



Universidade de Aveiro Departamento de Biologia
2019

**CLÁUDIA A. A.
BARROCAS**

**ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS NO RIO MINHO —
SENSIBILIZAÇÃO DE SETORES ECONÓMICOS
PRIMÁRIOS, ATRAVÉS DA ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA**

DECLARAÇÃO

Declaro que este relatório é integralmente da minha autoria, estando devidamente referenciadas as fontes e obras consultadas, bem como identificadas de modo claro as citações dessas obras. Não contém, por isso, qualquer tipo de plágio quer de textos publicados, qualquer que seja o meio dessa publicação, incluindo meios eletrônicos, quer de trabalhos acadêmicos.



Universidade de Aveiro Departamento de Biologia
2019

**CLÁUDIA A. A.
BARROCAS**

**ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS NO RIO MINHO
—SENSIBILIZAÇÃO DE SETORES ECONÓMICOS
PRIMÁRIOS, ATRAVÉS DA ILUSTRAÇÃO
CIENTÍFICA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Aplicada com Especialização em Ilustração Científica, realizada sob a orientação científica de Fernando Correia, da Universidade de Aveiro, e Carlos Antunes, da Universidade do Porto, membro do CIIMAR e Diretor do Aquamuseu do Rio Minho.

o júri

presidente

Prof. Doutora Maria Adelaide de Pinho Almeida
professora auxiliar c/ agregação da Universidade de Aveiro

Doutora Hélia Sofia Duarte Canas Marchante
professora adjunta no Instituto Politécnico de Coimbra

Prof. Doutor José Carlos Fernandes Antunes
professor auxiliar, CIIMAR – Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental

agradecimentos

Agradeço ao Fernando Correia, pelo incansável apoio e permanente disponibilidade durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Carlos Antunes, pelo entusiasmo, dedicação e sempre pertinentes críticas.

Aos meus pais, Carla e Vítor Barrocas, à minha irmã, Ana Sofia, e a toda a minha família pelo apoio e paciência demonstrados, sem os quais nunca teria conseguido concluir este mestrado.

palavras-chave

Comunicação de ciência; literacia científica; ilustração científica digital; espécies aquáticas invasoras; Rio Minho; prevenção; consciencialização/sensibilização

resumo

As deslocações humanas promovem, desde há séculos, a introdução de organismos em regiões onde não são nativos, de forma acidental ou intencional. Quando uma espécie introduzida é capaz de não só estabelecer populações autossustentáveis mas também proliferar e perturbar o ecossistema, torna-se invasora. As espécies exóticas invasoras (EEI) são uma das principais causas da perda de biodiversidade especialmente nos ecossistemas de água doce. É vital sensibilizar a população local, em particular a comunidade piscatória, para os danos que as EEI causam ao ecossistema do Rio Minho, promovendo práticas de proteção dos recursos naturais. Dado o baixo índice de literacia, principalmente científica, deste sector económico, torna-se necessário recorrer à imagem para melhor comunicar. A Ilustração Científica (IC) é uma ferramenta capaz de veicular visualmente uma explicação ou contextualização, com recurso a rigorosas imagens detalhadas estrategicamente pensadas e criadas, cientificamente corretas e honestas na interpretação da realidade que se pretende transmitir. A IC pode ir além da narrativa dedutível das palavras, auxiliando a compreensão de informações complexas e facilitando a sua assimilação (integração no corpo do conhecimento do indivíduo) e memorização. Na base deste projeto de comunicação de ciência estão ilustrações científicas acessíveis aos públicos-alvo a que se destinam (pescadores, crianças em idade escolar, sociedade em geral). Apresentam-se duas propostas simultâneas: a) um *kit* de cartas didáticas impermeáveis e portáteis para identificar *in situ* as principais EEI que ameaçam o Rio Minho; b) um painel de grandes dimensões a implantar em locais públicos (escolas, cais do rio, Aquamuseu), contendo informação mais detalhada, mapas da origem das EEI e regras de boas práticas. Metodologicamente, a execução das IC's e planeamento das cartas e painel, foi feito integralmente em técnica digital 2D com recurso à aplicação Adobe PhotoShop®. Foram criados e aperfeiçoados protocolos adequados a cada tipo de organismo a representar, maximizando a eficiência, correção e reprodutibilidade de todo o processo. A validação científica foi feita pela equipa do Aquamuseu do Rio Minho tendo em vista sustentar a criação de unidades comunicacionais vitais nas práticas de sensibilização das populações locais para a necessidade de preservar as populações/habitats/ecossistemas autóctones.

keywords

Science communication; scientific literacy; digital scientific illustration; invasive aquatic species; Minho River; prevention; awareness/sensitization

abstract

Human travel has been leading, for centuries, to the introduction of organisms in areas where they are not native, both accidentally and intentionally. When an introduced species is able to not only establish self-sustaining populations but also proliferate and disturb the ecosystem, it becomes invasive. Invasive exotic species (IES) are one of the main causes of biodiversity loss, especially in fresh water ecosystems. It is vital to raise awareness among the local population, particularly the fishing community, about the damage that IES cause to the Minho River ecosystem, promoting practices to protect natural resources. Given the low literacy index, mostly scientific, of this economic sector, it becomes necessary to use images to better communicate. Scientific Illustration (SI) is a tool capable of visually conveying an explanation or contextualization, by using rigorous, detailed images strategically designed and created, scientifically correct and honest in the interpretations of the reality they intend to transmit. SI can go beyond the narrative deductible from words, helping the comprehension of complex information and facilitating its assimilation (integrating with the body of knowledge of the individual) and memorization. At the base of this project of science communication are scientific illustrations accessible to the target-audiences for which they were designed (fishermen, school-aged children, general society). Two simultaneous proposals are presented: a) a kit of didactic waterproof portable cards for *in situ* identification of the most important EIS that threaten the Minho River; b) a large scale panel to be displayed at public locations (schools, river piers, the Aquamuseu), containing more detailed information, origin maps of the IES and codes of best practices. Methodologically, the execution of the SI and planning of the cards and panel were done integrally in 2D digital technique by using the Adobe PhotoShop© program. Protocols were created and perfected, each adapted to the type of organism it aims to represent, maximizing efficiency, correction and reproducibility of the entire process. The scientific validation was provided by the team at the Aquamuseu do Rio Minho with the aim to create communicational units that are vital for the mobilization of the population for the need to preserve the native populations/habitats/ecosystems.

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1. Comunicação de Ciência em Biologia..... | 1 |
| 1.1.1 A difusão (disseminação e divulgação) de Ciência | 1 |
| 1.1.2 Porquê promover a divulgação do conhecimento científico? | 3 |
| 1.1.3 A contribuição da divulgação científica para a sensibilização e consciencialização da sociedade - o potencial da ciência cidadã..... | 3 |
| 1.2 Enquadramento temático | 5 |
| 1.2.1 Espécies exóticas em Portugal | 5 |
| 1.2.2 Local de Intervenção | 7 |
| 1.2.3 A função e a eficácia da Ilustração Científica na sensibilização do público-alvo: o estado da arte | 7 |
| 1.3 Objetivos: Sensibilização, consciencialização e educação para o futuro | 15 |
| 2. Desenvolvimento do Projeto..... | 17 |
| 2.1 Metodologia | 17 |
| 2.1.1 Seleção das espécies | 17 |
| 2.1.2 Planeamento das plataformas de divulgação (Cartas e Painel) | 18 |
| 2.1.3 Seleção e análise do Público-alvo..... | 19 |
| 2.2 Material e Métodos para produção das ilustrações e composições | 21 |
| 2.2.1 Ilustração digital | 21 |
| 2.2.2 APS e Mesas Gráficas..... | 22 |
| 2.2.3 . Metodologia e métodos: cinco passos-a-passos representativos para produção das ilustrações | 23 |
| 2.2.3.1 MODELO 1. Mamífero (vison) | 24 |
| 2.2.3.2 MODELO 2. Molusco (caramujo)..... | 27 |
| 2.2.3.3 MODELO 3. Peixe de escamas grandes (gambúsia) | 30 |
| 2.2.3.4 MODELO 4. Peixe de escamas pequenas (tenca)..... | 37 |
| 2.2.3.5 MODELO 5. Crustáceo (caranguejo)..... | 41 |
| 2.2.4 Composição das cartas | 44 |
| 2.2.5 Composição do painel informativo | 46 |
| 3. Resultados | 50 |
| 3.1 Os arquétipos | 50 |
| 3.1 A coleção de Cartas Identificativas | 59 |
| 3.3 Painel Integrativo | 70 |
| 4. Outras Publicações e comunicações (ficheiros nos Anexos)..... | 71 |
| 5. Discussão e conclusões | 73 |
| 6. Considerações finais..... | 81 |
| 7. Referências bibliográficas | 85 |

Índice de Ilustrações

| | |
|---|----|
| Ilustração 1. Excerto do livro “El malvado mejillón cebra” | 8 |
| Ilustração 2. Díptico “¡No te dejes engañar! La amenaza de las invasoras de agua dulce” | 8 |
| Ilustração 3. Painéis do projeto “ <i>Paeloris</i> ” | 9 |
| Ilustração 4. Excerto do livro e material didático do projeto “Attack Pack Aquatic Invader Fact Sheets 2018” | 10 |
| Ilustração 5. Ficha de Identificação para o Vison-Americano autoria do <i>GB Non-native species secretariat</i> | 10 |
| Ilustração 6. Cartas de Identificação de Espécies do programa “Lake Stewards of Maine” | 18 |
| Ilustração 7. Descrição científica e referências fotográficas..... | 24 |
| Ilustração 8. Desenho preliminar ou esboço. | 25 |
| Ilustração 9. Base com cores e volumetria. | 25 |
| Ilustração 11. Pelagem escurecida através de <i>adjustment layers</i> | 26 |
| Ilustração 10. Pincéis e gradientes de cores para utilização com o <i>Mixer Brush</i> | 26 |
| Ilustração 12. Descrição científica e referências fotográficas..... | 27 |
| Ilustração 13. Desenhos preliminares..... | 28 |
| Ilustração 14. Base de cores e padronização. | 28 |
| Ilustração 16. <i>Layer</i> de textura criada com pincéis personalizados..... | 29 |
| Ilustração 15. <i>Layer</i> de volumetria, original e após alteração do <i>blending mode</i> | 29 |
| Ilustração 17. Descrição científica e referências fotográficas..... | 30 |
| Ilustração 18. Desenho preliminar. | 31 |
| Ilustração 19. Escamas “básicas” preparadas para distribuição. | 31 |
| Ilustração 20. Escamas distribuídas e ajustadas à volumetria do corpo..... | 32 |
| Ilustração 21. <i>Layer</i> do opérculo, antes da alteração do <i>blending mode</i> | 32 |
| Ilustração 22. Máscara utilizada para controlar a distribuição do padrão reticulado | 33 |
| Ilustração 23. Máscara utilizada para controlar a distribuição dos brilhos iridescentes..... | 34 |
| Ilustração 24. Aplicação das escamas sobre o resto do corpo..... | 35 |
| Ilustração 25. Criação das barbatanas. | 35 |
| Ilustração 26. Utilização do filtro <i>Liquify</i> , e ajuste da barbatana anal. | 36 |
| Ilustração 28. Desenho preliminar. | 37 |
| Ilustração 27. Descrição científica e referências fotográficas..... | 37 |
| Ilustração 29. Pincéis de escamas (genéricas e da linha lateral) prontos a usar. | 38 |
| Ilustração 30. Padrão das escamas antes e depois do filtro <i>Liquify</i> | 38 |
| Ilustração 31. Volumetria e brilhos das escamas..... | 39 |
| Ilustração 32. Máscara para criar um padrão aleatório..... | 39 |
| Ilustração 33. <i>Layer</i> de volumetria do corpo antes da alteração do <i>blending mode</i> | 40 |
| Ilustração 34. Criação das barbatanas. | 40 |
| Ilustração 36. Desenho preliminar. | 41 |
| Ilustração 35. Descrição científica e referências fotográficas..... | 41 |
| Ilustração 37. <i>Layers</i> de volumetria de textura antes da alteração dos <i>blending modes</i> | 42 |
| Ilustração 38. Criação das cerdas e acerto da volumetria geral. | 43 |
| Ilustração 39. Design das cartas - Frente | 44 |
| Ilustração 40. Design das cartas - Verso..... | 45 |
| Ilustração 41. Ensaio gráfico | 46 |
| Ilustração 42. Segunda etapa do ensaio gráfico | 47 |
| Ilustração 43. Terceira fase do ensaio gráfico..... | 48 |
| Ilustração 44. Versão final do painel informativo | 48 |
| Ilustração 45. <i>Neovison vison</i> | 50 |
| Ilustração 46. <i>Corbicula fluminea</i> (Autoria FCorreia, reproduzido com autorização) | 50 |

