olhos, fáceis de detetar por um observador atento e/ou detentor de maior conhecimento na área. Ou ainda, quando as membranas entre os raios duros de um sargo-safia (Fig. 65) não são delineados segundo a sua função estabilizadora de direção da barbatana dorsal, ou as linhas horizontais amareladas são executadas na última camada do *canvas*, em técnica digital, e isso pode confundir o leitor quanto à identificação da espécie.

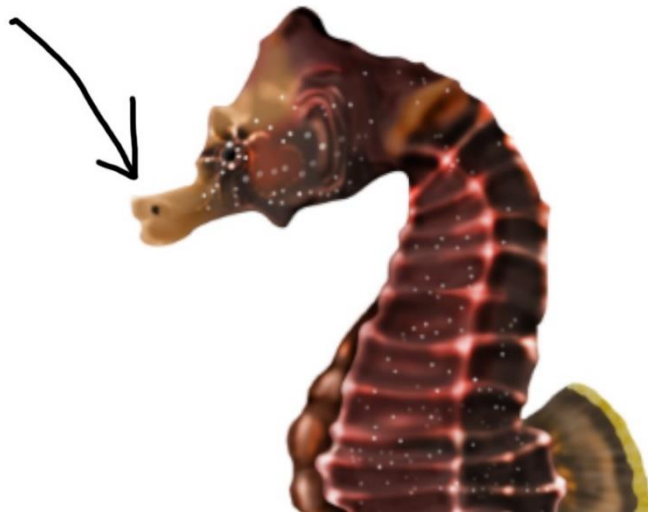


Figura 64 - Enganos comuns, fruto do défice da análise de um facto ou de um assunto. Neste caso, existiu falta de rigor científico por desconhecimento biológico da espécie e face a comparação anatómica com cavalos terrestres descurando a Teoria de Evolução de Darwin e filogenia.

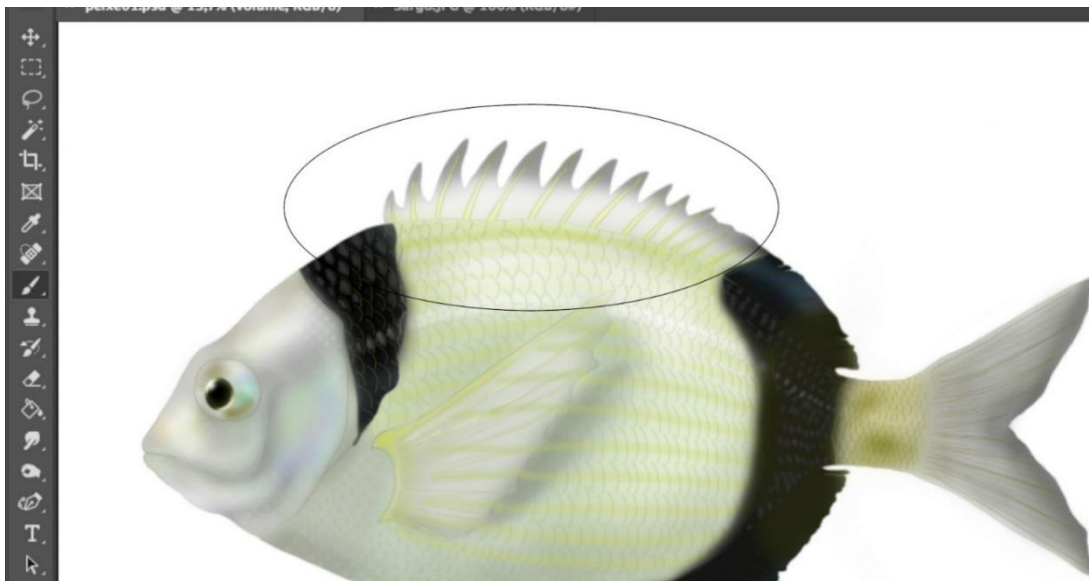


Figura 65 - Gafes comuns em ilustrações científicas cuja falta de algum tipo de conhecimento, seja na área da ciência seja no ramo das artes, se verifica em detalhes ou pormenores de artes finais: como as ligações membranares não suportadas por raios duros em peixes ou, neste caso do sargo-safia, as linhas horizontais corporais serem representadas na última camada digital (APS) e sobrepõem-se à barbatana peitoral.

Com a opção de uma infinidade de diferentes tipos de pincéis digitais e gamas cromáticas, é possível obter diferentes tonalidades de modo a criar/explorar volumetrias e texturas,

representando realisticamente um ou mais fenótipos de uma mesma espécie (Barrocas & Correia, 2018), sendo outro aspeto positivo a ter em conta quando comparado a técnicas analógicas. Embora programas de *software* digital como Affinity ou Adobe (*Photoshop / Illustrator*) para edição de imagem nem sempre estejam economicamente acessíveis no mercado para a maioria da população humana, há sempre alternativas - *open source* - como GIMP, Krita, Pinta, entre outros (Montesanto, 2015).

Como os lápis de cor são um material didático eleito por muitas escolas ou instituições com eventos organizados (Hodges, 2003) são facilmente adotados e acessíveis (mantendo-se reconhecidos na história do desenho), e possuem os traços característicos que despertam as memórias do leitor/observador, remetendo-o para a sua infância. Assim como as aguarelas, e também segundo (Penedo & Lima, 2018), isso poderia gerar uma certa ligação emocional com a obra, despertando mais o interesse ou curiosidade intrínsecos do público-alvo e, conseqüentemente uma melhor perceção e interpretação da mensagem.

Por isto, optou-se por recorrer a lápis de cor aguareláveis da marca *Carand'ache* sobre papel 250g/m², tamanho A3 (marca LORENZ BELL, *Bristol Boards*) para concretizar as espécies em IC's individuais de forma a testar efeitos finais de tridimensionalidade, tempos de execução face a outras técnicas de IC e resistência enquanto material ou como obra a longo prazo. Comprova-se que a relação preço/qualidade destes materiais é relevante face a outras técnicas já descrito por outros autores como E. (Hodges, 1989). Para além disso, há ainda a possibilidade de se efetuarem estudos posteriores relativos aos resultados da divulgação e apreensão da mensagem pelo público-alvo, ou seja, compreender se a informação foi perceptível (de forma clara/objetiva) e se isso seria por influência da técnica adotada.

A versatilidade dos lápis de cor aguareláveis (Hodges, 2003; Penedo & Lima, 2018) permite ao ilustrador científico optar pela técnica (lápis de cor ou aguarela) que mais se adequa à sua forma de trabalhar ou à situação em questão, tal como tintas alquídicas oferecem a oportunidade de experienciar os efeitos/resultados de pinturas semelhantes a óleo ou acrílicos (Correia, 2018). De acordo com Hodges (2003) e resultados deste estudo, esta dualidade apresenta um desafio no domínio de ambas as técnicas pelo ilustrador científico e na miscibilidade dos próprios pigmentos ou entre técnicas. Também as aguarelas exigem atenção aquando a sua obtenção, pois têm propriedades diferentes para propósitos distintos, como refere Zurita (2016), e requerem determinada quantidade de pigmento que influencia tanto a sua solubilidade como a durabilidade.

Uma vez utilizadas aguarelas como base da coloração de uma espécie, é necessário ter em conta os inúmeros tipos de suportes físicos (em papel ou tela) pelos quais se podem

optar para a execução deste tipo de trabalho (Parraman, 2010). Há o papel de gramagem não adequado ao efeito pretendido, tal como se pôde verificar nos ensaios de coloração (Fig. 66) referente à espécie de cavalo-marinho-de-focinho-curto (*Hippocampus hippocampus*). Pincelando a base numa única cor com aguarela ocorre uma secagem rápida e impede a conjugação com a pintura das restantes camadas, sejam elas de aguarelas, sejam de lápis de cor. Observaram-se contornos derivados da secagem, sobretudo em acabamentos. Os pigmentos, para além de não se misturarem com camadas anteriores, não apresentam uma mistura gradual, entre as aguarelas e os lápis de cor, possível de obter em papéis com gramagem superior a 250g/m², uma vez que a água não é tão fácil e rapidamente absorvida.



Figura 66 - Demonstração da grande capacidade absorvente da folha de cartolina face a uma rápida secagem das tintas em aguarela. Impossibilidade de miscibilidade entre tintas de qualquer tipo colocadas em camadas seguintes.

Para tal efeito de integração entre técnicas de aguarela e lápis de cor sobre este tipo de papel, aconselha-se aplicar a base em aguarela, mas já com as cores idênticas às de referências ou ao animal vivo, ao invés de uma única base tonal. O papel utilizado de 250g/m² demonstra verdadeiramente a sua qualidade enquanto suporte de impressão à base de técnicas digitais, tal como se observa na Fig. 64 e nas impressões das próprias artes finais deste estudo, desde a Fig. 45 à 55, também em Portfólio II. Porém, revelou que não suporta grandes 'aguadas' ficando o papel todo engelhado após secagem, como se observou na Figura 66.

Avaliando a relação preço/qualidade, não será indicado para uso pré-escolar ou ensino básico. Contudo, é considerado um bom investimento inicial, no caso de desenvolvimento de projetos pessoais de longo prazo ou profissionais. Comparativamente a outros suportes, este tipo de papel não exige grandes cuidados de manutenção. Podem, no entanto, também serem usados fixativos conhecidos para este tipo de técnicas tradicionais.

Tratando-se de uma técnica mista, pode-se recorrer a pincéis de baixo orçamento e de tamanhos pequenos compreendidos entre o nº 0 e o nº 4 (geralmente de cabo mais fino e comprido) (ex. nº. 2 lg 83078) para efetuar pormenores. Caso se incorra a algum engano ou esquecimento inicial, as aplicações das camadas seguintes poderão servir de autocorreção. Isto permite minimizar níveis de *stress* com acidentes que possam surgir ao longo do processo.

De forma a conseguir conjugar fatores como (1) tempo de secagem, que em técnicas a óleo pode levar semanas; (2) vivacidade e brilhos naturais das cores, que em guaches, acrílicos ou lápis de cor se consegue obter tintando uma só camada; (3) custos no mercado; (4) transporte dos materiais e (5) a sustentabilidade ecológica, visto que muitas tintas e seus diluentes, como terebentina, apresentam componentes nocivos para o meio ambiente (Wilson, 2020), igualmente verificado na Fig. 67; a técnica de aguarela e derivadas (lápis de cor aguareláveis) pendem para uma excelente opção. Mesmo que alguns pigmentos de aguarelas ainda contenham compostos químicos nocivos a animais marinhos, já se desenvolveram fórmulas com reduções significativas dos mesmos (p.e. cádmio) e de tintas a óleo.



Figura 67 - Material necessário à execução de técnicas a óleo, tais como alguns óleos (tintas) e diluentes, com descritivo próprio de componentes químicos passíveis de degradar o ambiente e afetar diretamente espécies marinhas.

Aquando a aquisição de material de limpeza, é de salientar o uso de produtos biológicos, sabão de *marseille* ou sabão azul, e tentar manter as cerdas dos pincéis em bom estado

de conservação pelo máximo de tempo possível. Há sempre hipótese de recriar estes materiais seguindo receitas caseiras dispostas na Internet sob a forma de DIY (*Do It Yourself*). Atualmente, o uso de pincéis com cerdas sintéticas já pouco se distinguem dos com cerdas de pelo natural (pelos de marta, cavalo ou porco), quanto à obtenção de certos efeitos desejados numa ilustração, pelo que a opção entre sintéticos ou biológicos não será um obstáculo à qualidade obtida em resultados finais.

Checklist - como fazer e sua importância

O ideal seria, numa primeira abordagem, recolher referências fotográficas e efetuar estudos gráficos na presença dos animais *in vivo* e no seu *habitat* natural (Falcão, 2020; Hodges, 2003). Para tal, sugere-se a visita a parques naturais ou santuários de vida selvagem, onde não só se podem observar os espécimes e o ambiente envolvente de forma descontraída, como também aprender com especialistas (quando estes se encontram disponíveis) (Correia, 2019). Isto eliminaria possíveis desentendimentos no futuro, caso o ilustrador científico recorra a referências que não são suas. Contudo e até para melhor saber o que procurar e o que registar (em desenho ou fotografia) é imprescindível o ilustrador estudar primeiro o seu modelo, sistematizando e categorizando a informação coletada na forma de uma *checklist*, como sugerido por especialista (Hodges, 2003; Correia, comunicação pessoal), sendo um primeiro e imprescindível passo. Nestas listas devem constar, descritas de maneira objetiva e de fácil compreensão, todas as características diagnosticantes das espécies em estudo, passíveis de tradução em imagem e representação *à posteriori*.

Reunida e tratada a informação descritiva, deve seguir-se para a obtenção da imagem de registo. Para a obtenção de um desenho preliminar são aconselhadas as técnicas de recorte e sobreposição de imagens, sobretudo graças ao avanço tecnológico, que nos permitem remover partes de várias referências fotográficas, montando e gerando a nossa própria referência ou até um arquétipo (Barrocas & Correia, 2018) em programas de edição de imagem digital. O arquétipo é um modelo que funcionará como uma re-apresentação de um conceito ou objeto de estudo (como minerais, animais, plantas, fósseis, entre muitos outros), sendo uma idealização da interpretação da Natureza, construída com base em várias observações que permitem chegar a um resultado intermédio entre elas. Para recriar uma representação credível de uma espécie segundo o conceito biológico, e que seja aceite pela comunidade científica (ou seja, que possua valor documental), não se assume por base o fenótipo expresso num indivíduo automaticamente, mas sim todo um mosaico

de partes essenciais à sua identificação que realmente tipifiquem, o mais extensivamente, aquela espécie em particular (Barrocas & Correia, 2018).

Neste projeto, construiu-se um modelo de ficha dicotômica (Tabela 2), servindo de referencial apenas e só para os organismos selecionados como espécie-bandeira. Conseguiu-se assim organizar a informação base necessária para criar qualquer tipo de esboço primário das IC's individuais, como o sugerido seguindo a mesma Tabela, sob fichas de identificação da espécie ou ID. Nestas fichas encontram-se descritas (1) as principais características diagnosticantes da espécie, (2) um QRcode com hiperligação a um artigo disponível na internet com informação detalhada sobre a espécie representada, promovendo uma desejada interatividade com o leitor que investiga e (3) considerando as medidas em *cm*, um ícone de referência conhecido como um mergulhador ou partes constituintes do mesmo, como uma mão. Ao contrário das extensas tabelas outrora criadas por outros ilustradores científicos (Hodges, 2003), dado que existe acesso a novas tecnologias tentou-se compilar certos dados da lista organizando a informação sob novas formas interativas e de fácil acesso ao público utilizando aplicações de Realidade Aumentada (referida em glossário) ou da própria exploração de conteúdo em QRcodes (Bui *et al.*, 2014). Da mesma forma que existem aplicativos capazes de gerar e fazer a leitura destes códigos gráficos (QRcodes), pela variabilidade de conjugação de um dado número de critérios (Chang, 2014), é possível (com outro tipo de aplicações) criar conteúdo desejado, associar às ilustrações científicas pretendidas e converter essa informação para projeções de imagens em 3D interativas. Neste estudo de caso experimentou-se uma aplicação de realidade aumentada (ainda em fase de estudos) para testar um modelo de divulgação da informação contida no painel e nas IC's individuais de uma forma audiovisual atrativa para o público-alvo.

Escalas em Ilustração Científica

As escalas são imperativas numa IC, permitindo ao observador reconhecer as medidas reais do objeto figurado (seja natureza viva ou morta), bem como características essenciais a uma rápida identificação enquanto espécie. Símbolos como (♂) e (♀), de macho e fêmea, respetivamente, também complementam este tipo de ilustrações. Denotou-se que em IC's individuais, algumas espécies como cetáceos ou cnidários poderiam ser distinguidos ainda por outro símbolo ou letra do alfabeto romano (A, B e C) ou grego (α , β e γ), para acompanhar os dados anteriores e quantificar a idade do indivíduo. Este acrescento que se poderia fazer nas Fig. 50, 55 e 56, é apenas a proposta de uma outra forma de figurar

organismos sem dimorfismo sexual ou hermafroditas. Foi apresentada esta iniciativa apenas para IC's individuais, de forma a (1) condensar informação, sem ser necessário a ilustração de dois indivíduos para comparar idades ou género. Deste modo, as letras A, B e C serviriam como indicativo de Adulto (α), larva (β) e juvenil (γ), respetivamente); (2) caso seja inexistente a hipótese de reproduzir cópias do documento em que figurem estas IC's a cores, diminuindo custos; (3) a ocupar uma menor área no papel impresso; (4) usar a IC como referência para outros trabalhos de novos autores e (5) reaproveitar utilizar em livros ou noutros materiais com superior índole científica.

O ícone nada mais é do que outra forma gráfica de abreviar descrições, sem deixar de representar o rigor da ciência, destinada a indivíduos mais visuais, cuja perceção do meio ao seu redor é feita através de imagens (Gutierrez, Méndez, Centeno, & Osorio, 2018).

Embora seja referido pelos autores (Bui *et al.*, 2014) que os QRcodes são um método de codificação eficaz devido à sua encriptação e à capacidade de conter informação confidencial, adaptá-los a fichas de identificação (como a tentativa representada na *checklist*) poderá ainda não ser a solução ideal para apresentar conteúdo interativo, uma vez que atualmente algum do público-alvo ou será infoexcluído ou desconhece a acessibilidade a um scan de leitura de QRcode (Chang, 2014). Além disso, há páginas na Internet ou websites que sem aviso prévio podem mudar de endereço ou serem desabilitadas, pelo que a informação contida poderá ficar indisponível a qualquer momento ou o acesso ser interdito sem pré-aviso (Bui *et al.*, 2014). Como sempre existem vantagens e desvantagens.

Preparação das imagens (fotografias e pose)

Quando se observam espécies no seu ambiente natural, ou mesmo em cativeiro, pode-se recorrer a binóculos ou monóculos (Falcão, 2010), pois algumas espécies são difíceis de encontrar ou observar, preferindo manter uma certa distância de segurança relativamente ao investigador/ilustrador. Sempre que for necessário executar deslocações ao local onde se encontram os animais, aconselha-se a efetuar esboços iniciais em blocos de desenho para esboços rápidos, de forma a estudar previamente a anatomia e poses comportamentais dos organismos que se pretende ilustrar (Falcão, 2010) Estes primeiros desenhos nunca são rigorosos, como já verificado pelo exemplo da Fig. 8. Muito pelo contrário, são traços espontâneos, aparentemente pouco cuidados e pormenorizados, se comparados com aqueles baseados em fotografias ou outras imagens. Podem ser

efetuados em qualquer tipo de papel, mais económico, e com o uso de um único lápis de grafite.

Esta técnica mostrou-se crucial para realizar a etapa seguinte: o desenho preliminar.

Para concretizar estes desenhos fizeram-se múltiplos ensaios com o lápis de grafite HB, em conformidade com as suas características intermédias numa escala de dureza variável entre o duro (*Hard* ou H) e o macio (*Black* ou B) (Hodges, 2003). Os diferentes graus de dureza determinam a qualidade do traço, característica visível na Fig. 11. Lápis duros têm uma ponta seca que se mantém por mais tempo afilada, proporcionando um traço fino e de cinzento claro. São úteis sobretudo para desenhos de grande precisão, como o desenho geométrico. Os lápis macios têm uma mina mais gordurosa ou frágil, a sua ponta desfaz-se mais facilmente e o traço produzido tem um tom bem mais escuro, quase negro (Hodges, 1989). De forma a entender como elaborar a coloração, mais especificamente para determinar onde se encontram as zonas de luz ou de sombra no organismo, pode-se experimentar replicar uma ou duas partes constituintes do rascunho final, como o exemplo da cabeça de um dragão-marinho-folhado (*Phycodurus eques*) na Fig. 68, e elaborar vários estudos de volumetria com recurso a diferentes durezas de cada lápis de grafite.

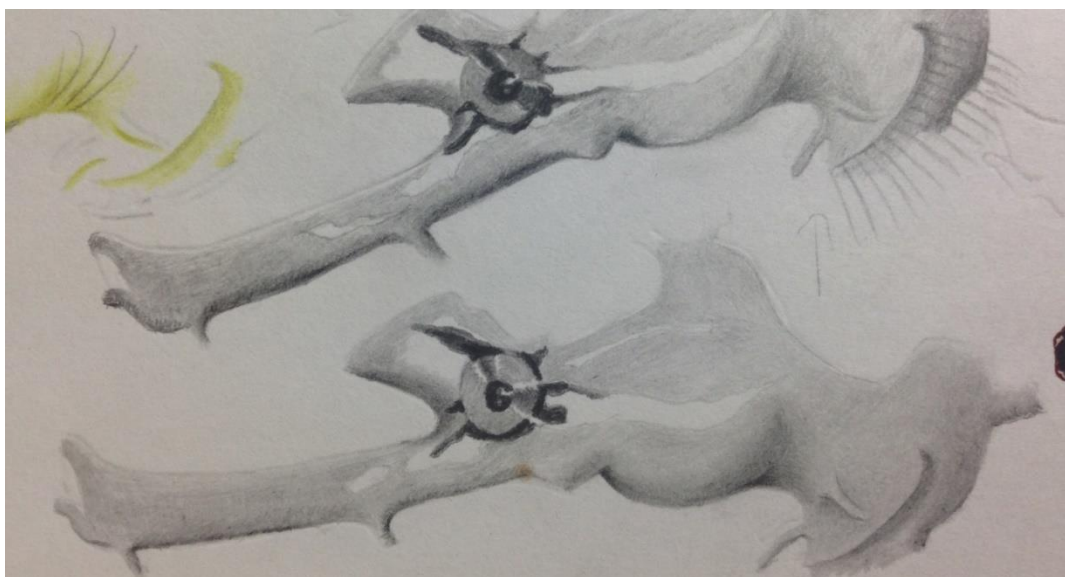


Figura 68 - Ensaio a lápis de grafite para estudos de contrastes entre os tons claros e escuros de incidências de luz sobre o organismo em estudo (cabeça de dragão-marinho-folhado).

Também se podem fazer breves estudos de lápis de cor diretamente no reaproveitamento dos membros replicados do organismo em estudo, noutras folhas em separado, como se pode observar na Fig. 69.

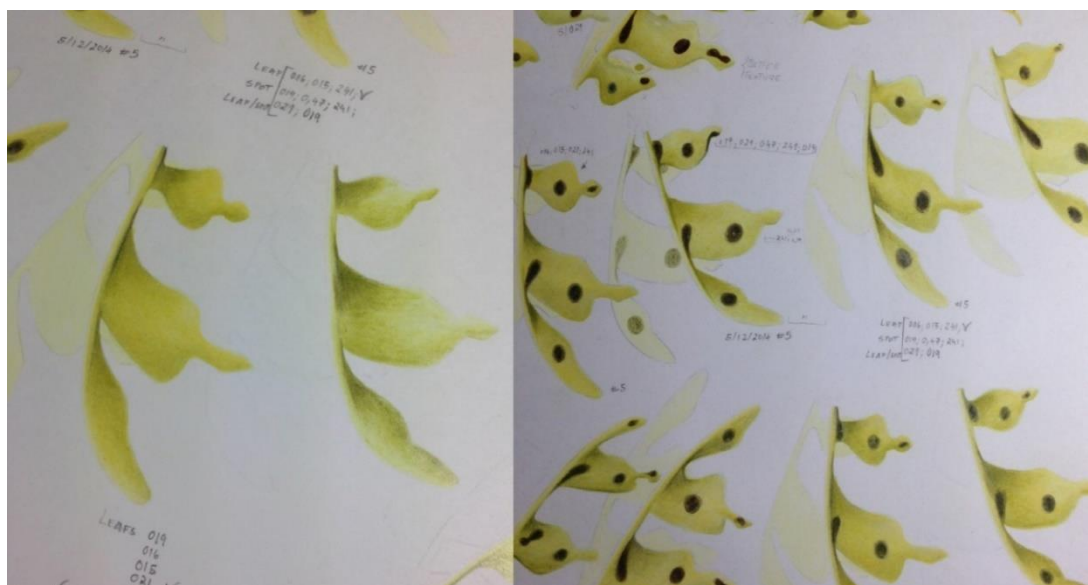


Figura 69⁶³ - Ensaios de coloração dos membros de um dragão-marinho-folhado para obter uma cor idêntica à do organismo vivo.

Com este método, um pouco mais trabalhoso e demorado, o espécime tanto ganha forma e cor, como se desenvolve o espírito crítico pessoal do observador/ilustrador, pois ao definir o seu próprio método e adaptando-se à técnica, começa a conseguir detetar através dos seus próprios cálculos gráficos (Fig. 70) possíveis falhas nos resultados obtidos (Fig. 71). No entanto, mais do que tudo isso, começa a ganhar algum conforto no desafiar-se para melhorar através do método de tentativa-erro, com os quais poderá posteriormente colher os frutos do esforço e dedicação apresentados na obra final referida anteriormente na secção de resultados (Fig. 60).



Figura 70 - Contagem do número de segmentos corporais, raios moles das barbatanas, folhas entre outros detalhes necessários à identificação da espécie e essenciais num arquétipo de dragão-marinho-folhado (*Phycodurus eques*).



Figura 6471 - Dragão-marinho-folhado (*Phycodurus eques*). Técnica a Lápis de cor sobre cartolina Bristol, 250 g/m², tamanho A3. Arte final com cor diferente da coloração de um indivíduo vivo, descurando rigor científico.

Métodos de Transferência

Segundo autores como Hodges (2003) ou até Correia (comunicação pessoal) existem vários métodos de transferência, sendo que o método de transferência direta será o mais conhecido, simples e indicado para este tipo de ensaios quando o suporte final é uma folha espessa e opaca. Embora se tenha experimentado também o método de transferência com papel químico (cor amarela), denotou-se que, conforme a pressão exercida no lápis de grafite, a marca a amarelo das linhas de contorno torna-se mais difícil de eliminar quando for necessário começar a executar a pintura da obra (Fig. 16), uma vez que é um depósito de cera. Por este motivo, e também pelos custos de material, uma vez que papel vegetal é mais acessível e reciclável que papel químico, optou-se pelo método de transferência direta com a ajuda de uma mesa de luz (Fig. 72) para abreviar e delinear últimos esboços sob o mesmo tipo de papel onde foram apresentadas as artes finais.



Figura 65.72 - Método de Transferência Direta com o apoio de uma mesa de luz a partir de uma referência da autora.

Há também novos meios tecnológicos como aplicações (*Apps*) de telémovel (p.e., Olho Da Vinci – Projetor de Arte) que conseguem recriar este efeito de transparência do papel vegetal e facilitar a transferência em si. No entanto, e mais uma vez, são necessárias excelentes referências fotográficas (de preferência da autoria do próprio ilustrador para evitar usos indevidos ou plágios) para delinear os rascunhos iniciais ou preliminares.

Um desenho preliminar não passa de um desenho inicial elaborado a grafite com o propósito de facilitar a construção de uma ideia ou projeto (Falcão, 2020). Segundo (Falcão, 2010; Hodges, 1989) é importante que esteja o mais completo possível, pois será o único suporte a conter informação gráfica em conjunto com as notas principais do ilustrador e/ou informação da investigação original do cientista. Por conseguinte, foram escolhidas apenas as duas espécies-bandeira como o roaz-corvineiro (*Tursiops truncatus*) e o cavalo – marinho – de – focinho – curto (*Hippocampus hippocampus*), das Fig. 45 e Fig. 46 respetivamente, para representar diferentes formas de aproximação gráfica ao modelo natural (desenhos preliminares e Ilustrações Científicas finais) e para, mais tarde, compreender vários aspetos da necessidade em manter estes animais em cativeiro ou sob proteção ambiental no seu *habitat* natural.

No caso dos golfinhos, em diferentes passos das ilustrações conseguiu-se comparar técnicas diferentes como aguarela e lápis de cor (Fig. 25 e Fig.56), havendo ainda a oportunidade de verificar resultados da técnica mista decorrente da junção das duas técnicas anteriores (Fig. 57).