| | |
|--|----|
| Ilustração 47. <i>Dreissena polymorpha</i> | 51 |
| Ilustração 48. <i>Potamopyrgus antipodarum</i> | 51 |
| Ilustração 49. <i>Physella acuta</i> | 51 |
| Ilustração 50. <i>Silurus glanis</i> | 52 |
| Ilustração 51. <i>Elodea canadensis</i> | 52 |
| Ilustração 52. <i>Gambusia holbrooki</i> fêmea | 53 |
| Ilustração 53. <i>Gambusia holbrooki</i> macho..... | 53 |
| Ilustração 54. <i>Lepomis gibbosus</i> (autoria Marcos Oliveira, reproduzido com autorização)..... | 53 |
| Ilustração 55. <i>Perca fluviatilis</i> | 54 |
| Ilustração 56. <i>Sander lucioperca</i> | 54 |
| Ilustração 57. <i>Esox lucius</i> adulto | 54 |
| Ilustração 58. <i>Esox lucius</i> juvenil | 55 |
| Ilustração 59. <i>Gobio lozanoi</i> | 55 |
| Ilustração 60. <i>Cyprinus carpio</i> (Autoria FCorreia, reproduzido com autorização)..... | 55 |
| Ilustração 61. <i>Carassius auratus</i> (Autoria Francisco Cunha, reproduzido com autorização) | 56 |
| Ilustração 62. <i>Tinca tinca</i> | 56 |
| Ilustração 63. <i>Micropterus salmoides</i> | 57 |
| Ilustração 64. <i>Oncorhynchus mykiss</i> macho | 57 |
| Ilustração 65. <i>Oncorhynchus mykiss</i> juvenil..... | 57 |
| Ilustração 66. <i>Oncorhynchus mykiss</i> fêmea | 57 |
| Ilustração 67. <i>Eriocheir sinensis</i> | 58 |
| Ilustração 68. <i>Procambarus clarkii</i> | 58 |
| Ilustração 69. Elódea-Comum 1/21..... | 59 |
| Ilustração 70. Vison-americano 2/21 | 59 |
| Ilustração 71. Lagostim-vermelho 3/21 | 60 |
| Ilustração 72. Caranguejo-peludo-chinês 4/21 | 60 |
| Ilustração 73. Amêijoia-asiática 5/21..... | 61 |
| Ilustração 74. Mexilhão-zebra 6/21 | 61 |
| Ilustração 75. Caramujo-fisa 7/21 | 62 |
| Ilustração 76. Caramujo-neozelandês 8/21 | 62 |
| Ilustração 77. Truta-arco-íris 9/21 | 63 |
| Ilustração 78. Peixe-dourado 10/21..... | 63 |
| Ilustração 79. Carpa-comum 11/21..... | 64 |
| Ilustração 80. Gambúsia 12/21 | 64 |
| Ilustração 81. Góbio-dos-Pirinéus 13/21 | 65 |
| Ilustração 82. Perca-sol 14/21..... | 65 |
| Ilustração 83. Achigã 15/21..... | 66 |
| Ilustração 84. Tenca 16/21..... | 66 |
| Ilustração 85. Perca-europeia 17/21..... | 67 |
| Ilustração 86. Lúcio-perca 18/21..... | 67 |
| Ilustração 87. Lúcio 19/21 | 68 |
| Ilustração 88. Siluro 20/21 | 68 |
| Ilustração 89. Boas Práticas 21/21 | 69 |
| Ilustração 90. Painel integrativo..... | 70 |

1. Introdução

1.1. Comunicação de Ciência em Biologia

1.1.1 A difusão (disseminação e divulgação) de Ciência

A ciência é cada vez mais de todos e para todos. É um produto inerentemente social que não se pode isolar ou desassociar dos valores e interesses do contexto onde se insere e, dentro desta lógica, a comunicação passa a ser a essência de uma ciência em constante evolução; pode dizer-se mesmo que ciência que não é comunicada não existe. Divulgar a ciência produzida pelos investigadores pelo sociedade em que se inserem é fundamental não só para o substanciar da cultura científica, como também para assegurar a sua democratização e consolidar a cidadania, com claros benefícios funcionais, políticos e culturais (Fernando Correia & Soares, 2019). A popularização ou divulgação científica nada mais é do que a tentativa de apresentar ideias científicas de maneira a que todos consigam compreender os seus conceitos fundamentais (Cornelis, 2000).

A divulgação científica faz parte das práticas da Comunicação de Ciência (CC) e pode definir-se como “o veicular de conhecimento científico dentro de uma vasta gama de audiências”.

Os princípios da divulgação científica podem ser resumidos em:

- proporcionar síntese, visualização e contexto
- respeitar o perfil do público-alvo ou audiência (simplificar os termos mas não o conteúdo)
- evitar o detalhe excessivo (evitar o jargão científico, definir os termos difíceis, minimizar os acrónimos, etc.), simplificando sem tornar o discurso simplista
- não descuidar a componente estética (elementos gráficos independentes do texto, estilo e formatação consistentes e equilibrados nos blocos de texto, uso harmonioso da cor, etc.) (University of Maryland Center for Environmental Science, n.d.).

Na realidade, toda e qualquer informação que não tenha possibilidade de interagir com conhecimento prévio torna-se irrelevante para o corpo do saber acumulado e não é processada pelo sistema cognitivo. Para o processo, é importante ativar a memória, enquanto rede de conexões composta por conceitos e emoções, na presença de estímulos. Por outro lado e para além dos estímulos que desencadeiam a memorização, é preciso conferir retórica à informação a veicular, a qual é parcialmente inspirada pela afetividade – donde, o uso da retórica para transmitir uma mensagem de cariz científico cria uma ligação empática na mente do destinatário, estabelecendo uma ponte entre a memória de uma emoção e o novo conhecimento (Merhy, 2016).

A chave para este fenómeno ocorrer pode residir numa retórica eloquente que recorra a recursos familiares, como as imagens, ou ainda a explicações e paralelismos com a vida real. Combinando intencionalidade com funcionalismo, as emoções podem ser formas instrumentais de preparar o leitor para a ação, em resposta a um fator desencadeador cognitivo, porque a cognição é ao mesmo tempo elemento constituinte e causal da experiência emocional. Porém, uma situação não pode induzir emoção a menos que envolva expectativas, metas, necessidades ou, por outras palavras, “interesses” pessoais, relacionais ou sociais.

Satisfazer – ou não - esses interesses induz emoções, numa intensidade diretamente relacionada com a força dos interesses (Merhy, 2016).

A linguagem é capaz de expressar e provocar emoções por isso sugere-se o uso de mecanismos estilísticos como vetores de afetividade para enriquecer a linguagem da imaginação e das paixões. Numa análise realizada em 2016 de diferentes artigos publicados na revista “*Scientific American*” sobre os temas da genética, clonagem e Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) mostrou o uso frequente de expressões idiomáticas e exageros, em discursos cuja retórica procuravam desencadear emoções, com recurso a um vocabulário carregado de significado afetivo (Merhy, 2016), como por exemplo:

- *léxico emocional*: “preocupação”, “surpresa”
- *expressões idiomáticas*: “tiro no escuro”, “faca de dois gumes”
- *exageros*: “invulgarmente/teimosamente elevado”
- *comparações*: “iguais como duas gotas de água”
- *metáforas*: “liberta a sua fúria”

A divulgação científica (comunicação científica informal) afasta-se assim do espaço espartilhado inerente à comunicação formal entre especialistas e, perdendo a linguagem codificada e os modelos herméticos, propositadamente expande-se em recursos e estratégias para conseguir ganhar a empatia e interesse do grande público. Usando diversificados meios de comunicação, estratégias, dispositivos e ferramentas, transpõe o conhecimento científico para uma linguagem acessível, quotidiana, para assim ir de encontro à grande e mais diversa sociedade leiga. Este propósito, além de acabar por nutrir uma maior confiança na ciência, também a torna familiar (popular). Recorre-se à simplificação, à tradução e à codificação visual, fazendo uso de todos os processos que conduzam a uma melhor compreensão pública da ciência para aumentar a perceção, consciencialização e, se possível, a coresponsabilização (essenciais para modificar as atitudes das futuras gerações). Esta componente da comunicação de ciência tem, por isso, um carácter permeável e adaptável, em franco contraste com uma comunicação científica tradicional, típica de processos de disseminação do conhecimento científico de e para especialistas (Fernando Correia & Soares, 2019).

Para garantir o melhor sucesso de uma boa comunicação é preciso ter em consideração as limitações (capacidades, competências, formação, etc.) expectáveis para um recetor médio que integre um público-alvo, com um perfil previamente identificado. Dado que este elemento não é um cientista é preciso fazer uma “tradução” do conteúdo e contexto da mensagem para tornar o conhecimento científico que se pretende mais acessível. Além disso, é preciso também uma “seleção” da quantidade e tipo de informação a integrar nessa mensagem, porque o universo científico relacionado com determinada temática mostra-se muito vasto e diversificado, regra geral. Ou seja, é preciso enfoque. Neste processo, abdica-se conscientemente de muita da informação necessária para se obter uma visão completa do assunto científico (Cornelis, 2000); mas já diz o provérbio popular: “mais vale pouco e bom, que muito e ruim”. Torna-se assim necessário saber adaptar a CC ao contexto (científico, cultural, social, político, etc.), dimensionando-a para o perfil de audiência em causa e procurando tornar a ciência cativante (ênfatar), sem necessitar de enganar ou desvirtuar a mensagem, procurando expandir a motivação e o empenho. Só assim se pode esperar vencer a resistência ou apatia iniciais dos “não-convertidos” à ciência, bem como transmitir algo positivo e ensinar, sem que pareça estar a ministrar-se uma indigesta e pesada lição. É preciso saber tornar a ciência visível em todos os prismas, bem como saber criar/conduzir um diálogo produtivo, criando uma conversa bidirecional para desenvolver o empenho e a vontade de terceiros em participar, plenamente informados e conscientes da responsabilidade de cada ato

ou decisão. Para dar continuidade à cultura científica é necessário chegar a todo lado e a todos, dos mais jovens aos adultos, primando por contactar com alunos do básico e secundário, promovendo e interagindo ativamente visitas a museus, aquários, jardins botânicos e/ou zoológicos, etc. Torna-se necessário continuar a construir e consolidar a confiança na ciência e simultaneamente estimular e cativar (excitar e criar interesse) (Fernando Correia & Soares, 2019).

1.1.2 Porquê promover a divulgação do conhecimento científico?

Para os cidadãos viverem com os benefícios ou potenciais consequências da ciência (e a maioria fazem-no), geralmente na forma da subordinada Tecnologia, é de vital importância garantir que não estão apenas bem informados sobre as mudanças e avanços na ciência e tecnologia, mas que também, depois de informados sobre um tópico, são capazes de comunicar os seus próprios pensamentos sobre o assunto e influenciarem positivamente as decisões dos centros decisores (políticas ou outras), já que estas irão acabar por afetar as suas vidas ou dos seus descendentes (Scicurious, 2013).

Saber bem comunicar a ciência é hoje um imperativo social e as instituições de ensino superior, enquanto importantes agentes na produção de conhecimento científico e onde se agregam os investigadores por excelência, têm a obrigação acrescida de envolver os cidadãos na ciência como pré-requisito para uma cidadania científica. Esta perceção e responsabilidade são essenciais, numa era em que a ciência e os factos científicos se cruzam com desinformação e pseudociências. Os cientistas são ainda, para a maioria das pessoas, as fontes mais confiáveis para ter acesso a informação científica, factual e rigorosa. O cientista de hoje deve estar consciente da responsabilidade social crescente que tem na divulgação do seu trabalho. Esta é uma missão crítica em todos os países onde se verificar uma percentagem considerável de pessoas desinteressadas e mal informadas acerca dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos (Fernando Correia & Soares, 2019).

A comunicação e o envolvimento dos cidadãos na ciência possibilitam orientar a ciência na direção das necessidades da sociedade e credibilizar e legitimar socialmente os desenvolvimentos científicos e tecnológicos, prestando contas do investimento público realizado e respondendo às expectativas, prioridades e exigências de quem faz esse investimento (Fernando Correia & Soares, 2019).

1.1.3 A contribuição da divulgação científica para a sensibilização e consciencialização da sociedade - o potencial da ciência cidadã

A ciência contemporânea além de transparente e credível, quer-se aberta e alinhada com as necessidades e desafios sociais, permitindo a inclusão e participação ativa de múltiplos atores sociais nos processos científicos. Essa adaptabilidade plástica da ciência expressa-se de múltiplas formas, mas a mais visível é a **ciência cidadã** (por vezes entendida como ciência participada, onde não deixa de existir uma formação formal prévia e um supervisor dos trabalhos), podendo ser considerada como um complemento à ciência tradicional (feita em lugares próprios e por especialistas) — a qual só existe graças a todo o investimento prévio em prol da literacia e cultura científicas, realizado nas últimas décadas, e promovida através da CC informal (Fernando Correia & Soares, 2019).

A ciência cidadã é definida como o envolvimento do público geral em atividades de investigação científica, onde de forma indiferenciada os cidadãos dão o seu contributo para a ciência, através do seu próprio esforço intelectual, ferramentas e/ou recursos. O termo “ciência cidadã” tem sido usado para definir uma série de atividades que ligam o público em geral com a investigação científica: voluntários não-especialistas contribuem coletivamente numa grande variedade de projetos científicos, essencialmente coletando dados de investigação (e mais raramente no seu tratamento, gestão, partilha, curadoria), para coletivamente e em menos tempo poder formular respostas concretas a questões do mundo real (European Commission, 2013). O maior objetivo, a longo prazo, dos projetos de ciência cidadã é conseguir que mesmo as pessoas que não são cientistas, não só participem, mas também se envolvam, reforçando a sua convicção na transparência, honestidade e relevância da Ciência. E, com base nesse novo conhecimento, possam doravante discutir temas relevantes para a Sociedade e progresso científico, de forma informada e mais consciente de todas as implicações, acabando por influenciarem as políticas e os próprios caminhos e desafios que a ciência deva seguir e enfrentar (Scicurious, 2013). No fundo, acaba por ser mais uma estratégia para aproximar comunidades — a dos especialistas e não-especialistas — uma vez que ambas têm enormes responsabilidades na inovação (social, económica, científica e cultural) e devem poder trabalhar em convergência para o bem maior: o progresso científico como motor da viabilidade civilizacional (Fernando Correia, comunicação pessoal).

A ciência cidadã surge assim graças à participação consciente inclusiva de uma multitude de recursos humanos suficientemente informados (mas não-especialistas) para poderem, de forma voluntária e vocacionada, serem proativamente contributivos na produção responsável de ciência. Utilizando uma analogia, podem ser vistos, dentro do “exército” de cientistas, como os “batedores” no terreno para a descoberta e primeiro registo de algo, vivo ou não, que se projeta aí existir com elevada probabilidade — embora não se saiba onde, em que quantidade, com que distribuição, a que altura do ano, etc. São estes cidadãos-“cientistas”, convertidos através dos processos de difusão (disseminação e, principalmente, divulgação) científica, que serão os responsáveis por gerar, partilhar e até analisar primariamente enormes conjuntos de resultados, obtidos em pontos de amostragem geograficamente distantes ou em extensas áreas e em tempos diferentes, ou até de fazerem o patrulhamento e proteção primária. A natureza destes projetos mostra-se diversificada, atuando desde o domínio do ar ao mar profundo: inventariação e monitorização de aves, migradoras ou não, pelos *birdwatchers*; ou a proteção da biodiversidade local através da deteção precoce de espécies exóticas com caráter de invasora — como sucede no projeto Cape Citizen Science, desenvolvido na África do Sul; ou em todo Portugal continental, com a deteção de plantas invasoras — *Invasoras.pt* — entre tantos outros que já ganharam igual notoriedade (Fernando Correia & Soares, 2019).

O mais importante pilar da Ciência Cidadã é atrair e envolver pessoas que estejam disponíveis para contribuir com as suas capacidades, tempo e esforço para a causa científica. A mais crítica é a fase inicial de envolvimento, quando os voluntários precisam de entender os objetivos do projeto e as oportunidades de contribuição. A maioria dos voluntários só leva a cabo atividades durante um dia e raras vezes regressa para as repetir, trabalho esse que regra geral recai sobre uma minoria que contribui com a maior proporção das tarefas necessárias ao projeto. Uma vez atraídos os voluntários, o próximo desafio é mantê-los envolvidos, tornando-se necessário para isso descobrir o que os motiva a longo prazo, mantendo um contínuo fluxo de informação entre as partes interessadas e apresentando tarefas bem adaptadas e interessantes. Ora, o envolvimento de cidadãos em projetos científicos tende a agregar também um valor educativo, implícito ou explícito. Enquanto na maioria dos projetos se aborda o aspeto da aprendizagem informal de cidadãos adultos, as escolas são cada vez mais vistas como um importante pólo para a introdução e a promoção da Ciência Cidadã. Neste meio, cabe aos professores desempenharem um papel relevante na facilitação do acesso e na

promoção do desenvolvimento de experiências, bem como na transmissão dos valores socio-científicos a jovens mas muito curiosas audiências, no intuito de poderem obter as suas contribuições (bem como dos seus encarregados de educação e familiares, num processo de “contágio”) (European Commission, 2013).

1.2 Enquadramento temático

1.2.1 Espécies exóticas em Portugal

A homogeneização da biodiversidade mundial é um fenómeno que tende a crescer devido à introdução, intencional ou não, de espécies exóticas em habitats ou ecossistemas de onde não são originárias. O aumento do comércio, transporte e turismo globais tem facilitado e acelerado a movimentação de organismos não-autóctones de uma parte do mundo para a outra, através de novas rotas. Muitas das espécies introduzidas num novo ambiente são incapazes de sobreviver no novo habitat. Uma espécie não-nativa que consegue sobreviver e manter a sua população sem qualquer intervenção humana considera-se naturalizada, e na maior parte dos casos não representa uma ameaça porque se integra na comunidade nativa de forma inofensiva (U.S. Dept. Agriculture, n.d.). Porém, uma pequena percentagem destas espécies naturalizadas consegue proliferar em excesso, expandir a sua área em prejuízo das espécies nativas e afetar negativamente a economia, saúde humana ou a ecologia da região, recebendo assim o nome de invasoras (ISSG, 2008).

Considera-se uma “Espécie Exótica Invasora” qualquer espécie não-autóctone que tenha sido introduzida num novo ecossistema por intervenção humana (deliberada ou accidental), desde o fim da última idade do gelo (há cerca de 10.000 anos atrás) (GB Non-native species secretariat, 2019), e que aí tenha proliferado devido à ausência de predadores naturais e ao elevado poder competitivo, com consequências que podem ser desastrosas para as espécies nativas, ou até ser capaz de prejudicar as atividades humanas (lúdicas e/ou económicas: pesca, turismo e outras indústrias importantes) ou a própria saúde e integridade (Invasive Species Council, n.d.). O carácter invasor de uma espécie deve-se sobretudo às suas características intrínsecas que a dotam de elevada plasticidade ecológica e um superior potencial competidor pelos recursos locais. Estes fatores incluem: o organismo estar livre da pressão predatória e parasitária da sua região de origem; ser biologicamente “resistente” (ISSG, 2008), tendo por exemplo grande tolerância às condições ambientais, gerações curtas, maturação sexual precoce (Coelho, 2013), e uma dieta generalista; ter acesso a muitos mecanismos de dispersão (vento, água, animais, humanos). Além disso a introdução de espécies exóticas em ecossistemas já debilitados ou perturbados por humanos e/ou desastres naturais aumenta as probabilidades de uma invasão. Mas sejam quais forem as causas, as consequências destas invasões – incluindo a alteração de habitats e a perturbação dos processos naturais do ecossistema – são muitas vezes catastróficas para as espécies nativas (ISSG, 2008).