Em aguarelas, a aplicação das tintas é difícil de controlar, pois a água como solvente espalha-se sob o papel e também seca rápido, ao ponto de impedir miscibilidades com novas cores. Nem sempre se obtém de imediato o que se idealiza. Para desenhos

científicos e rigorosos, ou o ilustrador já domina bem a técnica por si, ou dever-se-á ter maior cuidado com possíveis falhas que deturpem a mensagem que se pretenda transmitir com a arte final. Mesmo que em aguarelas as ilustrações científicas possam parecer menos rigorosas, quando dispostas de forma harmoniosa e associada a informação científica segundo convenções predefinidas (Barrocas & Correia, 2020) e também descritas na metodologia deste trabalho, a mensagem contida pode ser igualmente eficaz no seu entendimento pelo público-alvo. São exemplos a obra de ilustração infantil dos autores J. Curtis e C. Wallace como 'Seahorses' (2012), e dos autores R. Gaspar e M. Oliveira da obra 'Histórias dos Roazes do Sado' (2012), servindo o seu propósito original acerca de conservação de espécies e habitats marinhos. Já com os lápis de cor, para além do maior brilho e destaque das próprias cores, exige-se menor esforço de controlo dos materiais. Em ambas as técnicas, tratam-se de materiais recicláveis, com o mesmo solvente (água), acessíveis no mercado para grande parte da população e, quando numa técnica mista, poderão atenuar 'consumismo' ou equilibrar a relação procura/oferta. Contudo, seriam necessários trabalhos posteriores desta categoria para determinar com maior exatidão os dados obtidos.

Cavalo-marinho-de-focinho-curto (*Hippocampus hippocampus*)

Ensaio #1

Estabeleceu-se ilustrar o organismo na pose lateral e, com base em fotografias do próprio autor, desenhou-se em perspetiva todos os seus contornos corporais sem os condicionar a quaisquer medidas relevantes à aplicação de uma escala ou padrões de coloração, pois nesta posição pode identificar-se um melhor e maior número de características diagnosticantes.

Para aplicar uma escala credível utilizaram-se fotografias da autora a exemplares embalsamados presentes no Museu Marítimo de Ílhavo (Aveiro) evitando, desta forma, mergulhos e interações que pudessem perturbar organismos vivos.

Verificou-se que podem existir excelentes resultados (obras finais) sem haver a necessidade de qualquer contato físico com animais de cativeiro ou no seu *habitat* selvagem dada a quantidade de informação disponível acerca dos mesmos em vários suportes imagéticos. Tanto os meios tecnológicos como a profusa difusão de dados

permitem, quando conjugados, criar ilustrações científicas de qualidade e facilmente validadas por especialistas, inclusive de seres já extintos como os dinossauros (Correia, 2012), pelo que é uma excelente área de desenvolvimento em cooperação com outras áreas de biologia e conservação. Para além de, na prática serem preservados organismos e ecossistemas, essa informação é continuamente atualizada ao longo do tempo (Correia, 2019).

Ensaio #2

No caso da espécie *Diplodus vulgaris* (sargo-safia), embora também dentro do grupo dos peixes, o processo difere do cavalo-marinho no método de montagem geral ao qual esteve sujeito, no delinear de cada escama e na organização das mesmas segundo um padrão que revista todo o corpo do animal. Com o auxílio de uma craveira realizaram-se as medições de comprimento corporal, barbatanas, raios, cabeça, altura máxima, distância entre opérculos e diâmetro dos olhos, em projetos anteriores (Quintanilha, 2012). Toda essa informação foi novamente reaproveitada neste estudo de caso.

Os desenhos preliminares finais de cada exemplar foram criados já em papel vegetal, ou transferidos para este usando o método de transferência direto, a partir das preparações, fotografias (tiradas e/ou cedidas) e medições efetuadas anteriormente. Assim, compuseram-se os organismos demonstrados na Figura 73.

Ganhando uma maior consciência de si mesmo e do que o rodeia, um ilustrador científico, claramente fica numa posição de vantagem tanto face ao que descobre como ao que divulga na sua função de intermediar a comunicação entre os produtores de ciência e o grande público. Adequa-se a esta situação, sobretudo quando se trata de aplicar os conhecimentos na área de Conservação da Natureza a célebre frase “Com o grande poder vem a grande responsabilidade”, mencionada inicialmente algures no séc. XVIII, sendo posteriormente usada por personalidades reconhecidas ao longo da história.

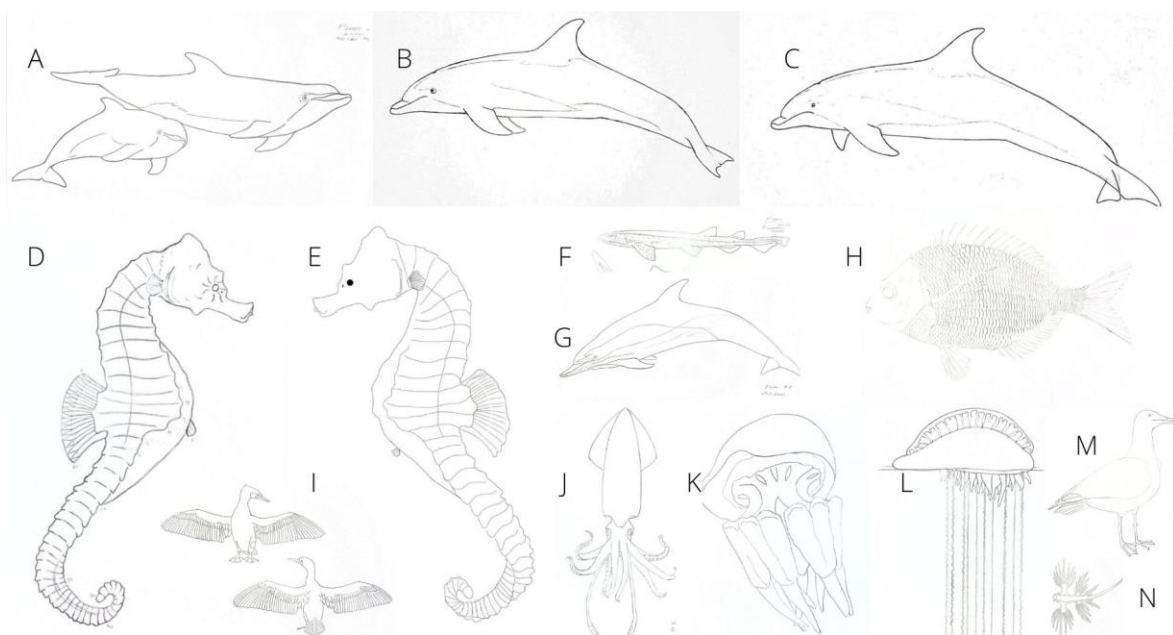


Figura 73 - Conjunto de artes finais em folhas vegetal, também apresentadas fisicamente em Portfólio I.

Podem-se observar na Figura 74 os respetivos preliminares finais, após métodos de transferência necessários pela ordem seguinte: de A a C – golfinhos-roazes; D e E – cavalos-marinhos, F – peixe pata-roxa-gata; G – golfinho-comum; H – peixe sargo-safia; I – corvos-marinhos; J – lula-comum; K – medusa ou alforreca; L – caravela-portuguesa; M – gaivota-europeia; N – nudibrânquio ou lesma-do-mar.

No caso da IC, a ausência de rigor pode, de facto, dar origem a verdadeiros custos, não só económicos, mas também ambientais e, sobretudo, de vidas. Pequenos detalhes determinantes da espécie, como o número de escamas na linha lateral de um peixe (Fig. 74), podem implicar confusão na identificação da mesma, perdendo-se a clareza na transmissão da informação.

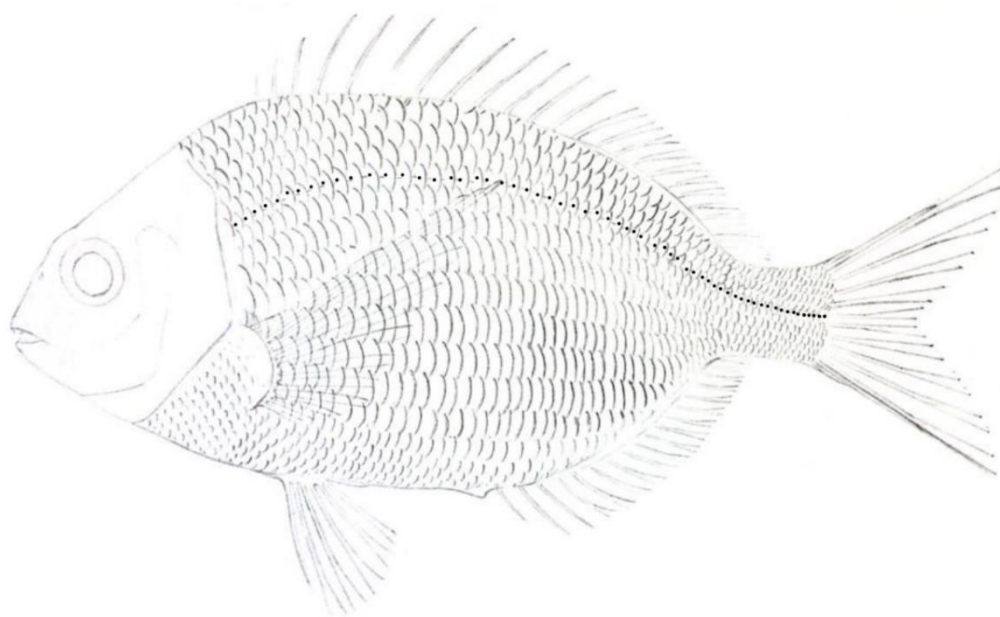


Figura 74 - Contagem de escamas da linha lateral do último preliminar de um sargo-safia (*Diplodus vulgaris*) para figurar na arte final.

Assim, representar uma espécie de cavalo-marinho diferente da previamente selecionada para este estudo, e/ou apresentá-la como sendo outra espécie ou para outra finalidade, poderá ser fatal neste sentido: caso um investigador menos avisado ou um não-especialista na área esteja a utilizá-la como referência para os seus próprios estudos de reprodução de indivíduos e misturar machos com fêmeas de espécies diferentes originando híbridos ou impedindo a sua própria reprodução (Koldewey, 2005). Ainda, com o intuito de divulgar e proteger a espécie/*habitat* através das ICs quando esta não se encontra ameaçada, outras pessoas/entidades ficarão informadas da existência de indivíduos naquela zona e poderão fomentar práticas lesivas associadas a contrabando para mercados estrangeiros (como acontece com algumas espécies destinadas ao mercado asiático), levando posteriormente à necessidade de implementação de novas medidas de conservação nessa região (Law, 2021).

A política da ciência em torno da ilustração científica demonstra também como as pessoas que são pagas para produzir conhecimento às vezes criam, em vez disso, uma ignorância duradoura (Brown, 2019). Em algumas áreas da ciência, como na medicina, por exemplo, ao usar livros muito antigos, os ilustradores científicos também poderão estar a perpetuar o erro e/ou até preconceitos, entre os quais raciais (Rodríguez, 2016). Denota-se esse 'bias' pela observação do percurso de desenvolvimento pessoal de um autor chinês, Nie Huang, que pintou pela primeira vez um cavalo-marinho apresentado na Fig. 75, durante a

dinastia Qing no séc. XVII, também ponto de viragem na história da IC atual (Correia, 2019). O autor não detinha quaisquer conhecimentos sobre estas criaturas marinhas e isso refletiu-se na obra. Como referido pelo mesmo, e também por outros autores como (F. Correia, 2011, 2019; Hodges, 2003), foi essencial a pesquisa de informação de inúmeros manuscritos. Tudo o que compilou provinha da sua experiência com pescadores locais e da sua própria criatividade para imaginar como poderia ser um animal destes ao vivo. Aparentemente para Huang, tal como a invenção de seres mitológicos marinhos a puxar a carroça de Neptuno (Else, 2005), seria parecido com um cavalo selvagem, mas com um porte de tamanho reduzido.



Figura 75 - Ilustração de um cavalo-marinho pintada por Nie Huang, pintor e entusiasta de biologia, durante o período do Imperador Kangxi da dinastia Qing (1644-1911). Retirada da sua obra “O Catálogo de Criaturas Marinhas” que descreve mais de 300 espécies de organismos vivos.

No mercado chinês e com o aumento de procura destes animais marinhos para práticas de medicina chinesa (Law, 2021), poderá ter surgido a necessidade de conhecê-los melhor e Nie Huang começou a estudá-los, juntamente com especialistas de vida marinha. Os resultados melhorados da primeira ilustração empírica apareceram anos mais tarde, sob a forma de ilustração científica observável na Figura 76. O autor refere esta versão como sendo única e exclusiva para propósitos específicos medicinais.



Figura 76 - Ilustração biológica de um cavalo-marinho pintada por Nie Huang, anos mais tarde após a ilustração apresentada na Fig. 75, com aquisição de maior conhecimento sobre a espécie representada.

Primeiramente, podemos ver há quanto tempo existe a necessidade na história da humanidade de produzir imagens precisas e como elas são diferentes na construção e na percepção do seu conteúdo pelo público-alvo. Embora mantendo a mesma característica típica de seres curiosos e sociáveis, culturalmente e enquanto indivíduos humanos, somos todos diferentes. Logo, a captação e a própria interpretação de mensagens ou imagens (percepção da realidade) tendencialmente poderá ser distinta (Gutierrez *et al.*, 2018), em maior ou menor grau.

A IC deve cumprir a sua finalidade, adaptada à sua época, aos materiais disponíveis e à comunidade (F. Correia, 2012). Caso contrário, não passa de uma ilustração que alimenta apenas o lado mais criativo do cérebro humano, sem rigor científico e encaixando-se no *marketing* da cultura em massa.

Em segundo lugar, o autor Nie Huang revela exclusividade, ao afirmar, "...só para usos médicos...".

Voltando a essa dinastia e mergulhando na cultura chinesa, apenas os imperadores tinham acesso ao conhecimento e à educação. Hoje em dia, na maioria das vezes, a solução ou decisão está nas mãos de editoras e ilustradores. Em medicina, por exemplo, é crucial explicar a profissionais ou entidades inseridas na área da ilustração científica, que se trata de uma necessidade de conscientização. Um processo demorado para que os ilustradores científicos se apercebam que deveriam implementar diferentes tons de pele, ou usar nas

suas obras exemplos menos comuns como alguém idoso ou numa cadeira de rodas para vencer paradigmas e preconceitos que de tão instalados nos parecem inofensivos. Há ainda uma ideia muito rígida de como é, ou deveria ser, um corpo saudável e isso é algo difícil de mudar. Contudo, já se vai verificando uma maior tolerância e equilíbrio quanto à ilustração do género. O mesmo acontece com a ilustração de espécies e a exigência no rigor científico para que a mensagem seja, de certa forma, interpretada segundo o conhecimento adquirido pelos factos, e não apenas por senso comum, bem como ser transmitida a um público mais vasto que não apenas uma minoria ou estrato social.