As espécies exóticas disseminam-se ou propagam-se de várias formas, algumas intencionais (por exemplo, a libertação intencional de peixes exóticos para atividades de pesca desportiva) e outras não intencionais (por exemplo, sendo acidentalmente transportados com bens importados, alimentares ou de outra natureza, ou sendo deslocadas e escapando do cativeiro como foi o caso do vison-americano). Algumas espécies marinhas são transportadas através de grandes distâncias após se terem fixado ao casco de barcos (moluscos ou macroalgas, por exemplo), ou ainda sugadas junto com a água que serve de lastro nos navios transatlânticos (caranguejo-peludo-chinês, por ex.). Muitos foram mesmo introduzidos de forma intencional, como é o caso das espécies piscícolas trazidas para fins de pesca desportiva e recreativa,

consumo humano (aquacultura em viveiro), ou passatempo (criação em aquariofilia). No entanto outras foram introduzidas acidentalmente através do despejo de águas de lastro dos navios, lavagem de cascos e equipamentos de navios, ou ainda associadas a plantas e animais de aquário (Coelho, 2013). As plantas também podem ser trazidas intencionalmente para o comércio de horticultura ou floricultura, conseguindo depois estabelecer-se na natureza pelos seus próprios meios de dispersão ou propagação, ou ao serem eliminadas/destruídas de forma incorreta (GB Non-native species secretariat, 2019).

As espécies exóticas invasoras aquáticas são uma das principais causas da perda de biodiversidade devido: a) à coluna de águas não lânticas conseguirem transportar sedimentos e organismos a grande velocidade e distâncias; b) à sua capacidade inata para provocar danos direta e indiretamente nas espécies nativas e do meio ambiente.

Os impactos provocados pelas espécies invasoras sobre as comunidades e habitats locais têm sido uma das causas de extinções de espécies autóctones nas últimas centenas de anos, em alguns casos aumentando a taxa de extinção em mais de 1000%. Embora no passado muitas destas perdas não tenham ficado registadas, hoje é cada vez maior a consciência sobre os custos ecológicos que envolvem as invasões biológicas, em termos da perda irreversível da biodiversidade nativa e da degradação do funcionamento do ecossistema (ISSG, 2008). As espécies exóticas invasoras aquáticas podem ainda ter muitos outros tipos de impactos negativos (GB Non-native species secretariat, 2019), incluindo:

- Transmissão de doenças (vetores) às espécies nativas
- Concorrência competitiva com as espécies nativas
- Predação das espécies nativas
- Danos em infraestruturas, com consequências a montante (ex.: aumentar o risco de inundações)
- E um aumento dos riscos para a saúde humana

O número de espécies exóticas tem tendência a aumentar devido ao crescimento do comércio global e ao turismo, que aumentam as probabilidades de transferência de espécies com potencial invasor. As alterações climáticas também podem permitir que espécies atualmente benignas se tornem invasoras, ao encontrarem condições abióticas mais favoráveis à sua instalação (GB Non-native species secretariat, 2019).

Os ecossistemas de água doce têm sido especialmente afetados pelas ocorrências destas espécies e os impactos daí decorrentes tendem a aumentar em crescendo, já que o número de espécies exóticas que aí se estabelecem não para de aumentar. Depois de uma espécie se estabelecer numa área, em termos ecológicos, torna-se extremamente difícil ou mesmo impossível de a remover ou erradicar, em termos logísticos, financeiros e ecológicos. Deste modo e com o objetivo de proteger a biodiversidade e minimizar custos torna-se assim bastante mais eficaz adotar uma postura preventiva (Secretariat of NOBANIS, 2012).

Assim, a principal estratégia de combate às espécies invasoras é a prevenção porque as populações estabelecidas são difíceis ou impossíveis de erradicar. (European Commission, 2019) Só se pode agir contra as espécies exóticas já conhecidas e em que se comprova terem um elevado potencial para serem classificadas como invasoras. É internacionalmente reconhecido que a erradicação só é praticável e financeiramente viável no início da invasão – uma vez que, mal a espécie invasora esteja bem estabelecida, as únicas medidas a tomar resumem-se sempre à mitigação de impacto e controlo circunscrito (remoção regular localizada) (GB Non-native species secretariat, 2019).

As invasões biológicas são consideradas eventos de **baixa probabilidade** mas de impacto elevado e normalmente irreversível, pelo que se torna urgente adotar medidas concretas de prevenção e gestão do fenómeno. Uma vez estabelecida uma espécie num novo habitat, torna-se muito difícil controlar os respetivos impactos, diretos e indiretos. Assim sendo e de forma preventiva, a realização de ações/campanhas de sensibilização assentes na imagética científica e na comunicação eficaz junto das populações locais assume-se de crucial importância. Estas campanhas devem ser erigidas com o intuito de contribuir com novos conhecimentos através de práticas de consciencialização e assim chegar à melhor forma de se conseguir evitar que a espécie se venha a instalar e prejudicar esse ecossistema ripícola (já fragilizado pela presença de outras invasoras, deteriorando-o), evitando também a sua interferência com as biocomunidades e/ou as indústrias aí instaladas e em equilíbrio. Essa sensibilização também deveria ser fomentada junto das populações e do público escolar, de forma continuada, para alertar e criar memória sobre a problemática das espécies exóticas no geral (Coelho, 2013).

1.2.2 Local de Intervenção

O Aquamuseu do Rio Minho está localizado em Vila Nova de Cerveira. Trata-se de uma estrutura única no País, com vocação de lazer/turística, pedagógica e de investigação. A sua localização geográfica estratégica junto à foz do Rio Minho permite servir uma vasta população de Portugal e da Galiza como elemento de atração turística, embora a sua atividade principal seja didático-cultural. O Aquamuseu tem como objetivo unir a cultura e a memória coletiva de um concelho, promovendo o conhecimento científico. Para isso dispõe de um conjunto de aquários contendo cerca de 40 espécies que podem ser encontradas no rio Minho (entre peixes, crustáceos, moluscos e plantas) e um lontrário. Inclui ainda um laboratório onde também se desenvolve investigação, em conjunto com instituições científicas e académicas, e ainda uma biblioteca temática, para além de espaços para conferências e seminários (“O Aquamuseu do Rio Minho,” n.d.).

O Aquamuseu é uma peça vital na estratégia de promoção dos recursos endógenos e na consciencialização e sensibilização das populações locais e das regiões ibéricas vizinhas para a necessidade de conhecer e preservar os importantes habitats e comunidades de fauna e flora alimentadas pela bacia hidrográfica do Rio Minho. De facto, estes recursos naturais representam uma importante fonte de rendimento para muitas famílias de pescadores da bacia hidrográfica do Minho e, comprovadamente, já se encontram ameaçadas por várias Espécies Aquáticas com Carácter Invasor (“O Aquamuseu do Rio Minho,” n.d.).

1.2.3 A função e a eficácia da Ilustração Científica na sensibilização do público-alvo: o estado da arte

O estado da arte

Atualmente, são vários os exemplos que poderão ser citados em defesa do que aqui se preconiza e nos dão uma ideia do estado da arte deste tipo de estratégias (modelos de comunicação) em que o plano de comunicação para campanhas de consciencialização e sensibilização se apoia na imagem.

- Campanha dirigida a crianças pequenas (4 a 7 anos), com ilustrações muito simplificadas e caricaturais. “El malvado mejillón cebra” é um livro simples de 16 páginas com ilustrações divertidas e chamativas sobre o mexilhão zebra e os danos que causa às pessoas, instalações e outros animais (Ilust. 1) (“El malvado mejillón cebra,” 2009).



Ilustração 1. Excerto do livro “El malvado mejillón cebra”

Dípticos e painéis com ilustrações científicas bem executadas, mas tendem a conter um excesso de informação escrita (Ilust. 2 e 3) (“¡No te dejes engañar! La amenaza de las invasoras de agua dulce,” n.d.; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2015).



Ilustração 2. Díptico “¡No te dejes engañar! La amenaza de las invasoras de agua dulce”

- Campanha dirigida a escolas com diverso material didático no pacote “Aquatic Invaders Attack Pack” criado pelo Wisconsin Sea Grant (Wisconsin Sea Grant, 2018). Altamente informativo, mas as ilustrações são caricaturais e pouco exatas (Ilust. 4).



Ilustração 4. Excerto do livro e material didático do projeto “Attack Pack Aquatic Invader Fact Sheets 2018”

- Campanha dirigida ao público geral da série “Identification sheets” produzida pelo GB Non-native species secretariat. Contém informação bem resumida, ricamente ilustrada (fotos e esquemas), mas em formato demasiado grande para ser portátil (Ilust. 5) (“Identification sheets - American Mink (Mustela vison),” n.d.).

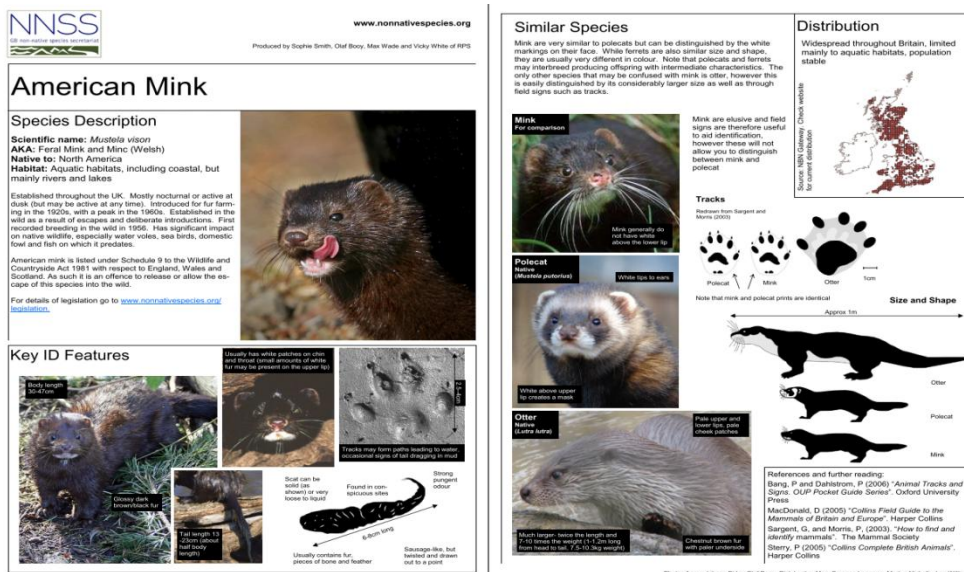


Ilustração 5. Ficha de Identificação para o Vison-Americano autoria do GB Non-native species secretariat

Definição de Ilustração Científica enquanto unidade comunicacional

Um cientista precisa de ilustrações para comunicar os resultados e conceitos da sua investigação, nem que seja recorrendo à forma mais esteticamente minimalista de uma comunicação científica visual: um gráfico. Também uma anatomia complicada, interna ou externa, pode precisar de clarificação, ou ainda conceitos abstratos decorrentes de ideias, teorias ou teses (por ex. mecanismos celulares ou moleculares, eventos astronómicos, etc.) podem precisar de ser expressados visualmente. A comunicação está no cerne; o que fica dentro da cabeça do cientista ou no laboratório não é passível de ser acrescentado ao conhecimento coletivo do mundo. Mas muitas vezes, se não quase sempre, as palavras sozinhas (comunicação verbal, seja ela escrita ou oral) não comunicam tudo o que precisa de ser apresentado (Hodges, 2006).