Em terceiro lugar, existem questões relativamente a direitos de autor. Não nos esqueçamos da lei e em que país pretendemos apresentar as nossas obras, pois rapidamente a publicação pode ser interdita por falta de clareza nos temas expostos e diferença nas barreiras linguísticas como nas traduções.

Por último, mas não menos importante, abordou-se o uso de técnicas diferentes para o mesmo propósito. Comparando a mesma pressão, motivação intrínseca e a necessidade de compactar muita informação numa única ilustração, obtiveram-se as ICs originais dos golfinhos-roazes e do cavalo-marinho-de-focinho-curto apresentadas tanto em técnica a lápis de cor, mista e na técnica digital. Os avanços tecnológicos não são suficientes se não houver acesso à informação sobre como manobrar as técnicas ou se existir falta de conhecimento para usar as ferramentas ou programas adequados. Tal como o autor Huang precisava de cooperar com pescadores detentores de conhecimento aprofundado da espécie para obter ilustrações de melhor qualidade, o resultado da técnica em digital confere precisamente o mesmo. Um crescimento de habilidades pessoais mútuas entre indivíduos com conhecimentos de áreas diferentes (ilustrador e cientista) são sempre desenvolvidas neste tipo de situações cujos ideais semelhantes, tolerância e compreensão mútua são fatores determinantes da qualidade do resultado. É necessário entendimento durante a comunicação para que um especialista no campo da ciência possa apoiar o outro especialista no campo da produção mais artística e vice-versa.

Neste projeto, foi bastante enriquecedor aprender com os erros uns dos outros, revelando-se uma forma muito eficiente de alcançar melhores resultados e em menos tempo. No entanto, poderiam ser formulados inquéritos, principalmente a ilustradores científicos, para testar esta hipótese em estudos futuros face a benefícios de crescimento pessoal, social e económico. Atualmente, a informação pode ser disseminada facilmente, mais rápido do que nunca e, se não for bem empregue, surgirão mais problemas e ameaças à vida das espécies no futuro, do ser humano inclusive, dentro do ramo da conservação da natureza. Sendo os humanos descendentes evolutivos de seres sociais, cooperar, partilhar ou

conscientizar e dar a devida informação a novos indivíduos/entidades, independentemente das idades/capacidades, pode ser visto como positivo e espera-se que continue a mudar para melhor.

Discussão sobre alternativas a Impactos antropogénicos:

Sobrepesca

Embora a sobrepesca resulte de múltiplas causas ou de vários fatores associados entre si, é amplamente reconhecido que a sobrecapitalização é um dos principais contribuintes para o esgotamento dos recursos pesqueiros (Leadley *et al.*, 2014). Se os subsídios não forem reduzidos, espera-se que os níveis atuais de excesso de capacidade da mesma permaneçam, levando ao declínio contínuo das populações e ecossistemas marinhos (O'Hara *et al.*, 2019). No entanto, em outubro de 2013, na legislação da União Europeia decidiu-se que, para o período de 2014-2020, os subsídios anuais de 1 bilhão de euros para a pesca não seriam depositados para a construção de novas embarcações, mas divididos por outras categorias, conforme descritas na Fig. 77. Este poderá um sinal promissor de que os interesses políticos já estão a iniciar algum progresso no sentido de reduzir fatores que contribuem para a redução da sobrepesca (Leadley *et al.*, 2014).

Table 3.1. Classification of subsidy programmes according to Khan *et al.* (2006)

Category	Programme Types
Beneficial	Fisheries management and services
	Fishery research and development
Capacity Enhancing	Tax exemption
	Foreign access agreements*
	Boat construction renewal and modernisation
	Fishing port construction and renovation
	Fishery development projects and support services**
	Marketing support, processing and storage infrastructure***
	Fuel subsidies
Ambiguous	Fisher assistance
	Vessel buyback
	Rural fishers' community development

*When these agreements are partly or fully paid by governments then the payments are considered as subsidies.

**This is likely to attract labour from, for e.g., the agriculture sector thereby increasing capacity.

***With this type of subsidy, wholesalers and processor are more likely to transfer the benefit they get in this manner to fishers by paying higher prices thereby stimulating capacity.

Figura 66-77 - Tabela de classificação de programas de subsídios segundo Khan *et al.* (2006), já experimentados por alguns países e com consequências favoráveis ao governo e populações.

Outro aspeto mencionado pelos mesmos autores como positivo, seria o facto dos subsídios serem considerados benéficos, pois requerem mão-de-obra. Também (Christie *et al.*, 2017) refere que os recursos humanos podem realmente fazer a diferença, sobretudo neste ramo. Contudo, e enquanto hipótese a apresentar neste estudo, os subsídios poderiam ser empregues para melhorar o conhecimento por meio de workshops/aulas, não apenas para técnicos ou investigadores diretamente ligados à ciência, mas também para a comunidade, através do recente novo modelo de divulgação denominado ciência cidadã (Hermoso *et al.*, 2021). Uma maneira de envolver os especialistas e pessoas com diferentes ideias ou culturas num mesmo objetivo, dentro da temática da conservação, poderia ser criado recorrendo às IC's durante essas mesmas atividades práticas. Uma solução seria mostrar quais as áreas limitadas de pesca (através de mapas, desenhos) e os resultados obtidos, adicioná-los a novos aplicativos (novas formas interativas de tecnologia) que podem melhorar a gestão ou até mesmo os serviços pesqueiros (com vídeos educacionais no Youtube), filmando a atividade pesqueira e inserindo as espécies afetadas ou levar às escolas as imagens em realidade aumentada, onde as crianças de outra maneira não conseguiriam estar presentes nas atividades ao ar livre, ou ainda apresentar as IC nos próprios barcos em plena atividade de pesca. Sendo a sobrepesca o principal fator de declínio da população de roazes no Estuário do Sado, por depleção da fonte de alimento ou capturas acidentais (Augusto, Rachinas-Lopes, & Santos, 2011), esta atividade foi representada ao centro da composição final, acompanhada pela IC individual do golfinho-mãe e cria (Fig. 63). Desta maneira, a apresentação do painel para divulgação científica, iniciar-se-á por este ponto fulcral.

Tráfego marítimo

As espécies que foram ilustradas neste estudo estão sob outro tipo de pressão da atividade humana quando competem diretamente por peixes perto de locais pesqueiros ou de aquacultura. Podemos referir que os dispositivos de dissuasão acústica (DDA's) que transmitem sinais de elevada frequência e em pequenos intervalos de tempo para fins de deteção, medição ou identificação, podem ser úteis para manter certas espécies marinhas longe do perigo, seja de barcos, redes de pesca ou tanques de aquacultura (Mikkelsen *et al.*, 2017). No entanto, sabe-se que, dado os seus intervalos e níveis de origem, os DDA's têm o potencial de causar efeitos negativos a nível físico e comportamental em espécies-alvo e não-alvo, incluindo pinípedes ou cetáceos (Erbe *et al.*, 2019). Fisicamente, o ruído destes aparelhos pode resultar em reduções temporárias ou permanentes na sensibilidade

auditiva (Mudança de Limiar Temporário [MLT's] ou Mudança de Limiar Permanente [MLP's]) de mamíferos marinhos que usam o som como o seu sentido primário de orientação no meio aquático (Findlay *et al.*, 2018). O uso de DDA's, ou até a poluição sonora resultante do tráfego marítimo geral, pode levar a alterações de respostas comportamentais (Knight, 2011) também em espécies de peixes como *Diplodus vulgaris*. Deste modo, afeta-se toda uma cadeia alimentar onde as espécies podem inclusive excluir *habitats*-chave outrora usados para a alimentação, descanso e/ou reprodução (Findlay *et al.*, 2018).

A composição final do Estuário do Sado como representação geral de um ecossistema estuarino pode demonstrar, de uma forma subtil, o ruído subaquático proveniente de uma ampla gama de fontes (Peng, Zhao & Liu, 2015). A presença de turistas e navios (pesqueiros, cargueiros, dragas, etc.) como os apresentados na Fig. 78 e na composição final afetam, assim, muitas espécies de cetáceos como golfinhos-comuns (*Delphinus delphis*) e a única população residente de golfinhos roazes-corvineiros (*Tursiops truncatus*) (Augusto *et al.*, 2011). Esta nossa atividade e pressão costeira foi observada a decair após as medidas implementadas e derivadas da CoViD-19, sendo que atualmente em 2021, já se regista um ligeiro aumento na quantidade de espécies marinhas comerciais e outras que vão reaparecendo um pouco por toda a costa portuguesa repovoando a zona ou alargando território, tal como dois roazes corvineiros pertencentes à família do Estuário do Sado que têm vindo a ser observados com maior frequência ao longo do Canhão da Nazaré.



Figura 78 - A – Draga; B – Embarcação de pesca. Referências fotográficas de embarcações típicas e presentes no Estuário do Sado (2019).

Contaminação, Resíduos Sólidos Urbanos e Turismo

Cerca de 80% dos resíduos que chegam aos nossos oceanos têm origem nas áreas urbanas (Wilson, 2020). As fontes terrestres de lixo marinho são inúmeras, pelo que na composição do painel (Fig. 63), optou-se por demonstrar vestígios da presença humana (através de edifícios de habitação e turismo) e a falta de manutenção de saneamento básico construído inadequadamente submerso o que, muitas vezes, afeta diretamente as vidas de espécies aquáticas que necessitam dos sedimentos dos fundos para sobreviver. A contaminação do sedimento estuarino é uma das principais fontes de *stress* à saúde do ecossistema (Caeiro *et al.*, 2005). No caso da representação da lula (*Loligo vulgaris*), pretende-se referir que há mutações a nível genético derivadas da bioacumulação de metais pesados nas células dos organismos, o que poderá impedir que indivíduos das próximas gerações sejam menos eficazes a camuflar-se no meio e, por conseguinte, mais facilmente predados. Por isso, esta é apresentada com uma pose comportamental de fuga ou ataque na composição final (Fig. 63), perante um objeto estranho como um contentor de armazenamento de resíduos radioativos. Tal como a contaminação por deposição de metais pesados, também o *input* e acumulação de matéria orgânica dissolvida (nutrientes como azoto e fósforo), derivada da atividade de entidades ligadas a ramos da agricultura, da investigação marinha ou aquacultura, oferece oportunidades exclusivas de crescimento e aumento de biomassa das comunidades planctónicas na região (Weitzman *et al.*, 2019). Logo, não é surpreendente o surgimento de *blooms* de algas tóxicas. Na composição final denota-se a cor um pouco mais azul-esverdeada do fundo do estuário e onde se localiza o representante da espécie caravela-portuguesa *Physalia physalis* para demonstrar um modelo de desenvolvimento típico de organismos oportunistas. Quando estão presentes fatores propícios à reprodução exacerbada de cnidários, como a *Physalia physalis* ou a *Catostylus tagi*, geram-se aglomerados de indivíduos e *blooms* visíveis nas praias (Miranda, 2017). Isto afeta também o turismo na medida em que, por falta de conhecimento ou consciência do perigo, os humanos tocam nestes animais, muitos deles tóxicos/venenosos e acabam por sofrer queimaduras graves, entre outros sintomas já relatados de ocorrências anteriores idênticas (FAO, 2013). Expor este tipo de informação sob a forma de IC's e concretizar a sua posterior divulgação sob a forma de panfletos ou em aplicativos de telemóveis, por exemplo, é uma alternativa para evitar este tipo de incidentes. Na composição final, encontra-se uma sugestão onde poderia estar arquivada essa informação extra (havendo uma entidade responsável pelo conteúdo) e a forma de acesso ao mesmo (através da leitura de um QRcode) (Bui *et al.*, 2014).

O desenvolvimento turístico da zona em estudo gera/coopera com outro género de atividades como a caça ou pesca desportiva e mergulho livre. Tanto da primeira como da segunda, existem por vezes interações entre humanos e seres aquáticos que merecem destaque pela sua ilegalidade. A caça ilegal já levou à grande destruição de *habitats* e ao declínio de populações de algumas espécies, sobretudo quando estas são consideradas iguarias gastronómicas da região, como o caso de tubarão-gato-enfermeiro ou até Pata-roxa (*S. stellaris*) apresentado anteriormente na Fig. 48. Estes indivíduos encontram-se já ameaçados, de acordo com a IUCN, bem como os cavalos-marinhos *Hippocampus hippocampus*, usados para colecionismo ou inseridos no mercado asiático, tanto para fins gastronómicos como para fins medicinais (Farastuti *et al.*, 2019). Os autores apresentaram soluções como a aquacultura destes últimos, mas os cavalos-marinhos, talvez devido à sua extrema sensibilidade e dificuldade em se adaptar a certas condições do meio, revelam ser uma espécie inadequada ao seu propósito de cultivo. Facto que leva a (re)pensar em novas alternativas e à colisão entre questões éticas de reprodução em massa e em cativeiro desta espécie em parques aquáticos. Como neste estudo de caso não se conseguiu idealizar esse desafio propondo outras soluções, o painel servirá como aviso ou meio de divulgação para evitar a extinção da espécie, transmitindo às gerações futuras conhecimentos que poderão ser úteis no quotidiano, referidos também na obra de Wilson (2020).

Macro e Microplásticos

Tem sido sugerido por vários investigadores que os animais (predadores) se alimentam de plásticos porque estes se parecem anatomicamente com presas ou libertam odores semelhantes às mesmas (Fukuoka *et al.*, 2016). Isto observa-se de imediato na composição final deste estudo de caso, através da representação do saco de plástico que relembra uma medusa-comum, como a *Catostylus tagi*, típica residente do Estuário do Sado (FAO, 2013; Neves *et al.*, 2008). Embora nalguns estudos os detritos de plástico também possam atuar como superfícies absorventes para contaminantes orgânicos hidrofóbicos, até de forma mais eficiente do que as próprias partículas de sedimentos do meio (Mouchi, Chapron, Peru, Pruski, Meistertzheim, Vétion, & Lartaud, 2019), após serem ingeridos, afetam muitos mamíferos marinhos e aves (Kawecki & Nowack, 2019), como se verifica pelas gaivotas presentes e perto do corvo-marinho (Fig.63).