A ilustração científica pode ser utilizada em revistas ou manuais da especialidade (auxiliando a disseminação do conhecimento científico entre pares de académicos), como em outros suportes que promovam a divulgação científica para a sociedade em geral. Mesmo quem nunca antes ouviu falar de ilustração científica já a viu em muitos lugares – manuais escolares, imagens e modelos nos museus, *posters* na parede de um consultório médico (IlluScientia, n.d.; Perilli, 2019a). As ilustrações científicas devem ser esteticamente interessantes, mas a função nuclear reside sempre na sua capacidade de codificar graficamente e transmitir efetivamente uma mensagem de cariz científico, na forma de uma imagem pensada para ser rigorosa, honesta e correta cientificamente; em suma, manter-se universalmente credível (F.Correia, comunicação pessoal). Um desenho bonito mas incorreto é, na sua essência, inútil à ciência, pois perpetua um erro (Hodges, 2006).

A maioria das pessoas considera a ciência e a arte como estando em lados opostos do espectro, mas na junção das duas poder-se-á encontrar o menos conhecido campo da ilustração científica. Contudo este domínio ou categoria da Comunicação de Ciência é mais ciência, do que será arte e desta apenas recorre às suas técnicas e ferramentas — e não é por um artista usar um computador que se torna informático, ou um cientista escrever artigos científicos que se tornará num génio literário. A arte e ciência estão ligadas pela criatividade: tanto um artista, como um cientista precisam de ser criativos para fazer evoluir os seus projetos e responder às questões que enunciaram, seja no *design* experimental, seja na produção de uma obra artística capaz de evocar sensações ou provocar a manifestação de sentimentos. Ambas são produções da mente humana e contribuem para o conhecimento humano, divergindo apenas quando tomam partido de uma maior subjetividade (arte), ou objetividade factual (ciência) (F.Correia, comunicação pessoal).

Mais Do Que Fotografia

Nem tudo pode ser capturado em fotografia ou vídeo. Quando os cientistas se aventuram no desconhecido das nano-partículas, espécies extintas, processos subcelulares e matéria negra, os atuais instrumentos de captação de imagem não cumprem a sua função. (Perilli, 2019b) Os espécimes podem estar danificados, contaminados, ensanguentados, esmagados, distorcidos e/ou serem anómalos. Ao contrário da câmara, o ilustrador científico interpreta o que se lhe apresenta com base na atualidade do conhecimento científico à época, reconstrói partes destruídas ou em falta (com recurso à simetria bilateral, ou a outros indivíduos da mesma espécie), elimina artefactos ou sujidades. Nenhuma máquina consegue substituir a mente do ilustrador ou do cientista (Hodges, 2006).

A ilustração científica eleva o observador até aquilo que é, muitas vezes, não-observável a olho nu ou instrumentos de ampliação corriqueiros – desde moléculas e vírus, até aos setores do universo; desde a anatomia interna dos artrópodes e das plantas, até cortes transversais num plano geológico e à reconstrução de formas de vida extintas, retratando o que é realista até aos conceitos mais abstratos (GNSI, 2003).

As ilustrações podem ser compostas de forma a incluírem vários elementos de um processo na mesma imagem, que nunca seriam visíveis ao mesmo tempo ou dar-lhes sequência temporal. Assim, uma única obra ilustrada consegue retratar um processo ou mostrar todas as funções de um determinado objeto que de outra forma precisariam de múltiplas fotografias; ou ainda figurar em imagem ilustrada um processo que é demasiado grande ou pequeno para fotografar, eliminando ao mesmo tempo o ruído visual de *background* para um enfoque mais incisivo (Correia, Cerviño, & Alcarás, 2015; Khoury et al., 2019).

Os ilustradores científicos acabam por representar um espécime ideal, não real, e este modelo ideal não pode ser captado por câmaras fotográficas. O ilustrador pode produzir vistas diagramáticas de uma variedade de ângulos ou escalas, e com recortes ou secções transversais que ajudam o observador a compreender melhor aquela unidade de estudo (um osso, um fóssil, uma folha vegetal, etc.). Ao contrário de uma fotografia, o ilustrador pode chamar a atenção para certos caracteres do objeto/organismo enquanto marginaliza propositadamente outros, criando assim uma imagem simplificada mas funcionalmente mais pedagógica. Embora uma câmara possa tirar várias fotografias, não pode mostrar o mesmo nível de detalhe em todas as escalas (Correia et al., 2015).

É nas lacunas e nos interstícios em que os atuais instrumentos ainda não conseguem — e muito dificilmente o conseguirão — dar resposta de visualização que o ilustrador científico continua a ter campo de intervenção (F. Correia, comunicação pessoal). Estes podem ajudar a representar tanto objetos/organismos/estruturas orgânicas ainda demasiado pequenos para o poder resolutivo de microscópio, como objetos enormes no espaço longínquo que somos simplesmente incapazes de fotografar de forma direta. Usando e conciliando a informação científica e o conhecimento técnico-artístico, o ilustrador consegue representar átomos e processos atômicos tanto em formas complexas como mais simplificadas, expondo apenas a informação pertinente sobre a estrutura desses átomos. Isto ajuda a codificar a ciência numa forma tangível que promove tanto a compreensão/assimilação, como reforça o interesse no assunto (Perilli, 2019b).

Metodologias

O ilustrador tem de criar imagens de temas científicos segundo uma metodologia e procedimentos em tudo similares ao método científico: observar o problema, ponderar uma ou mais hipóteses gráficas, testar as mesmas (através da experimentação e/ou observações) e, se confirmada a sua eficiência, aplicá-la a outras situações similares — ou seja permite a integração/assimilação/memorização desse e de novos conhecimentos nessa forma gráfica (F. Correia, comunicação pessoal; Perilli, 2019a).

Na ilustração científica a unidade comunicacional é o arquétipo, ou “indivíduo ideal”, representante da espécie - essencialmente um modelo, uma ideia intangível que materializa e incorpora as características fundamentais do objeto natural, segundo a interpretação científica que importa ser comunicada (Correia et al., 2015). É desenho cirurgicamente incisivo, reunindo em si e na forma de mosaico pictórico credível, todos os caracteres diagnósticos da anatomia (interna e/ou externa) mais importantes e onde se procura figurar o conceito de modelo-representativo generalizado (espécie animal ou vegetal, ou outro), em vez da representação

de um indivíduo em particular e de forma holística (F.correia, comunicação pessoal) — como acontece numa fotografia não manipulada. Não se sabe exatamente quando esta convenção foi instituída mas já Leonardo Da Vinci, no século XV, criava as suas ilustrações anatómicas depois de observar e estudar muitos corpos diferentes, compondo o trabalho final como um compêndio figurativo agregado de todas essas observações (Correia et al., 2015).

É difícil tomar atalhos quando se comunica algo visualmente. O processo de desenvolver uma imagem gráfica, construída de raiz, força o desenhador a identificar e corrigir as falhas no seu próprio conhecimento. É essa precisão que torna a ilustração não apenas informativa, mas também fidedigna, porque é imperativo a validação dos especialistas — o especialista-desenhador e o especialista-investigador — durante todo o procedimento e processo construtivo, quer para esclarecer as dúvidas que naturalmente surgem no decorrer, quer para aprovar a imagem final (Montañez, 2016).

Uma figuração científica consegue condensar e concentrar em si, uma enorme quantidade e variedade de informação factual, que assim é codificada graficamente de modo controlado, estrategicamente planeado e estruturado (segundo o objetivo a atingir e a audiência-alvo a que se destina). Outra importante vantagem funcional é a de que persiste tenazmente para além do momento, do imediato, num processo reminiscente e acultural de *“imprinting”*, bastante proveitoso para quem intuitiva e profissionalmente vive a relacionar e correlacionar factos, eventos ou teses. Por fim, querendo-se apelativa e esteticamente bela, para além de objetiva e funcional, cumpre a função primordial de captar e prender a atenção do leitor o tempo suficiente para a mensagem científica nela implícita e explícita fluir, facilitando a apreensão do (novo) conhecimento científico (Correia & Legoinha, 2010).

É da maior importância perceber, quando se fala de ilustração científica, que o ponto mais importante não é a percepção criativa pessoal do ilustrador ou a imposição do seu estilo ou cunho *“artístico”*, mas o respeito absoluto pelo significado da investigação levada a cabo pelo cientista, as suas próprias observações e capacidades de compreensão do objeto de estudo, bem como ao rigor e correção no momento de o figurar, independentemente da técnica de expressão plástica a que tenha recorrido. Um artista pode — mas não é obrigado a tal, com alguma obrigação por parte dos ilustradores naturalistas e da maior ou menor rigidez dos apologistas do realismo — adaptar o princípio da objetividade; um ilustrador científico tem que obrigatoriamente ser objetivo e honesto aos princípios científicos: a *“arte”* (quando muito, será arte funcional e dirigida) será sempre, em toda a sua medida e extensão, subordinada à ciência (F. Correia, comunicação pessoal).

Ilustração para Comunicar Ciência

Em todos os estádios da Comunicação de Ciência, desde o interesse infantil à educação secundária, até aos profissionais e investigadores, os ilustradores intervêm para traduzir a informação contida num conhecimento, em produtos imagéticos que encaixem nas necessidades dos indivíduos em cada nível de compreensão. A capacidade de gerar imagens, mapas e modelos atraentes que proporcionem informação correta e atualizada, de acordo com o conhecimento científico à época, é uma competência que pertence unicamente ao ilustrador científico (Perilli, 2019b).

A ilustração científica trabalha como uma linguagem gráfica, ajudando à compreensão de processos complexos que de outra forma seriam de mais difícil entendimento e/ou memorização. Os cientistas, mais do que nunca, precisam de ilustrações funcionais e honestas (documentais) não apenas para terem uma representação mais precisa do que veem (macro

ou microscópico), mas sobretudo para representar ideias ou reconstruções de novas descobertas (Correia et al., 2015).

Para efeitos de pedagogia e ensino público, a ilustração científica tem-se mostrado extremamente útil e importante. É um instrumento que proporciona uma forma de explorar e partilhar ideias de um modo funcional e cativante. Os ilustradores têm a capacidade necessária para traduzir a informação científica em unidades visuais acessíveis e compreensíveis que ultrapassam a explicação de termos e explicações científicos complicados no discurso escrito. Ao contrário de um artigo ou de uma simples fotografia, uma ilustração científica pode ser projetada para que inclua toda a informação principal de uma forma concisa e adaptada a audiências de todos os níveis de compreensão. Podem ainda ser usadas em *posters* informativos, panfletos e *websites* para proporcionar extensões explicativas sobre os temas (Perilli, 2019b), para além dos próprios manuais escolares (como aconteceu recentemente, a título de exemplo, nos manuais escolares vigentes do 5º e 6º ano de escolaridade, para a disciplina de Ciências Naturais e editados pela Porto Editora e Areal).