O impacto dos microplásticos na saúde dos organismos é um desafio para avaliar a partir de observações *in situ*. No entanto, investigações científicas encontraram evidências de

corais tropicais contaminados por aditivos químicos de plástico tóxicos, como ésteres de ácido ftálico (Saliu, Montano, Leoni, Lasagni, & Galli, 2019).

Os autores Herrera *et al.*, (2019) detetaram uma elevada percentagem de microplásticos, cerca de 78,4%, numa amostra de peixes (cavala) vendidos nas Ilhas Canárias. Uma vez que surge dessa forma na nossa cadeia alimentar, vai prejudicar a saúde humana posteriormente (Falk-Andersson, Berkhout, & Abate, 2019). Medidas de ação para redução destes valores poderão ser apresentadas sob outras apresentações visuais (IC's) num outro painel ou composição, livros (Wilson, 2020) ou ainda inseridas noutra suporte como um aplicativo móvel digital de uma organização criada para recolha e classificação de lixo em espaços públicos (<https://www.litterati.org/>).

Efeitos de bioacumulação são facilmente compreendidos quando referidos sob forma gráfica adequada, conforme se verifica na composição final, uma vez que tudo se encontra no mesmo espaço e correlacionado em interações inter e intraespecíficas.

Soluções para ações individuais podem ser levadas em consideração e expostas ao público-alvo de diversas formas (Wilson, 2020), juntamente com a demonstração do painel através de monitores ou especialistas na área de conservação. Em conjunto, artes finais podem provar a eficácia ou não do uso de IC's na comunicação e divulgação científica (Penedo & Lima, 2018), mas mais uma vez, estudos seriam necessários para analisar tais resultados ou obter factos conclusivos.

Poluição por hidrocarbonetos

A poluição por óleo - hidrocarbonetos de petróleo - é provocada no ambiente marinho a partir de uma ampla gama de fontes, incluindo transporte (por exemplo, operações de petroleiros ou acidentes, esgotos e óleo de combustível, acidentes não-petroleiros e emissões atmosféricas), de instalações fixas (refinarias costeiras, produção *offshore*, terminais marinhos) e de outras fontes (p.e., resíduos urbanos ou industriais, escoamento urbano ou fluvial), juntamente com catástrofes naturais (Carpenter, 2018).

A poluição por óleo nos mares frios subárticos e árticos pode, portanto, ter sérios efeitos ecológicos, bem como grandes impactos socioeconómicos relacionados à pesca. A composição química dos óleos refinados é uma mistura complexa de milhares de compostos orgânicos contendo alcanos, cicloalcanos, compostos aromáticos e asfaltenos. No entanto, difere significativamente entre óleos, dependendo da sua origem (Jørgensen *et al.*, 2019). Pinípedes, como focas, ótarias, leões-marinhos e aves, como os corvos-marinhos (*P. carbo*), são alguns dos seres vivos mais afetados por estes produtos

químicos. Os óleos penetram nas narinas e olhos dos indivíduos, comprometendo o olfato e a visão, os seus primeiros sensores para captura de alimento (Polinov, Bookman, & Levin, 2021; Troisi *et al.*, 2016), ou desorientam-nos levando, por vezes, a que fiquem presos em derrames nas águas do oceano. Também sofrem dos efeitos de bioacumulação na cadeia alimentar.

Mais de 40 Áreas Marinhas Protegidas (AMP's) a nível global e um conjunto único de ecossistemas costeiros mal explorados (Viggor *et al.*, 2013) que incluem zonas rochosas intertidais, leitos rodolíticos, praias arenosas, mangais, sistemas estuarinos, pradarias de ervas marinhas e recifes de coral, estão afetadas. Os impactos ecológicos, sociais e económicos das ações governamentais de alguns países, têm sido inadequados. Os governos têm demonstrado uma fraca coordenação com as organizações não governamentais (ONG's), militares, sociedade civil, estados e municípios para lidar com os efeitos de derrames de petróleo. A falta de coordenação e diretrizes transparentes e adequadas tornou uma resposta rápida quase impossível de se concretizar. O governo federal brasileiro, por exemplo, dissolveu comités executivos e de apoio responsáveis por acidentes com derrames de petróleo (equipa do Plano de Contingência para Poluição por Óleo) no início de 2019 (Soares *et al.*, 2020). A resultante falta de liderança atrasou a resposta governamental à situação. Além disso, os recentes cortes orçamentais para a ciência e o desdobramento das políticas ambientais minaram a capacidade de instituições de apoio à conservação da natureza de compreenderem e resolverem os impactos destes desastres ambientais descontrolados (Soares *et al.*, 2020) *in* cartas de Jennifer Sills.

Centrais nucleares e resíduos radioativos

Também como mencionado anteriormente sobre a energia nuclear como alternativa às reduções de emissão de CO₂, a radioatividade decai ao longo de décadas, milhares de anos ou até de maior longevidade, como os físicos descobriram com o elemento ¹²⁴Xe através da captura de eletrões duplos de dois neutrinos (2νECEC). É um processo de fraca interação de segunda ordem com uma meia-vida prevista que ultrapassa a idade do Universo (XENON, 2019) e, portanto, os resíduos radioativos devem ser geridos com máxima segurança, pois permanecem perigosos por longos períodos de tempo. Assim, são necessárias instalações adequadas para a deposição desse material até que não represente perigo iminente, o que depende do tipo de resíduo e isótopos radioativos gerados num reator nuclear (Brown, 2019). Com o conteúdo textual adequado e auxiliado por ilustrações dos factos, é possível verificar a rápida disseminação da mensagem por

meio de IC's, bem como facilitar futuras tomadas de decisão sobre medidas de ação em prol da conservação marinha.

Já foram outrora propostas três opções de eliminação de resíduos altamente radioativos provenientes de centrais nucleares em zonas oceânicas (Lowry, 2009).

Numa primeira opção defendia-se a colocação de recipientes com resíduos nucleares nas partes mais profundas do oceano, como a Fossa das Marianas no Oceano Pacífico.

Uma segunda via propunha a eliminação de contentores de lixo de aço, com um formato de um míssil a partir da superfície, que penetrariam até 70 metros de profundidade (aproximadamente 229 pés), no sedimento dos fundos.

Uma terceira proposta sugeria a deposição de resíduos em furos profundos pré-perfurados no fundo do oceano. A vantagem da eliminação de resíduos radioativos nos oceanos é o facto de estes compreenderem mais de cerca de 70% da superfície da Terra, sendo esta área em grande parte inabitada. Assim, qualquer libertação de radiação seria diluída substancialmente ao longo do tempo e, tal como referido anteriormente, não causaria danos diretos ao ser humano.

No entanto, surgem alguns problemas relativos a cada uma das opções propostas.

Em primeiro lugar, pela atual lei internacional em vigor nos Estados Unidos da América proibir a deposição de lixo radioativo no mar (Lowry, 2009). A reforma de 1993 e o subsequente protocolo de 1996 na Convenção de Londres apoiam a mesma medida, de acordo com os autores.

Segundo, mudanças no fundo do mar derivadas do terramoto de 2005 ao largo da costa da Sumatra, Indonésia, e conseqüente tsunami no Oceano Índico demonstram a razão pela qual o depósito de lixo radioativo contém determinados fatores de risco, como referido por (Parraman, 2010). O fundo marinho foi alterado significativamente em alguns locais, originando grandes sulcos de pressão e desvios de canhões submarinos pelo que esses espaços, caso tivessem sido usados para depositar lixo radioativo, seriam difíceis de monitorizar.

Um terceiro fator a ter em conta, é a corrosividade da água do mar sob os materiais utilizados para armazenar o lixo radioativo que, inevitavelmente, iria provocar danos significativos nos contentores e gerar fugas do conteúdo nas águas subjacentes. Deste modo, tornar-se-ia também difícil de controlar e talvez impossível de reparar os danos causados.

O quarto aspeto a considerar seria o método de transporte dos contentores, que teriam de conter grandes quantidades de lixo radioativo e percorrer grandes distâncias até ao local de depósito, numa forma eficiente e económica. Contudo, essas travessias poderão tornar-

se perigosas numa eventual ocorrência de tempestades, furacões, entre outros fenómenos temporais adversos e de menor previsibilidade (Lowry, 2009), o que tornaria difícil recuperar os resíduos radioativos.

Há ainda o plano de construção de usinas ou centrais nucleares flutuantes *offshore* (2015), por parte do Departamento de Ciência e Engenharia Nucleares do MIT (CEN) com vantagens, como (1) não haver necessidade de transportar indivíduos, materiais e equipamentos pesados constantemente para uma dada região, ou (2) limpar a zona após a fábrica ser desativada. Por conseguinte, também reduz a necessidade de avaliação e preparação do local de construção, o que costuma contribuir para incertezas nos prazos estabelecidos. Por fim, o depósito é maioritariamente feito de aço, praticamente não tendo de lidar com betão estrutural que, segundo investigadores, é geralmente responsável por custos significativos e atrasos na construção, bem como pela emissão de quantidades substanciais de CO₂. Juntos, esses fatores significam um benefício importante para um projeto que é altamente intensivo em capital. Portanto, aborda as três principais aprendizagens com o problema de Fukushima citadas por especialistas (P. Santos & Souza, 2013): manter a distância de populações densas, proteção contra terremotos ou tsunamis e manter área de resfriamento para o combustível. Contudo, surgem outras questões como: o que fazer para proteção em caso de ataques terroristas? Para onde vão os resíduos radioativos e qual o seu meio de transporte? O que acontece com o ambiente marinho envolvente nessas zonas caso hajam fugas de resíduos? Como isso afetará comunidades marinhas e a sua teia alimentar ou as células dos próprios organismos?

Ilustrações científicas como a composição final no painel, ou modelos gráficos conseguem demonstrar o que acontece a nível molecular após exposição à radiação (Lomax, Folkes, & O'Neill, 2013). Ocorreria uma rápida destruição de tecidos moles (F. Carvalho, Oliveira, & Malta, 2011; Charmasson *et al.*, 2009) colocando em perigo ou tornando mais vulneráveis seres vivos mais suscetíveis como invertebrados, apresentados pelas espécies *Catostylus tagi* e *Physalia physalis*. Daí a elevada importância de criar as AMP's, avaliar previamente estes locais a nível faunístico (número, quantidade e estado de conservação das espécies aí presentes) e divulgar a sua riqueza antes da construção da usina.

Espécies-bandeira e Conservação Ambiental

Uma vez que os golfinhos já são considerados uma espécie marinha emblemática (Servais, 2005), o resultado da IC individual, cuja mãe se apresenta com a cria, foi selecionado para se encaixar mesmo no centro de toda a composição, como desempenhando o papel de

personagem principal de um filme e apelar ao lado emocional do público-alvo num vislumbre imediato. O seu comportamento e pose, que relembra o instinto maternal humano, pode ser interpretado de duas formas: ou colocando os indivíduos da espécie expostos à mercê do conhecimento e comunicação humanos (tráfico animal/indústria pesqueira) ou fornecendo e garantindo-lhes estatuto de conservação (*status quo*) (Schlegel & Rupf, 2010; Williams *et al.*, 2000).

Por um lado, o facto de serem bem conhecidos por serem considerados seres vivos inteligentes (Wells & Scott, 2018), facilita o entendimento linguístico mais profundo e contribui para uma comunicação mais eficaz com políticos sobre decisões acerca da conservação da espécie. Existem casos em que os golfinhos selvagens se encontram em zonas protegidas por lei, sendo proibida a sua captura e posterior cativeiro (qualquer que seja o motivo), como os da família residente no Estuário do Sado (Augusto *et al.*, 2011). Contudo, mesmo sendo considerada Reserva Natural, a sua proteção está longe de ser assegurada, sobretudo face a novos projetos de dragagem em vigor (Guerreiro, 2020). As pradarias marinhas consideradas berçários para muitas espécies (Farastuti *et al.*, 2019; Koldewey, 2005), como por exemplo cavalos-marinhos demonstrados na composição final (Fig. 64) perto de uma máscara descartável, irão desaparecer, impedindo talvez um vislumbre destas criaturas no seu *habitat* natural num futuro próximo. Tendo conhecimento destas situações foram gerados movimentos na área de proteção animal em 2020, que ainda hoje prevalecem para evitar a sua extinção.

O mesmo acontece com alguns aquários que gostariam de manter estes animais como mera atração turística, mas foram encerrados ou até impedida a sua inauguração por falta de condições higieno-sanitárias (Rose, Parsons, & Farinato, 2009). Estas são algumas das vantagens de ser uma espécie conhecida, como uma espécie-bandeira.

No entanto, existem alguns parques aquáticos que precisaram de libertar os seus animais, por não terem capacidade de gestão ou manutenção de bem-estar animal a longo prazo (China Cetacean Alliance, 2015; Rose *et al.*, 2009), ou porque sofreram pressão da imprensa e entidades radicalmente fundamentalistas, referido no filme 'Free Willy' de 1993, com a orca Keiko como personagem principal (Brydon, 2006).

A “fama”, movimentou comunidades externas originando grupos de ambientalistas extremistas que reagiram rapidamente e geraram grande pressão social para libertá-lo no mundo selvagem, sem conhecimento da causa e inconscientes de toda a situação/logística envolvente. Alguns indivíduos libertados sob essas condições tiveram um fim trágico (Brydon, 2006; China Cetacean Alliance, 2015). Deve existir planeamento, ações e logística específicas para que um ou mais indivíduos em cativeiro sejam selecionados e para que

haja um período de readaptação (tanto de animais como da comunidade local) durante o processo de libertação dos indivíduos no seu *habitat* selvagem, caso contrário estes animais poderão sofrer consequências nefastas (China Cetacean Alliance, 2015).

Contudo, nem todos os parques aquáticos são lugares completamente obscuros e perigosos e podem ser, talvez e infelizmente, a única maneira de fornecer conhecimento sobre algumas espécies (Abdullah *et al.*, 2019). Esta foi mais uma razão pela qual se desenvolveu a ideia de criação de painéis, sugeridos neste estudo para alguns parques aquáticos já desenvolvidos. Como não podem ser encerrados, nem todos os animais recolocados no seu *habitat* natural repentinamente, tem vindo a ser alterado gradualmente as suas metas ou objetivos para obter benefícios equilibrados, investindo em mais ou noutras áreas de conservação marinha, até com o apoio de novas ferramentas tecnológicas.

Em vez do típico entretenimento ou pura diversão, podem-se incluir mais ações de caráter educativo para a proteção dos animais, como salas de aula *in situ*, constadas já em alguns parques aquáticos (adaptadas aos seus horários), ou atividades externas (dentro da proteção ambiental ou simulações do que fazer ou não em situações de resgate) que promovam maior aderência das escolas e do público em geral.

As ilustrações científicas, nos seus próprios produtos (*marketing*), ou impressas em qualquer outro tipo de material, podem apoiar a divulgação da mensagem e até ser usadas em aplicativos de alto desempenho tecnológico (realidade aumentada), para manter coesão grupal e coerência no discurso científico.

Além disso, a composição do Estuário do Sado pode ajudar noutros locais, como o Museu Marítimo de Setúbal, onde turistas ou outro género de público-alvo poderão ter contacto durante as suas visitas. Novos acordos entre parques marinhos, *seafaris* e museus marítimos podem surgir de autoridades responsáveis pela proteção da vida marinha.

Ilustração Científica em Painéis informativos

Também conhecidas como 'gravuras' ou 'murais', estas composições nos painéis datam do século XIX, quando ainda eram de pequenas dimensões (menores de 20cm x 30cm) e o seu uso era restrito ao ensino básico (Rodríguez, 2016). Embora sejam conhecidas dois séculos antes nalgumas telas, como *Orbis sensualium pictus* de Comenius (1592-1670) ou *Elementarwerk* de Basedow (1732-1790), estes painéis fundamentavam e apoiavam, na prática, novas teorias pedagógicas sobre uma maneira mais acessível dos alunos

aprenderem uma dada matéria, quando exposta com elementos visuais presentes nas aulas. As imagens seriam capazes de despertar um número maior de sensações (Rodríguez, 2016).

Sendo uma ferramenta visual utilizada na educação, seria de esperar que os painéis não só veiculassem informação de uma forma objetiva, sintética e intuitivamente compreensível, como também estimulassem a cognição intrínseca de cada indivíduo que com eles tivesse contato direto (Correia, 2011) Contudo, existem aspetos a ter em conta pois:

- A maioria dos painéis não são automaticamente inteligíveis; (oferecendo a hipótese de interpretação subjetiva);
- Podem ser elaborados por professores/investigadores que não tenham qualquer tipo de formação artística de base (Rodríguez, 2016).

Na primeira situação, os painéis eram um meio de avaliação de conhecimentos do aluno, pelo que as ilustrações (não acompanhadas por informação textual) eram representadas de forma a também exercitar o espírito crítico do observador. No segundo, os próprios cientistas viam-se obrigados a criar os seus painéis relativos à suas investigações. Isto podia levar a inserção de informação tendenciosa ou ideias preconcebidas, limitando a perceção individual.

Desta forma, as correntes que procuravam uma visão mais geral da natureza e os seus elementos, quando representados num painel, tornaram-se mais fortes com as teorias que apontavam que os painéis, mesmo apresentando algumas vantagens em relação aos próprios elementos da natureza, não os substituíam e que de facto, tal como advertiam alguns pedagogos da época como Margarita Comas (1872-1973), serviam apenas para os complementar (Rodríguez, 2016).

Também é óbvio que, tal como acontece com qualquer outro material didático, os enganos apresentados nos painéis poderão contribuir para uma aprendizagem inadequada ou a criação e perpetuação de falsas ideias.

Este facto, já apontado pela pedagoga citada anteriormente, e servindo aos mais inovadores profissionais da didática, é mais uma razão para evitar o uso destas composições no ensino. No entanto, denota-se uma excelente ferramenta em áreas como História, Arqueologia, Paleontologia ou outras referentes a evolução, para conseguir demonstrar animais pré-históricos, peças/materiais pertencentes a um dado povo ou cultura primitivos (Correia, 2012; Penedo & Lima, 2018) e manter uma sequência lógica ou encadeamento na história evolutiva da ciência. Relativamente ao papel de investigadores e/ou cientistas na elaboração e supervisão dos painéis ao longo da história, tem-se focado

mais na colaboração e legitimação do conteúdo dos painéis (e doutras formas de ilustração científica) para que se apresentem mais objetivos (Rodríguez, 2016) e sob diversos suportes, sejam estes físicos como o resultado apresentado na Fig. 63, ou digitais.

Ensaio compositivo e *design* gráfico

Planear o design do produto final, por ser um processo mais criativo e consumir muito tempo/esforço, neste estudo de caso, foi sem dúvida a etapa mais complexa. É preciso disciplina para saber até onde pode ir um ilustrador científico. Respeitar as regras da Ciência, manter o rigor (Correia, 2012; Hodges, 2003; Penedo & Lima, 2018) e desenvolver o espírito crítico pensando de forma diferente do habitual para tomar decisões ponderadas. Nunca esquecer as características do público-alvo e das três principais maneiras diferentes para entender o meio que nos rodeia, como visual, auditiva ou cinestésica, já estudadas na área da Psicologia (Gutierrez *et al.*, 2018; Pennsylvania, 2009). Caso contrário, a mensagem não poderá ser transmitida conforme o esperado, perdendo a sua eficácia e finalidade. É quase uma linguagem universal que pode ir além-fronteiras do entendimento global humano (comentário pessoal, 2021).

Na elaboração de uma composição, a presença de três aspetos estruturais é essencial:

- Enquadramento;
- Profundidade/Perspetiva;
- Objeto em estudo ou Massa, referidos por (Hodges, 1989).

Na fase do enquadramento, e para efeitos de esboço inicial, delinearam-se as linhas que definiriam a paisagem pretendida apenas com uma caneta preta comum, pois não são necessários quaisquer detalhes e numa folha de papel branco A4 disposta na horizontal, para abranger uma área maior. Qualquer referência fotográfica de uma zona costeira de praia rodeada de arribas serviria de apoio visual. No entanto, e sempre que possível, aconselha-se usar referências da nossa própria autoria para evitar problemas com direitos de autor (Hodges, 2003). Há diferentes formas de processar informação e cérebros, com o lobo esquerdo (parte lógica) mais desenvolvido que o direito (parte criativa), tendem a optar primeiro pelas referências e iniciar rascunhos após análise da informação recolhida. Os mais criativos pendem para a memória visual e esboçam enquanto analisam informação já adquirida, como se pode verificar pela Figura 79, cujas espécies principais foram logo

distribuídas conforme grau de relevância em destaque e ameaças da atividade antropogénica.

Só após obter resultados visíveis, se procuram referências físicas como fotografias, filmes, entre outras fontes de informação que se assemelhem ao rascunho traçado.

Um método não é mais eficiente que o outro. Ambos apenas dependem da organização cerebral de cada indivíduo, da sua escolha e agilidade pessoal com a técnica.



Figura 6779 - Esboço inicial de uma possível composição do ecossistema do Estuário do Sado baseado única e exclusivamente em memórias visuais da autora. Técnica de Grafite sobre folha branca, 90 g/m², A3.

Colocou-se a foto da paisagem no canvas pré-definido com fundo branco, 600dpi e RGB apenas por ser o mais divulgado e utilizado em *design*, quando comparado com o modelo CMYK, otimizado para impressão. Por esta razão se torna difícil saber qual a cor que será visível como resultado final.

Para clarificar a perspetiva, determinaram-se os tamanhos dos organismos e o espaço entre si, bem como a distância ao observador, trabalhando com o aumento ou redução das ilustrações, de acordo com escalas previamente definidas. Deste modo, visualizam-se rapidamente as interações simbióticas (inter-específicas e intraespecíficas) e os elementos representativos das atividades antropogénicas mais passíveis de afetar a população de golfinhos-roazes e cavalos-marinhos do local em estudo.

Denota-se que existiu sempre um cuidado para traçar a definição das ondas através de uma linha que caracterizasse ao mesmo tempo a agitação da água (em mar alto com ondas

maiores e perto da costa com fraca ondulação), e a separação entre ambiente à superfície e em profundidade no Estuário do Sado nas figuras seguintes do processo. Poderia experimentar-se o contrário, colocando as ondas mais agitadas perto da praia, simbolizando marés vivas, e uma linha mais ténue afastada da zona costeira. Porém, iria tornar-se redundante, uma vez que se teve o cuidado de apresentar ondulação visível na praia. Além disso, poderia estar a incrementar-se uma falsa ideia de movimento das águas. Ou seja, nesta região, e devido sobretudo à atividade naval a forte ondulação ocorre longe da costa, onde também os impactos da indústria pesqueira terão maior influência e abrangência na vida quotidiana das espécies marinhas. Embora este facto não seja tão perceptível à superfície, painéis de ilustrações científicas descortinam a mensagem, conseguindo demonstrar visual e claramente toda uma rede simbiótica a desencadear-se em profundidade, fruto da atividade humana e das interações entre espécies no meio aquático (Fig. 80).

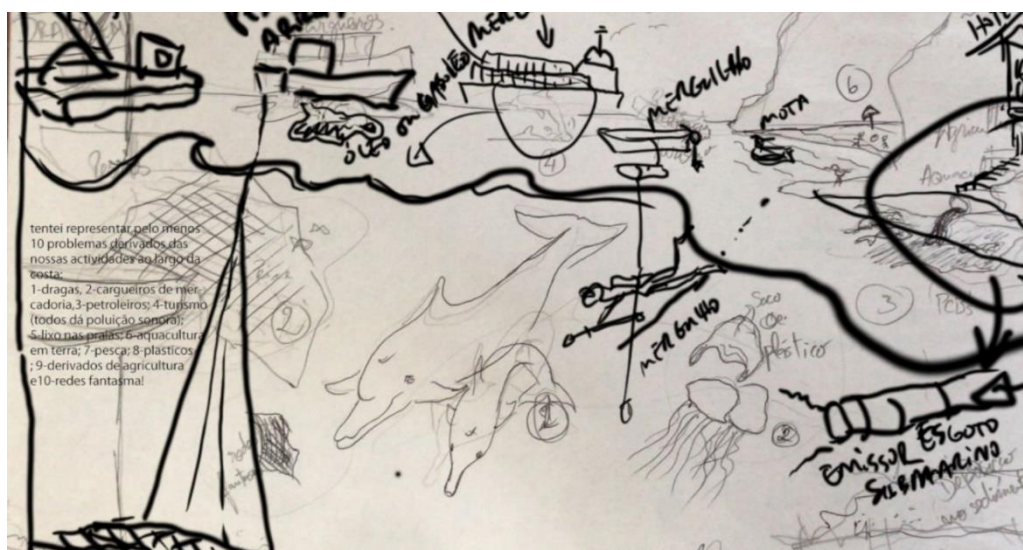


Figura 6880 - Correções do esboço da Fig. 79, conforme dados obtidos em literatura ou de especialistas nas áreas de Conservação e Ecologia Animal para representação de interações entre as espécies e a atividade humana no mesmo ecossistema marinho, neste estudo caso o Estuário do Sado.

Verifica-se que na composição final deste estudo e em painéis de outros autores (Carvalho & Jr, 2020; Correia, 2011; Penedo & Lima, 2018), há uma organização estrutural de informação visual compilada e descrita através do *design* compositivo, para se compreender a verdadeira necessidade em proteger a localidade e as espécies aí presentes.

A distribuição das massas pelos vários planos da paisagem foi efetuada digitalmente, também em camadas.

Utilizaram-se todas as ilustrações científicas individuais das artes finais, trabalhando-se uma a uma no *Photoshop* para ajustar a escala e coordenar tamanhos, inserindo as espécies de acordo com a profundidade, interações ecológicas e a sua posição relativa ao observador (Fig. 42);

Após a análise das interações entre cada espécie, houve o cuidado e a tentativa de as distribuir, acompanhando cada atividade antropogénica associada ao declínio da sua população.

Como se pode ver pelo resultado da composição final, através de simples registos ou referências fotográficas, não se capta uma gama tão vasta e rica em conhecimento sobre um dado assunto quanto estes tipos de IC's, ou murais.

Os painéis oferecem liberdade individual ao observador para captar ou não informação do seu interesse e, por isso se encontram expostos em locais também planeados como museus ou percursos pedestres (Penedo & Lima, 2018).

Os indicadores e índices de qualidade ambiental são ferramentas poderosas para processar, analisar e transmitir informações ambientais brutas para políticos, empresários, técnicos de investigação ou o público em geral.

Conforme Caeiro *et al.* (2005), a sua visualização espacial, por meio de mapas utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG), torna a sua transmissão ainda mais acessível e bem-sucedida. Neste estudo de caso promoveu-se também a IC como meio de difusão rápida e eficiente para alcançar os mesmos objetivos.

Como a grande finalidade, tanto da IC como dos painéis, centra-se no processo de divulgação surgem as publicações.

Uma publicação é um meio de comunicação pelo qual é transmitida, a um dado público-alvo, informação sob a forma de texto, verbal ou escrito, ou sob a forma de ilustração (Hodges, 2003).

O Copyright, simbolicamente representado por ©, é um conceito jurídico proclamado pela maioria dos governos, dando ao criador de um trabalho original direitos exclusivos sobre este último, geralmente por um tempo limitado. Considera-se "o direito de copiar", mas também dá ao detentor dos direitos autorais o direito de ser creditado para o trabalho, para determinar quem pode adaptá-lo de outras formas ou com outras finalidades, quem pode fazer duplicados, quem pode beneficiar financeiramente com isso, entre outros direitos correlacionados. É uma forma de propriedade intelectual, como a patente, a marca, e o segredo de comércio, aplicável a qualquer forma exprimível de uma ideia ou informação que é substancial (Carvalho & Jr, 2020). Uma das formas de evitar o usufruto do trabalho do ilustrador por parte de outrem, por exemplo, é a de colocar discretamente em marca de

água mas de forma visível, uma assinatura sobre as imagens. Já existem canetas denominadas invisíveis que poderiam servir para assinaturas em suportes físicos como folhas de papel, sendo estas legíveis apenas com o uso de lanternas de ultravioleta. Contudo, os seus componentes químicos são de fraca duração por vários motivos. Tratando-se de objetos experimentais e para um público-alvo infantil, os níveis de toxicidade devem ser diminutos e a sua degradação biológica eficaz, pelo que a tinta usada desaparece rapidamente a longo prazo. Por conseguinte, esta característica confere vantagens aos comerciantes do produto. Não foram testados efeitos secundários, como áreas da tinta amarelecerem com o envelhecimento do suporte, em nenhuma das técnicas adotadas neste caso de estudo.