A ilustração, assim como a ciência, evolui conforme muda a forma de observar e representar o objeto de estudo, quebrando as barreiras entre disciplinas e enriquecendo a forma de pensar generalista através de conversas interdisciplinares (Correia et al., 2015).

Ilustração para Divulgação Científica

A necessidade que os cientistas têm das competências inerentes às artes visuais nunca foi tão grande. São necessários gráficos cada vez mais sofisticados para comunicar os resultados de investigações cada vez mais complexas e interdisciplinares. Uma imagem bem construída pode alargar o impacto de artigos de investigação que procuram visibilidade num crescente fluxo de publicações, e as imagens suplementárias já são muitas vezes pedidas, quando não mesmo exigidas, pelas revistas. Os financiadores cada vez enfatizam mais o valor dos gráficos nos pedidos de subvenções. No universo *online*, onde os visitantes/usuários decidem se irão interessar-se pelo material no espaço de poucos segundos, as imagens atraentes e de fácil compreensão são vitais, especialmente quando as organizações de investigação incorporam meios sociais (Khoury et al., 2019).

Os ilustradores científicos trabalham com o mesmo objetivo comunicacional que os cientistas: causar impacto no mundo tornando a ciência acessível e ajudando as audiências a compreender as novas informações e descobertas científicas. A comunicação, educação e desenvolvimento científico são alguns dos elementos-chave que o ilustrador procura incorporar numa ilustração científica. O trabalho deles é vital para partilhar conceitos, detalhes e temas complexos com o público-alvo particular de uma forma cativante e fácil de entender (Perilli, 2019b).

Os gráficos têm o potencial para aumentar a atratividade, compreensibilidade, e o poder de comunicação das novas descobertas. Podem ajudar a ciência a alcançar audiências que a comunicação verbal na forma do discurso escrito nunca conseguiria. Assim, as ilustrações são um importantíssimo recurso, num tempo em que a crescente politização de questões científicas complexas, como o futuro da segurança alimentar, obriga à comunicação de ciência à sociedade em formas que sejam imediatas e acessíveis, interessantes e informativas (Khoury et al., 2019), por forma a que esta tome decisões mais acertadas.

Compreender como criar representações gráficas ricas em informação e coerentes para ilustrar as hipóteses científicas é central para o progresso científico e devia fazer parte do currículo de todos os jovens cientistas. Essa disciplina deve incluir discussões sobre visualização e apresentação eficazes de dados, com ênfase tanto na modelação visual de moléculas e células, como na visualização de dados multidimensionais. Um curso de comunicação científica adequada deve incluir uma revisão dos diferentes métodos e *softwares* que podem ser usados na criação de diferentes tipos de visualizações, bem como explicações sobre quando um tipo de visualização pode ser preferível a outro (por exemplo, quando um desenho à linha pode ser melhor do que uma animação 3D) (Iwasa, 2016).

Uma ilustração científica é uma imagem com função, ou seja, é um DISPOSITIVO GRÁFICO DE EXPLICAÇÃO, de elevada eficácia porque através da imagem, tanto sintetiza e codifica informação, como veicula essa informação sem que pareça ou se imponha como uma lição — algo a valorizar em termos pedagógicos e a que se deve recorrer para que aprender não seja uma imposição, mas um ato prazeroso (Correia, 2016). Longe de serem adornos dispensáveis, as ilustrações científicas funcionam como poderosos vetores de mensagens, conceitos e teorias científicas, dentro e fora da comunidade científica. Atraem a atenção, familiarizam rapidamente o recetor com as ideias básicas e ajudam a reter na memória, independentemente do grau de literacia dos elementos do público-alvo. A sua atratividade universal pode ter um impacto enorme na forma como a ciência e a investigação são vistas pela sociedade (IlluScientia, n.d.).

1.3 Objetivos: Sensibilização, consciencialização e educação para o futuro

Partes interessadas (stakeholder)

No caso das espécies invasoras, a parte interessada (*stakeholder*) é qualquer pessoa, associação ou organização, que pode ser afetada, ou que pensa que pode ser afetada, positiva ou negativamente, pelas espécies ou locais a serem geridos. Podem incluir agências de financiamento, proprietários, arrendatários, conservacionistas, empregadores, governos locais e nacionais, Organizações Não Governamentais (ONG'S) relevantes, grupos de pressão, membros do público, etc. Enquanto se desenvolvem os objetivos e as metas de um projeto, os interessados devem ser identificados e integrados no processo desde o início. As partes interessadas devem ser consultadas em relação aos objetivos do projeto e as atividades que terão de ser realizadas para atingir o objetivo (Wittenberg & Cock, 2001).

Numa primeira reflexão, poderá ser um bom ponto de partida retratarem-se as espécies invasoras como sendo nefastas, causadoras de sérios danos no ambiente natural. Isto é complicado em plantas bonitas e atraentes, ou “simpáticos” mamíferos peludos que podem apelar a uma maior empatia por parte dos seres humanos. É necessário um esforço motivado e continuado por parte dos *mass media*, possivelmente ao longo de muitos anos, para realçar o outro lado da história (a competição e destruição das espécies nativas, etc.), por forma a que fiquem conscientes dessa problemática e suas consequências, bem como da responsabilidade. Se a campanha de sensibilização com recurso aos *media* for bem-sucedida, o programa terá a atenção e o respeito do público. Quando o público está realmente motivado e envolvido, as pessoas podem começar a identificar-se com o projeto e, mais prontamente, não só ajudam a encontrar soluções, como terão orgulho em fazer parte de campanhas de mitigação/controlo e/ou de tentativas de erradicação. É esta a ideia por detrás da utilização de voluntários, que

podem ser cruciais para um projeto onde é necessária significativa força braçal. Um exemplo que é disto ilustrativo: a Nova Zelândia desenvolveu um sistema de distribuição de agentes de controlo biológico envolvendo os proprietários dos terrenos e outros interessados, todos eles informados através de brochuras profusamente ilustradas que ensinam a identificar as espécies. O público também pode ser educado acerca dos impactos negativos, provocados direta e indiretamente pelas espécies invasoras, sobre a biodiversidade nativa e o funcionamento do ecossistema. O envolvimento e apoio dos *media* no controlo de espécies exóticas invasoras é crucial para o sucesso do programa (Wittenberg & Cock, 2001).

Os cientistas têm a responsabilidade de partilhar as suas descobertas com o público de forma a que reforcem o sentimento de confiança que têm na Ciência, alimentado pela compreensão das problemáticas e soluções. Dedicando recursos humanos à divulgação e estruturando os esforços em redor de um robusto plano de comunicação, é possível atrair uma grande audiência e criar uma fonte de informação ambiental de confiança. Cada estratégia tem os seus méritos, pontos fortes e fraquezas, mas se o alcance dos *media* de difusão e sociais for usado de forma inteligente para apoiar eventos mais focados (ciência cidadã e/ou participada, eventos públicos, *workshops*) pode gerar-se um impulso sustentado em redor de tópicos problemáticos, como as espécies exóticas invasoras. No final, é a mensagem continuada e focada saída de uma fonte de confiança que planta a semente da mudança comportamental. Um plano de comunicação cuidadosamente construído é a fundação que sustenta o programa efetivo de divulgação (Davis, Caffrey, Coughlan, Dick, & Lucy, 2018).

Objetivos

O objetivo principal deste projeto de comunicação de ciência, através de uma campanha assente em unidades comunicacionais diversas centradas na ilustração científica, é alertar, sensibilizar, consciencializar para a problemática das Espécies Invasoras e o seu papel danoso, bem como facilitar a educação das populações locais (principalmente os pescadores uma vez que são os que estão em melhores condições para detetar invasões, ou até prevenir novas introduções de espécies invasoras), através de práticas e cuidados que podem contribuir para mitigar o problema em causa. As unidades comunicacionais devem centrar-se na edição de vários produtos físicos presentes no quotidiano da vida destas populações, e serem visualmente apelativos, fáceis de assimilar; devem, no seu conjunto, facilitar a divulgação e contribuir para maximizar a participação das comunidades locais, em particular dos pescadores (setor produtivo) mas também da sua descendência em idade escolar, na monitorização e controlo das Espécies Invasoras — ou seja, fazer destes setores e campanha também um movimento precursor de ciência cidadã.

Apresenta-se uma proposta para um *kit* de cartas colecionáveis para fácil identificação *in situ* das principais espécies invasoras que ameaçam o Rio Minho, focando os caracteres diagnosticantes, os danos causados e as vias de introdução mais comuns, e ainda um painel *outdoor*, enquanto unidade comunicacional autónoma e de natureza predominantemente visual (exibindo todas as ilustrações científicas das espécies exóticas-alvo desta campanha). Ambas, tanto se dirigem aos pescadores locais como à comunidade escolar da bacia hidrográfica do Rio Minho (com maior área de atuação na região de Vila Nova de Cerveira e áreas limítrofes, marginando o rio), procurando alertá-los para a ameaça que estas espécies representam para as suas atividades económicas e, simultaneamente, promovendo boas práticas de prevenção da sua eminente introdução.

2. Desenvolvimento do Projeto

2.1 Metodologia

2.1.1 Seleção das espécies

A escolha das espécies a integrar este projeto foi feita com base no grau de ameaça que constituem (danos causados) e inclui não apenas espécies já fortemente instaladas no Rio Minho, mas também espécies que podem estar em vias de serem introduzidas (havendo ainda esperança de prevenir a invasão). Estas espécies, ainda não detetadas como ocorrendo no Rio Minho estão assinaladas com “ * “.

Existem outras invasoras no Rio Minho, incluindo várias espécies de plantas como a *Egeria densa*, pelo que esta lista não é exaustiva.

Lista espécies a ilustrar

Peixes

Pe1) Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) – adulto e juvenil

Pe2) Peixe-dourado (*Carassius auratus*)

Pe3) Carpa-comum (*Cyprinus carpio*)

Pe4) Gambúsia (*Gambusia holbrooki*)

Pe5) Góbio ibérico (*Gobio lozanoi*)

Pe6) Perca-sol (*Lepomis gibbosus*)

Pe7) Achigã (*Micropterus salmoides*)

Pe8) Tenca (*Tinca tinca*)

Pe9) Perca-europeia (*Perca fluviatilis*) *

Pe10) Lúcio-perca (*Stizostedion lucioperca*) *

Pe11) Lúcio (*Esox lucius*) *

Pe12) Siluro-europeu (*Silurus glanis*) *

Moluscos

Mo1) Amêijoia-asiática (*Corbicula fluminea*)

Mo2) Mexilhão-zebra (*Dreissena polymorpha*) *

Mo3) Caramujo-fisa (*Physella acuta*)

Mo4) Caramujo-neozelandês (*Potamopyrgus antipodarum*)

Crustáceos

C1) Lagostim-vermelho-americano (*Procambarus clarkii*)

C2) Caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*) *

Plantas

Pl1) Elódea-comum (*Elodea canadensis*)

Mamífero

Ma1) Vison-americano (*Mustela vison*)

2.1.2 Planeamento das plataformas de divulgação (Cartas e Painel)

O material a ser criado deverá ser de carácter essencialmente visual (ultrapassando assim o potencial problema da iliteracia literário-científica), centrada na ilustração científica enquanto auxiliar à identificação das espécies através da sua anatomia externa, podendo ainda incidir sobre o ciclo de vida e habitats em algumas delas; os blocos de texto serão sintéticos, telegráficos, incidindo em palavras ou ideias-chave.