5. CONCLUSÃO

Uma Ilustração Científica é sempre uma imagem pensada e estrategicamente construída, com um objetivo bem definido. Não é o resultado de um ímpeto ou do riscar de uma ideia espontânea (Correia, 2011). Obedece, portanto, a duas directrizes funcionais: (1) simplificar o complexo e (2) adequar a mensagem a cada audiência particular, sem descuidar o rigor (Correia, 2019). Regra geral, representa assuntos que, de alguma forma, possam ser visualizados e estudados pelos vários ramos da Ciência.

Como mencionado anteriormente em cartas editadas por Jennifer Sills, relativamente a derrames de óleo nos oceanos, é outro exemplo do que se pode evitar, onde, demonstrado na composição final e sugerindo possíveis soluções. Uma arte final (composição), juntamente com as mensagens verbais adequadas, pode complementar ou suplementar o conhecimento nelas transmitido e facilitar entendimento de matérias complexas. Pode-se investir em IC, até para sensibilizar (entusiasmar/incentivar) e conscientizar elementos nucleares (população de pescadores) ou grupos de decisores, interconectando-os à área científica (pesquisa).

Assim, a IC revela ser capaz de tornar visível o invisível, demonstrando que tudo é possível, sendo esse o verdadeiro poder de uma imagem.

Golfinhos, como os roazes-corvineiros (*T. truncatus*) demonstram ser o fruto de uma excelente seleção prévia e cuidada de espécie-bandeira nesta composição, por todas as razões mencionadas ao longo do estudo. A sua distribuição cosmopolita, bem como as variadíssimas probabilidades de interação com o ser humano em diversas situações ao longo da sua vida e evolução, revelam uma certa sintonia de aprendizagem mútua interespecífica. Talvez tenha sido todo este caminho em conjunto, desde o nosso conhecimento destes seres vivos, ao reconhecimento do seu valor e nosso esforço para a sua proteção, que colocou esta espécie-bandeira num estado de conservação de menor preocupação, de acordo com a IUCN Red List (lista de espécies ameaçadas) atual. Um exemplo de 'O que fazer para melhorar, aprendendo com o que não fazer'.

Existem ainda lacunas quanto a manter indivíduos desta espécie em cativeiro, mas felizmente têm vindo a surgir mais e mais alternativas.

Tudo começa com o aprender a observar/conhecer os animais e o ambiente através da ilustração científica. Podem desenvolver-se os trabalhos específicos para impressão como em livros, revistas ou *merchandising*; para painéis (de comunicação e divulgação da informação); ou ainda utilizando as ilustrações como base para desenvolver projetos com melhor *software*, ou *apps* – (1) sendo os robôs de inteligência artificial (IA) – desenvolvidos

em áreas de animatrónica ou biomímica – um possível resultado derivado da junção da ilustração científica com técnicas de modulação digital;

(2) sendo projeções em realidade aumentada (RA) resultado do uso das próprias ilustrações científicas 2D como base;

(3) e ainda, o facto de se poder sempre usar a própria IC como meio de comunicação em novos projetos de conservação marinha.

Dá toda a importância de uma ilustração científica, da sua qualidade e rigor, bem como a boa conduta na transmissão da informação contida na imagem.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo não pretende conter uma coleção exaustiva de consequências negativas do impacto da atividade humana sobre os ecossistemas e espécies marinhas. Muito pelo contrário, destina-se a revelá-las sob a forma de Ilustrações Científicas, com texto cuidado e simplificado, de forma a que certos aspetos das ações do ser humano possam ser discutidos/avaliados e para que hajam novos estudos com novas propostas de reutilização de resíduos ou redução na nossa pegada ecológica comum.

Aconselha-se testar a eficiência dos painéis após a sua edificação, como complementos ou meios de suporte físico para a divulgação da ciência no local onde forem colocados, através de novos eventos e atividades educativas.

Assim, sugere-se a presença de um formador/tutor/orientador do painel e a concretização de inquéritos *à posteriori*. Desta forma, e com todos estes contributos que orbitam na esfera dos painéis-murais enquanto unidades comunicacionais de elevado potencial e veículos do discurso científico adaptados para todos os públicos, espera-se que, no futuro, a divulgação científica do presente contribua para um aumento da consciência e respeito pelos seres vivos, tão diferentes, mas ao mesmo tempo tão iguais a nós.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, S., Samdin, Z., Ho, J., & Ng, S. (2019). Sustainability of marine parks: Is knowledge–attitude–behaviour still relevant? *Environment, Development and Sustainability*, 22(8), 7357–7384. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00524-z>
- Augusto, J., Rachinas-Lopes, P., & Santos, M. (2011). Social structure of the declining resident community of common bottlenose dolphins in the Sado Estuary, Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(8), 1773–1782. <https://doi.org/10.1017/S0025315411000889>
- Barrocas, C., & Correia, F. (2018). Texturing patterns in organic models: 2D digital methods for the creation of scales. *CONFIA - International Conference on Illustration and Animation*, 458–465. Esposende, Portugal.
- Barua, M., Root-Bernstein, M., Ladle, R., & Jepson, P. (2011). Defining flagship uses is critical for flagship selection: A critique of the IUCN climate change flagship fleet. *Ambio*, 40(4), 431–435. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0116-2>
- Birnir, B. (2021). SARS-CoV-2 Coronavirus How it spreads in confined spaces. *Research Features*, 125(136), 1–3. <https://doi.org/10.26904/rf-136-1506914255>
- Brown, K. (2019). *Kate Brown, Manual for survival: a Chernobyl guide to the future* (1 edition). Retrieved from https://www.amazon.com/dp/0393652513/ref=rdr_ext_tmb
- Brydon, A. (2006). The predicament of nature: Keiko the whale and the cultural politics of whaling in Iceland. *Anthropological Quarterly*, 79(2), 225–260. <https://doi.org/10.1353/anq.2006.0016>
- Bui, T., Vu, N., Nguyen, T., & Nguyen, T. (2014). Robust message hiding for QR code. *Proceedings - 2014 10th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, IIH-MSP 2014*, 520–523. <https://doi.org/10.1109/IIH-MSP.2014.135>
- Buongiorno, J., Golay, M., Todreas, N., Briccetti, A., Jurewicz, J., & Kindfuller, V. (2014). *Smr2014-3306 Plant Design for Societally Acceptable and Economically*. 1–11. Retrieved from <http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/proceeding.aspx?articleid=1886968>
- Caeiro, S., Costa, M., Ramos, T., Fernandes, F., Silveira, N., Coimbra, A., & Painho, M. (2005). Assessing heavy metal contamination in Sado Estuary sediment: An index analysis approach. *Ecological Indicators*, 5(2), 151–169. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.02.001>

- Calmet, D., & Bewers, J. (1991). Radioactive waste and ocean dumping. The role of the IAEA. *Marine Policy*, 15(6), 413–430. [https://doi.org/10.1016/0308-597X\(91\)90051-C](https://doi.org/10.1016/0308-597X(91)90051-C)
- Carpenter, A. (2018). Oil pollution in the North Sea: the impact of governance measures on oil pollution over several decades. *Hydrobiologia*, 845(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3559-2>
- Carvalho, F., Oliveira, J., & Malta, M. (2011). Radionuclides in deep-sea fish and other organisms from the North Atlantic Ocean. *ICES Journal of Marine Science*, 68(2), 333–340. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq088>
- Carvalho, M., & Jr, N. (2020). Autoria e Mercado Editorial: histórico e alternativas. *CONFIA*, 665, 688. CONFIA Proceedings.
- Chang, J. (2014). An introduction to using QR codes in scholarly journals. *Science Editing*, 1(2), 113–117. <https://doi.org/10.6087/kcse.2014.1.113>
- Charmasson, S., Sarradin, P. M., Le Faouder, A., Agarande, M., Luyen, J., & Desbruyères, D. (2009). High levels of natural radioactivity in biota from deep-sea hydrothermal vents: a preliminary communication. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100(6), 522–526. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2009.02.002>
- China Cetacean Alliance. (2015). *OCEAN THEME PARKS : A Look Inside China's Growing Captive Cetacean Industry*.
- Christie, P., Bennett, N., Gray, N., Wilhelm, T., Lewis, N., Parks, J., & Friedlander, A. (2017). Why people matter in ocean governance: Incorporating human dimensions into large-scale marine protected areas. *Marine Policy*, 84, 273–284. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2017.08.002>
- Correia, F. (2011). Murais e painéis do património natural — a ilustração científica ao serviço da divulgação. *XVIII Jornadas Pedagógicas Da Educação Ambiental, ASPEA*, 2.
- Correia, F. (2012). A ilustração científica: “santuário” onde a arte e a ciência comungam. *A Ilustração Científica: “Santuário” Onde a Arte e a Ciência Comungam*, 9(2), 221–239. <https://doi.org/10.5216/vis.v9i2.19864>
- Correia, F. (2018). Vamos desenhar... um sapo. *Parques e Vida Selvagem*, 84. <https://doi.org/ISSN 1645- 2607>
- Correia, F. (2019). Ilustração científica: Portal para o mundo da Ciência. *Parques e Vida Selvagem*, 58–63.
- Correia, F., & Farinha, N. (2005). *Mar de Cascais : ilustrações de vida marinha* (C. M. de Cascais, Ed.). Retrieved from <https://www.cascais.pt/livro/mar-de-cascais-ilustracoes-de-vida-marinha>

- Desforges, J., Galbraith, M., Dangerfield, N., & Ross, P. (2014). Widespread distribution of microplastics in subsurface seawater in the NE Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 79(1–2), 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.035>
- Else, F. (2005). “La maggior porcheria del mondo”: Documents for Ammannati’s Neptune Fountain. *Burlington Magazine*, 147(1228), 487–491.
- Erbe, C., Marley, S., Schoeman, R., Smith, J., Trigg, L., & Embling, C. (2019). The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. *Frontiers in Marine Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00606>
- Falcão, D. (2010). *Davina-Nicole de Souza Falcão Ilustração Científica para a criação do guia de aves da RND S . Jacinto Davina-Nicole de Souza Falcão Ilustração Científica para a criação do guia de aves da RND S . Jacinto*. 98.
- Falcão, D. (2020). Ilustração Científica de Vida Selvagem. *Lucanus-Revista de Ambiente e Sociedade*, 92–93.
- Falk-Andersson, J., Berkhout, B., & Abate, T. (2019). Citizen science for better management: Lessons learned from three Norwegian beach litter data sets. *Marine Pollution Bulletin*, 138(June 2018), 364–375. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.021>
- FAO. (2013). *General Fisheries Commission for the Mediterranean Studies and Reviews*.
- FAO. (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. In *Nature and Resources* (Vol. 35). Rome.
- Farastuti, E., Sudrajat, A., Nurilmala, M., Zairin, M., Suprayudi, M., & Silaban, A. (2019). Reproductive biology and broodstock maintenance of seahorse *Hippocampus sp.* comes as a prospect aquaculture commodity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012023>
- Findlay, C., Ripple, H., Coomber, F., Froud, K., Harries, O., Geel, N., & Wilson, B. (2018). Mapping widespread and increasing underwater noise pollution from acoustic deterrent devices. *Marine Pollution Bulletin*, 135(August), 1042–1050. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.042>
- Fritt-Rasmussen, J., Ascanius, B., Brandvik, P., Villumsen, A., & Stenby, E. (2013). Composition of in situ burn residue as a function of weathering conditions. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1–2), 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.034>
- Fukuoka, T., Yamane, M., Kinoshita, C., Narazaki, T., Marshall, G., Abernathy, K., & Sato, K. (2016). The feeding habit of sea turtles influences their reaction to artificial marine debris. *Scientific Reports*, 6, 1–11. <https://doi.org/10.1038/srep28015>
- Guerreiro, F. (2020). *Dragagens no rio Sado (Setúbal, Portugal) – possíveis violações de*

diretivas comunitárias.

- Guest, J., Baird, A., Maynard, J., Muttaqin, E., Edwards, A., Campbell, S., & Chou, L. (2012). Contrasting patterns of coral bleaching susceptibility in 2010 suggest an adaptive response to thermal stress. *PLoS ONE*, 7(3), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033353>
- Gutierrez, M., Méndez, M., Centeno, B., & Osorio, L. (2018). The styles Visual, Auditory, Kinesthetic and competences in the classroom. *International Journal of Recent Scientific Research*, 9(6), 27679–27682. <https://doi.org/10.24327/IJRSR>
- Halpern, B., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K., Koenig, K., Longo, C., & Walbridge, S. (2015). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications*, 6(May), 1–7. <https://doi.org/10.1038/ncomms8615>
- Hamer, D., & Minton, G. (2020). Guidelines for the safe and humane handling and release of bycaught small cetaceans from fishing gear. In *UNEP/CMS Secretariat. Technical Series*. Retrieved from <https://www.iotc.org/sites/default/files/documents/2019/08/IOTC-2019-WPEB15-44.pdf>
- Hermoso, M., Martin, V., Gelcich, S., Stotz, W., & Thiel, M. (2021). Exploring diversity and engagement of divers in citizen science: Insights for marine management and conservation. *Marine Policy*, 124(December 2020), 10. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104316>
- Herrera, A., Štindlová, A., Martínez, I., Rapp, J., Romero-Kutzner, V., Samper, M., & Gómez, M. (2019). Microplastic ingestion by Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the Canary Islands coast. *Marine Pollution Bulletin*, 139(July 2018), 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.022>
- Hodges, E. (1989). The Guild handbook of scientific illustration. *The Guild Handbook of Scientific Illustration*, 575. <https://doi.org/10.2307/3809260>
- Hodges, E. (2003). *The Guild Handbook of Scientific Illustration (second edition)*. <https://doi.org/10.2307/3809260>
- Izmalkova, T., Gafarov, A., Sazonova, O., Sokolov, S., Kosheleva, I., & Boronin, A. (2018). Diversity of Oil-Degrading Microorganisms in the Gulf of Finland (Baltic Sea) in Spring and in Summer. *Microbiology (Russian Federation)*, 87(2), 261–271. <https://doi.org/10.1134/S0026261718020054>
- Jiang, Y., Lück, M., & Parsons, E. (2008). Public Awareness, Education, and Marine Mammals in Captivity. *Tourism Review International*, 11(3), 237–249. <https://doi.org/10.3727/154427207783948829>

- Jørgensen, K., Kreutzer, A., Lehtonen, K., Kankaanpää, H., Rytönen, J., Wegeberg, S., & Wang, F. (2019). The EU Horizon 2020 project GRACE: integrated oil spill response actions and environmental effects. *Environmental Sciences Europe*, 31(1).
<https://doi.org/10.1186/s12302-019-0227-8>
- Kawecki, D., & Nowack, B. (2019). Polymer-Specific Modeling of the Environmental Emissions of Seven Commodity Plastics As Macro- and Microplastics [Research-article]. *Environmental Science and Technology*, 53(16), 9664–9676.
<https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02900>
- Knight, K. (2011). Lateral Line Helps Fish Determine Sound Direction. *Journal of Experimental Biology*, 214(20), i. <https://doi.org/10.1242/jeb.065698>
- Koelmans, A., Nor, N., Hermsen, E., Kooi, M., Mintenig, S., & France, J. (2019). Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Research*, 155, 410–422.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054>
- Koldewey, H. (2005). Syngnathid Husbandry in Public Aquariums. In *Project Seahorse*.
- Kosuth, M., Mason, S., & Wattenberg, E. (2018). Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PLoS ONE*, 13(4), 1–18.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194970>
- Law, S. (2021). Dried seahorse in traditional medicine: A narrative review. *Infectious Diseases and Herbal Medicine*, 2(1), 5–8. <https://doi.org/10.4081/idhm.2021.158>
- Leadley, P., Krug, C., Alkemade, R., Pereira, H., Sumaila, U., Walpole, M., & Mumby, P. (2014). *PROGRESS TOWARDS THE AICHI BIODIVERSITY TARGETS: AN ASSESSMENT OF BIODIVERSITY TRENDS, POLICY SCENARIOS AND KEY ACTIONS Global Biodiversity Outlook 4 (GBO-4) Technical Report (Vol. 78)*.
<https://doi.org/10.1177/004057367903600213>
- Leaper, R., Renilson, M., & Ryan, C. (2014). Reducing underwater noise from large commercial ships: CURRENT STATUS AND FUTURE DIRECTIONS. *The Journal of Ocean Technology*, 9(June 2015), 50–69.
- Lehr, J., Keeley, J., & Kingery, T. (2016). Biomass: Renewable Energy from Plants and Animals. *Alternative Energy and Shale Gas Encyclopedia*, 657–662.
<https://doi.org/10.1002/9781119066354.ch62>
- Lomax, M., Folkes, L., & O'Neill, P. (2013). Biological consequences of radiation-induced DNA damage: Relevance to radiotherapy. *Clinical Oncology*, 25(10), 578–585.
<https://doi.org/10.1016/j.clon.2013.06.007>
- Lowry, D. (2009). Calculated risks: highly radioactive waste and homeland security.

- Journal of Integrative Environmental Sciences*, 6(1), 91–94.
<https://doi.org/10.1080/15693430802650456>
- Matias, O., Martins, P., Dias, A., & Guimarães, P. (2021). *GeoFOCO 10/BioFOCO 10 - Geologia e Biologia - 10.º Ano - Manual* (Areal Editores, Ed.).
- McCauley, D., Pinsky, M., Palumbi, S., Estes, J., Joyce, F., & Warner, R. (2015). Marine defaunation: Animal loss in the global ocean. *Science*, 347(6219).
<https://doi.org/10.1126/science.1255641>
- Mikkelsen, L., Hermannsen, L., Beedholm, K., Madsen, P., & Tougaard, J. (2017). Simulated seal scarer sounds scare porpoises, but not seals: Species-specific responses to 12 kHz deterrence sounds. *Royal Society Open Science*, 4(7).
<https://doi.org/10.1098/rsos.170286>
- Miranda, M. (2017). *Acidentes com cnidários (cnidaria: medusozoa) planctônicos no município de Balneário Rincão, Santa Catarina*. Retrieved from <http://repositorio.unesc.net/handle/1/5774>
- Moel, H., Ganssen, G., Peeters, F., Jung, S., Kroon, D., Brummer, G., & Zeebe, R. (2009). Planktic foraminiferal shell thinning in the arabian sea due to anthropogenic ocean acidification? *Biogeosciences*, 6(9), 1917–1925. <https://doi.org/10.5194/bg-6-1917-2009>
- Montesanto, G. (2015). A fast GNU method to draw accurate scientific illustrations for taxonomy A fast GNU method to draw accurate scientific illustrations for taxonomy Citation: Montesanto G (2015) A fast GNU method to draw accurate scientific illustrations for taxonomy Launched to accelerate biodiversity research. *Terrestrial Isopod Biology. ZooKeys*, 515, 191–206. <https://doi.org/10.3897/zookeys.515.9459>
- Mouchi, V., Chapron, L., Peru, E., Pruski, A., Meistertzheim, A., Vétion, G., & Lartaud, F. (2019). Long-term aquaria study suggests species-specific responses of two cold-water corals to macro-and microplastics exposure. *Environmental Pollution*.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.07.024>
- Neves, A., Cabral, H., Figueiredo, I., Sequeira, V., Moura, T., & Gordo, L. (2008). Fish assemblage dynamics in the Tagus and Sado estuaries (Portugal). *Cahiers de Biologie Marine*, 49(1), 23–35.
- Nørregaard, R., Gustavson, K., Møller, E., Strand, J., Tairova, Z., & Mosbech, A. (2015). Ecotoxicological investigation of the effect of accumulation of PAH and possible impact of dispersant in resting high arctic copepod *Calanus hyperboreus*. *Aquatic Toxicology*, 167, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2015.07.006>
- O’Hara, C., Villaseñor-Derbez, J., Ralph, G., & Halpern, B. (2019). Mapping status and

- conservation of global at-risk marine biodiversity. *Conservation Letters*, 12(4), 1–9.
<https://doi.org/10.1111/conl.12651>
- Oliveira, M., Carneiro, C., Vecchia, F., & Baptista, G. (2018). Ciclos climáticos e causas naturais das mudanças do clima. *Terrae Didactica*, 13(3), 149.
<https://doi.org/10.20396/td.v13i3.8650958>
- Parraman, C. (2010). Colour changes in prints during long-term dark storage of prints. *Journal of Physics: Conference Series*, 231(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/231/1/012006>
- Penedo, P., & Lima, L. (2018). A Pregnança Material da Superfície. *CONFIA 2018 - International Conference on Illustration & Animation*, (483), 669. Barcelos: Instituto Politécnico do Cávado e do Ave.
- Peng, C., Zhao, X., & Liu, G. (2015). Noise in the sea and its impacts on marine organisms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(10), 12304–12323. <https://doi.org/10.3390/ijerph121012304>
- Pennsylvania. (2009). Visual learners convert words to pictures in the brain and vice versa, says Psychology Study. *ScienceDaily*. Retrieved from <https://www.sciencedaily.com/releases/2009/03/090325091834.htm>
- Polinov, S., Bookman, R., & Levin, N. (2021). Spatial and temporal assessment of oil spills in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 167(August 2020), 112338. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112338>
- Poloczanska, E., Burrows, M., Brown, C., Molinos, J., Halpern, B., Hoegh-Guldberg, O., & Sydeman, W. (2016). Responses of Marine Organisms to Climate Change across Oceans. *Frontiers in Marine Science*, 3(May), 1–21. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00062>
- Primavera, J. (2006). Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone. *Ocean and Coastal Management*, 49(9–10), 531–545. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.06.018>
- Quintanilha, M. (2012). *Ilustração da biodiversidade marinha da zona costeira do Algarve central (Praia da Galé-Foz do Rio Arade)* (p. 30). p. 30. Faro: Universidade do Algarve.
- Reunamo, A., Riemann, L., Leskinen, P., & Jørgensen, K. (2013). Dominant petroleum hydrocarbon-degrading bacteria in the Archipelago Sea in South-West Finland (Baltic Sea) belong to different taxonomic groups than hydrocarbon degraders in the oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 72(1), 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.04.006>

- Rhodes, C. (2018). Plastic pollution and potential solutions. *Science Progress*, 101(3), 207–260. <https://doi.org/10.3184/003685018X15294876706211>
- Rodríguez, R. (2016). *OS PAINÉIS CIENTÍFICOS OU WANDTAFELN: Análise do acervo do Museu de História Natural e da Ciência de Lisboa*. Universidade de Lisboa.
- Rose, N., Parsons, E., & Farinato, R. (2009). Marine Mammals in Captivity. *World*, 76.
- Rousi, H., & Kankaanpää, H. (2012). *The ecological effects of oil spills in the Baltic Sea – the national action plan of Finland*. Retrieved from https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41546/EAG6en_2012_The_ecological_effects_of_oil.pdf?sequence=1
- Sala, E., Lubchenco, J., Grorud-Colvert, K., Novelli, C., Roberts, C., & Sumaila, U. (2018). Assessing real progress towards effective ocean protection. *Marine Policy*, 91(February 2018), 11–13. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.004>
- Saliu, F., Montano, S., Leoni, B., Lasagni, M., & Galli, P. (2019). Microplastics as a threat to coral reef environments: Detection of phthalate esters in neuston and scleractinian corals from the Faafu Atoll, Maldives. *Marine Pollution Bulletin*, 142(January), 234–241. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.043>
- Salvía, R. (2007). Enciclopédia Visual da Aves, Mamíferos, Peixes e Anfíbios, Répteis. In *Fishes and Amphibians* (p. 66). <https://doi.org/ISBN:978-84-9899-351-6>
- Samanta, S., Singh, O., & Jain, R. (2002). Polycyclic aromatic hydrocarbons: Environmental pollution and bioremediation. *Trends in Biotechnology*, 20(6), 243–248. [https://doi.org/10.1016/S0167-7799\(02\)01943-1](https://doi.org/10.1016/S0167-7799(02)01943-1)
- Santos, M., Coniglione, C., & Louro, S. (2007). Feeding behaviour of *Tursiops truncatus* and a review of its prey species in the Sado estuary, PT .31. *Revista Brasileira de Zootecias*, 9(1), 31–39.
- Santos, P., & Souza, V. (2013). Fukushima: após um ano do acidente, quais as influências nos meios: físico, biológico e antropogênico? *Caderno de Graduação - Ciências Biológicas e Da Saúde - FACIPE*, 1(1), 67–73. Retrieved from <https://periodicos.set.edu.br/index.php/facipesaude/article/view/1060/469>
- Schlegel, J., & Rupf, R. (2010). Attitudes towards potential animal flagship species in nature conservation: A survey among students of different educational institutions. *Journal for Nature Conservation*, 18(4), 278–290. <https://doi.org/10.1016/J.JNC.2009.12.002>
- Servais, V. (2005). *Enchanting and enchanted dolphins. An analysis of human/dolphin encounters*. 211–229. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2268/26268>
- Sibylle, M., Audubon, J., & Jackson, A. (2014). Biologist ' s illustration : a working between

- the scientist and artist. *Oxford University Press*, 39(2), 104–111.
- Sipelgas, L., & Uiboupin, R. (2007). Elimination of oil spill like structures from radar image using MODIS data. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 429–431. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2007.4422822>
- Soares, M., Teixeira, C., Bezerra, L., Rossi, S., Tavares, T., & Cavalcante, R. (2020). Brazil oil spill response: Time for coordination. *Science (New York, N.Y.)*, 367(6474), 155. <https://doi.org/10.1126/science.aaz9993>
- Spence, J., Fischer, R., Bahtiaran, M., Boroditsky, L., Jones, N., & Dempsey, R. (2007). Review of Existing and Future Potential Treatments for Reducing Underwater Sound from Oil and Gas Industry Activities. Report prepared for the Joint Industry Programme on E&P Sound and Marine Life. *NCE Report 07-001, 7047(06)*, 1–193. Retrieved from papers2://publication/uuid/0C5EA063-5798-48DE-ABA0-5E85F0AD0103
- Steensgaard, I., Syberg, K., Rist, S., Hartmann, N., Boldrin, A., & Hansen, S. (2017). From macro- to microplastics - Analysis of EU regulation along the life cycle of plastic bags. *Environmental Pollution*, 224, 289–299. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.007>
- Troisi, G., Barton, S., & Bexton, S. (2016). Impacts of oil spills on seabirds: Unsustainable impacts of non-renewable energy. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(37), 16549–16555. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.04.011>
- Vakaliuk, T., & Pochtoviuk, S. (2021). Analysis of tools for the development of augmented reality technologies. *CEUR Workshop Proceedings*, 2898, 119–130.
- Viggor, S., Juhanson, J., Jõesaar, M., Mitt, M., Truu, J., Vedler, E., & Heinaru, A. (2013). Dynamic changes in the structure of microbial communities in Baltic Sea coastal seawater microcosms modified by crude oil, shale oil or diesel fuel. *Microbiological Research*, 168(7), 415–427. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.02.006>
- Wabnitz, C., Cisneros-Montemayor, A., Hanich, Q., & Ota, Y. (2018). Ecotourism, climate change and reef fish consumption in Palau: Benefits, trade-offs and adaptation strategies. *Marine Policy*, 88(March 2017), 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.07.022>
- Weitzman, J., Steeves, L., Bradford, J., & Filgueira, R. (2019). Far-Field and Near-Field Effects of Marine Aquaculture. In *World Seas: an Environmental Evaluation (Second Edi)*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805052-1.00011-5>
- Wells, R., & Scott, M. (2018). Bottlenose Dolphin, *Tursiops Truncatus*, Common Bottlenose Dolphin. *Encyclopedia of Marine Mammals*, (1990), 118–125. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-804327-1.00072-8>

- Williams, P., Burgess, N., & Rahbek, C. (2000). Flagship species, ecological complementarity and conserving the diversity of mammals and birds in sub-Saharan Africa. *Animal Conservation*, 3(3), 249–260.
<https://doi.org/10.1017/S1367943000000974>
- Wilson, H. (2020). *O drama do Plástico e outras ameaças ambientais* (Edições AS).
- XENON. (2019). Observation of two-neutrino double electron capture in ^{124}Xe with XENON1T. *Nature*, 568(7753), 532–535. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1124-4>
- Zurita, A. (2016). The Evolution and Influence of Art in Scientific Illustration. *Bard Digital Commons*, 105.