- Conjunto de cartas lúdico-didáticas colecionáveis, identificando devidamente cada espécie e assinalando se esta já invadiu o ecossistema do Rio Minho, ou se ainda pode ser prevenida. Focam-se nos caracteres diagnósticos mais importantes, problemas que causam e modo de introdução, de forma muito resumida; estas cartas serão plastificadas e possuirão orifícios para poderem ser transportadas num chaveiro. O intuito é que tenham não só a componente lúdica (coleccionáveis) mas também que sejam extremamente didáticas e funcionais, ao poderem ser usadas para identificação rápida no campo, em quaisquer condições climatéricas.

Exemplo:

Este conjunto de 16 cartas impermeáveis a cores apresenta fotos e descrições concisas de cinco das onze espécies invasoras conhecidas no Maine, bem como 24 das espécies nativas mais comuns. Codificadas por cores (vermelho para invasoras, verde para nativas), ajudam a distinguir as plantas “más” das “boas”. O conjunto está ligado por um anel e um mosquetão tipo “carabiner” para poder ser amarrado ao cinto ou fato de banho, e pode ser expandido à medida que novas cartas sejam lançadas (Ilust. 6) (The LSM Center for Citizen Lake Science, n.d.).



Ilustração 6. Cartas de Identificação de Espécies do programa “Lake Stewards of Maine”

- Painel com a cartografia de distribuição geográfica nativa, ilustrações e muito breve ficha técnica de cada espécie (nome vulgar, nome científico, principais danos causados), para distribuição por escolas e outros locais públicos ou, em alternativa, afixação em locais estratégicos a decidir posteriormente.

2.1.3 Seleção e análise do Público-alvo

Os pescadores e outros utilizadores recreativos (turistas) que viajam entre diferentes cursos de água podem ser vetores de introdução de novas espécies exóticas com caráter invasor. Muitas destas espécies não ocorrem em Portugal, mas já se encontram instaladas em países vizinhos, em particular Espanha e França. Os materiais que promovem a “Inspeção, Limpeza, Secagem” distribuídos nos locais de travessia (portos internacionais, fronteiras, etc) podem ajudar a envolver as comunidades locais, incluindo os viajantes (GB Non-native species secretariat, 2017).

A mensagem-chave que é preciso passar é que todos partilham da responsabilidade e por isso compete a todos, estando conscientes e sensibilizados para a amplitude e gravidade do problema, agir para se mitigarem os problemas causados. Sublinhar a responsabilidade partilhada é a chave para encorajar as pessoas a agir de forma responsável, evitando ao mesmo tempo evitar identificar e/ou atribuir culpas para aqueles sectores associados às principais vias de introdução (Novoa, Dehnen-Schmutz, Fried, & Vimercati, 2017).

A definição oficial de “espécie exótica invasora” recorre a termos difíceis e demasiado técnicos, além de redundante: a maioria das espécies exóticas é inofensiva e poucas se tornam invasoras (U.S. Dept. Agriculture, n.d.). Assim é importante criar novas definições de “espécie exótica” e “espécie invasora” adaptadas ao grupo-alvo, com a intenção de serem usadas aquando da comunicação com as partes interessadas e o público em geral:

Espécie Exótica: espécie trazida por mão humana, acidentalmente ou propositadamente, para um local fora da sua área nativa.

Espécie Invasora: qualquer ser vivo originário de outro local do mundo (exótica) que tem a capacidade de se disseminar de forma descontrolada causando danos ao ambiente, às espécies nativas, à economia, à saúde humana e ao modo de vida da população.

Daqui podem-se destilar algumas sub-mensagens mais específicas sobre as espécies invasoras:

- ameaçam as plantas, animais e habitats nativos;
- têm um custo elevado à economia local (menor produtividade e turismo, despesas com esforços de erradicação);
- podem ameaçar a saúde pública.

Ideias a transmitir aos utilizadores do rio (incluindo veraneantes, pescadores, canoístas, etc.)

- nunca libertar ou devolver espécies exóticas invasoras à água;

- nunca transportar peixe de diferentes espécies entre diferentes massas de água, para assim proteger os peixes nativos e prevenir a propagação de doenças que ameaçam os desportos náuticos;
- limpar e secar sempre todo o equipamento entre viagens, para prevenir a propagação de espécies invasoras e doenças (Novoa et al., 2017).

Como o Rio Minho constitui uma fonte de rendimento para muitos núcleos familiares (pesca, apanha de marisco, turismo), concluiu-se que a mobilização da população, **em especial da comunidade piscatória**, para o problema das espécies invasoras é vital não só porque **dependem** da saúde do rio, mas também porque estão em posição de ajudar na **monitorização e controlo** das Espécies Exóticas Invasoras.

Embora uma boa infografia exija que a sua audiência saiba ler visualmente, especial atenção também deve ser dada aos textos, que devem ser distribuídos em blocos pequenos (um a dois parágrafos no máximo) e arrançados de forma a serem mais fáceis de assimilar, interagindo conjuntamente com os elementos visuais para veicular a dose certa de informação ao público-alvo a que se destina (Montañez, 2016). A **baixa literacia desta população** obrigará ao desenvolvimento de materiais de divulgação e sensibilização **profundamente visuais**, com linguagem simples e directa, para ultrapassar as condicionantes acima mencionadas.

Assim, este projeto (campanha de sensibilização e consciencialização) destina-se primariamente à **comunidade piscatória** e a crianças em **idade de aprendizagem (comunidade escolar) de Vila Nova de Cerveira e áreas contíguas**, podendo eventualmente ser alargada a um público mais vasto ou mesmo adaptado a outros concelhos vizinhos distribuídos por toda a bacia hidrográfica deste rio.

2.2 Material e Métodos para produção das ilustrações e composições

2.2.1 Ilustração digital

As **ilustrações** e todo o material gráfico criados propositadamente para este projeto foram realizados em **técnica digital** (APS) procurando encontrar-se uma metodologia que agilize o fluxo de trabalho. As exceções podem ser encontradas nas espécies que não são da autoria da candidata, mas que propositadamente foram incluídas (estando autorizada para o efeito pelo detentor do direito de uso, ou copyright, Fernando Correia) para completar o mais possível o conjunto de espécies exóticas com potencial invasor no rio Minho, dada a pertinência em função dos objetivos pré-definidos; a saber, a perca-sol (Marcos Oliveira; aguarela), peixedourado (Francisco Cunha, aguarela); as espécies carpa e amêijoasiática (da autoria de Fernando Correia) foram criadas em ambiente digital e com recurso às mesmas ferramentas utilizadas neste trabalho, do qual o autor é pioneiro na sua aplicação e uso em Ilustração Científica feita em Portugal). Contudo, mesmo não sendo algumas das unidades individuais todas de uma mesma autoria, a criação e consequente autoria das composições subsequentes e produtos derivados é pertença da candidata.

O papel do computador enquanto ferramenta é, de um modo geral, mal compreendido, uma vez que ainda persiste a ideia generalizada de que todo o processo de criação de uma imagem digital é uma ação automatizada no seu todo, ou quase. Na verdade, criar uma imagem digital requer alguém habilitado a usar o programa de computador corretamente, com as competências para utilizar as suas ferramentas e ainda com a capacidade de interpretar fielmente a informação científica, para melhor a representar visualmente numa imagem ilustrada. Nesse sentido, o computador não é diferente de um mero lápis de grafite ou pincel tintado com cores de aguarela: ambos são ferramentas que o artífice pode manipular da maneira que quiser. Os ilustradores admitem que o campo está em crescimento e inclui agora

a realidade virtual e a animação tridimensional, especialmente para a visualização de processos microscópicos (Rosen, n.d.). O computador é simplesmente a mais recente ferramenta a entrar para o estojó de técnicas disponíveis para o ilustrador científico, principalmente desde o ano 2000 (Caudill, 2014).

A Ilustração Digital é uma modalidade técnica que utiliza o **computador** (*hardware*) e **aplicações informáticas específicas** (*software*) como ferramentas para produzir/tratar imagens gráficas originais (2D ou 3D), mais científicas ou mais artísticas, mas sempre completamente virtuais.

As técnicas digitais em Adobe Photoshop, graças à possibilidade de automatizar pequenas tarefas repetitivas, adaptam-se bem à criação de padrões rápidos, um fator importante quando se trata de executar ilustrações científicas com fins editoriais. A replicação de efeitos volumétricos através da “renderização” em tempo real (*layer styles*) não prejudica a precisão e qualidade do produto final.

2.2.2 APS e Mesas Gráficas

Para desenhar em ambiente digital o ilustrador precisa de um computador, uma mesa digitalizadora e *software* de ilustração e/ou manipulação de imagem.

Estão disponíveis muitos tipos de mesas digitalizadoras, de todos os tamanhos, preços e especificações, desde as mais pequenas de 10cm onde se desenha sobre a superfície enquanto se olha para o monitor, até aos ecrãs LCD de 30 polegadas que permitem desenhar diretamente num monitor, emulando o desenhar sobre papel. As mesas digitalizadoras são compostas por duas partes: a superfície de desenho e um *stylus*, ou caneta, produtora de risco ou mancha (Caudill, 2014).

O *stylus* tem a forma de um utensílio de escrita vulgar; em alguns casos pode estar equipado com botões ou uma borracha na extremidade oposta, e estes botões podem ser personalizados com atalhos para agilizar o trabalho. O *stylus* é aplicado sobre a superfície da mesa que é sensível à pressão do mesmo sobre a sua superfície. A sensibilidade varia com o modelo (desde os 256 níveis até 8192) e quanta mais sensibilidade maior será o controlo que o ilustrador tem sobre a espessura e intensidade das linhas/cores, chegando a atingir a mesma experiência táctil do papel e caneta tradicionais (Caudill, 2014).

Para desenhar com uma mesa digitalizadora o utilizador precisa de um *software* de ilustração instalado no computador. As duas categorias de *software* de ilustração são *raster* (em mapa de bits, ou *bitmap*) e vetorial. Os programas baseados em *raster* são usados sobretudo para pintura digital. Este tipo de *software* permite ao utilizador pintar ou desenhar como se usasse materiais analógicos (como aguarelas, guaches, acrílicos, ou lápis de cor, etc.). Oferecem uma vasta gama de ferramentas e uma paleta ampla. As ferramentas incluem pincéis, lápis, borrachas, ferramentas (*tools*) de edição de textos, seleção de cores, pincéis de mistura e naturais. Estas e outras ferramentas são facilmente personalizadas para ir de encontro às necessidades do ilustrador – pode por exemplo alterar o tamanho, forma, opacidade, textura, cor e muitas outras opções.

O processo de ilustração digital é semelhante à ilustração tradicional, sendo a principal diferença a possibilidade de trabalhar em camadas, ou *layers*. As *layers* são de fundo transparentes (vazias para além do *bitmap* de cada pincelada) e podem empilhar-se umas sobre as outras, em diferentes ordens (editáveis). Ao começar uma ilustração digital o

ilustrador pode criar um rascunho na primeira camada, na seguinte otimizar e arte-finalizar as linhas, e nas restantes pintar cores e detalhes. Durante o processo de pintura digital podem-se adicionar *layers* a qualquer momento, ou modificar por exemplo a tonalidade/saturação com *adjustment layers*. Mudar os *blending modes* das *layers* também pode mudar a forma como interagem com as *layers* subjacentes e assim a sua aparência. O ilustrador pode criar, eliminar, rearranjar e fundir camadas, e os erros podem facilmente ser remediados com a função “undo” (Caudill, 2014).

2.2.3 . Metodologia e métodos: cinco passos-a-passos representativos para produção das ilustrações

Como metodologia geral e durante todo o processo de elaboração de ilustrações científicas teve-se acesso ao **património vivo** (espécimes) e ao **material** do Museu (fotografias, esquemas, textos), para estudos de observação, análise e contraposição com as informações coletadas e que descrevem as espécies identificadas como prioritárias e carentes de ilustração. Foram ainda consultadas as escolas e/ou populações locais, em breves inquéritos informais, para melhor aferir e dimensionar o projeto de divulgação e as formas de o traduzir numa campanha de sensibilização/consciencialização.

De seguida descrevem-se cinco métodos, criados para poderem responder à problemática dos diferentes padrões de textura inerentes a figurações da anatomia externa de diferentes organismos animais, e que podem ser replicados e aplicados a diferentes espécies (modelos). Estes foram equacionados depois de se categorizarem e agruparem todas as espécies listadas em categorias: Plantas; Vertebrados — Peixes (escamas grandes e pequenas) e mamíferos (pelos); Invertebrados — Moluscos (corpo mole e concha) - Crustáceos (corpo rígido e articulado, artrópodes).

2.2.3.1 MODELO 1. Mamífero (vison)

Foi feita uma coleção de referências (fotos, vídeos, desenho ao vivo) confirmando a identidade da espécie tendo como base verbais descrições científicas fidedignas, de forma a reunir todos os elementos e informações necessárias para a construção de um mosaico visual (quimera), onde se reúnam todos os caracteres morfológicos externos com valor de diagnose e capazes de conduzirem a uma correta identificação, perante uma comparação entre espécimes observados no campo e a ilustração produzida (Ilust.7).

Mink fur is usually dark brown with white patches on the chin, chest, and throat areas. The fur is soft and thick, with oily guard hairs that waterproof the animal's coat (Chapman and Feldhamer 1982). The body is long and slender with short legs and a pointy, flat face. The toes are partially webbed, showing the mink's semi-aquatic nature. Body length is usually around 2 feet or 610 mm (Van Gelder 1982) with up to half of this length being the tail. Females, on average, are substantially smaller than males. Adult females weigh between 0.7 to 1.1 kg, while males range from 0.9 to 1.6 kilograms (Chapman and Feldhamer 1982). Body length varies as well, with males measuring from 580 to 700 mm and females from 460 to 575 mm (Chapman and Feldhamer 1982). (Chapman and Feldhamer, 1982; Van Gelder, 1982) https://animaldiversity.org/accounts/Neovison_vison/



https://en.m.wikipedia.org/wiki/Neovison#/media/File:3AAmerican_Mink.jpg



<http://lakecountynaturalist.blogspot.com/2014/11/a-proper-mink-coat.html>

Ilustração 7. Descrição científica e referências fotográficas.

Com base na informação compilada foi criado um desenho preliminar a partir desse mosaico fundacional, por forma a constituir um modelo representativo da espécie (arquétipo), orientado da esquerda (secção cefálica) para a direita (secção caudal) de acordo como convencionado em ilustração científica e na ilustração mamológica (mastofauna). A pose escolhida deve ser neutra no dramatismo (para auxiliar à compreensão) mas de pendor comportamental – ou seja, em sintonia com uma atitude ou pose reconhecidamente típica para a espécie. Este esboço deve conter todas as informações necessárias à criação da obra final, incluindo a orientação da pelagem e nele devem ser ensaiadas todas as soluções ou respostas aos problemas levantados ao ilustrador durante o procedimento de delineamento do arquétipo (Ilust. 8).

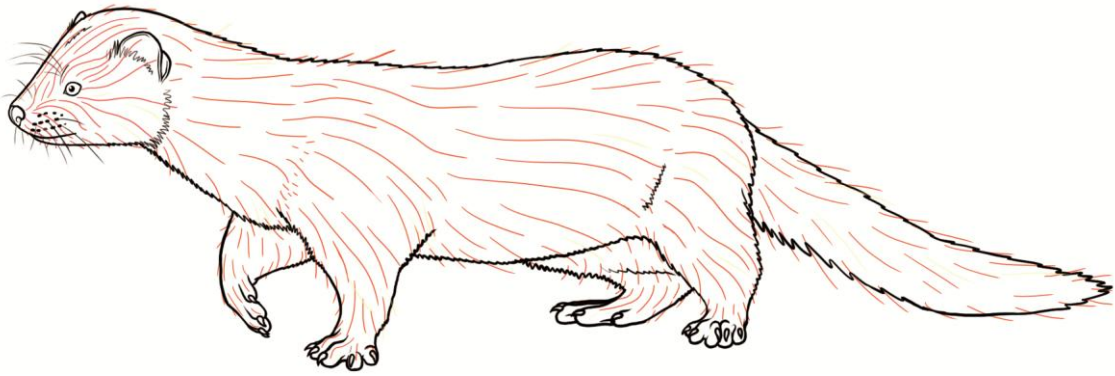


Ilustração 8. Desenho preliminar ou esboço.

Preparação de uma base pouco detalhada onde são delineadas as principais cores e formas gerais do animal, que orientará a criação da pelagem conformada à volumetria do corpo (Ilust. 9).



Ilustração 9. Base com cores e volumetria.

Criação de vários pincéis personalizados, um para cada tipo de pelo (pelos longos e finos, curto e grossos, curvos, diretos) usando *Edit>Define Brush Preset* e ajusta-se o novo pincel na paleta *Brush Settings*. A pelagem do vison-americano tem duas camadas, uma externa de pelos rijos e oleosos, e uma de sub-pelo com pelos mais finos e claros. As duas camadas de cores diferentes e o facto de cada pelo individual ser mais claro na raiz do que nas pontas resultam num contraste (mais óbvio quando o animal está molhado) que tem de ser replicado. Para isso utiliza-se o *Mixer Brush* para essencialmente “clonar” gradientes claro-escuro e criar pelos com essas mesmas cores, o que é impossível com pincéis normais que apenas são capazes de produzir um gradiente opaco-transparente (Ilust. 10).

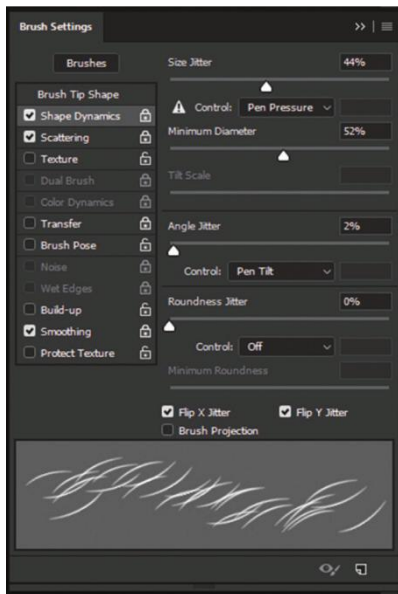


Ilustração 10. Pincéis e gradientes de cores para utilização com o *Mixer Brush*.

No fim foram feitos ajustes para obter pelagens alternativas: *adjustment layers* (contraste, saturação, tonalidade) seguidas da reposição dos brilhos perdidos com uma réplica de-saturada da ilustração completa, em modo *color dodge* (Ilust. 11).

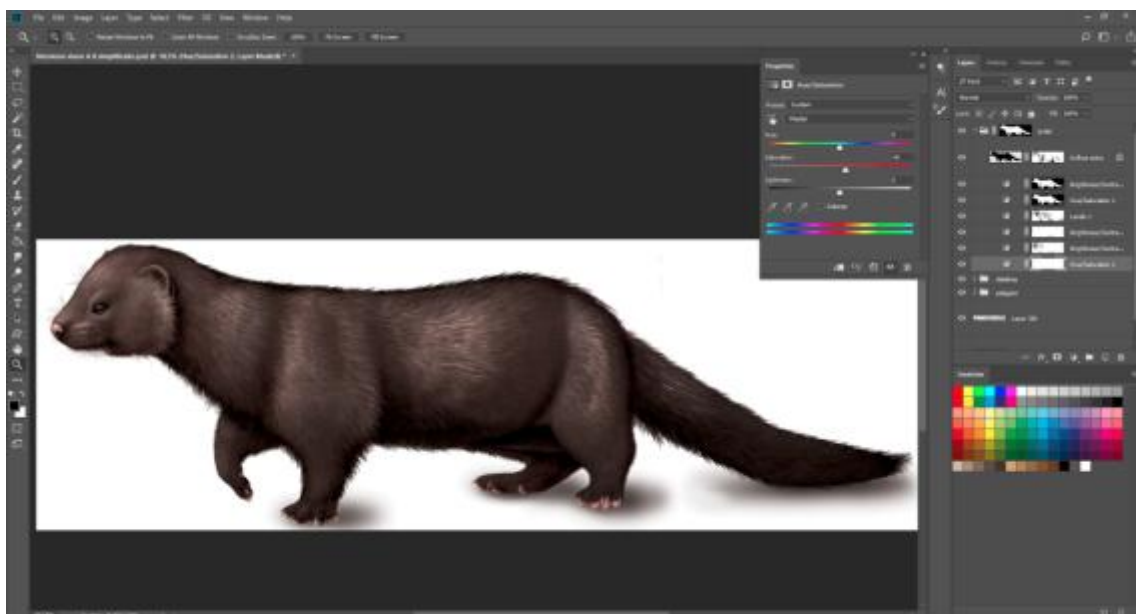


Ilustração 11. Pelagem escurecida através de *adjustment layers*.

2.2.3.2 MODELO 2. Molusco (caramujo)

Foi feita uma coleção de referências (fotos, vídeos, desenho ao vivo) confirmando a identidade da espécie tendo como base descrições científicas fidedignas, de forma a reunir todos os elementos e informações necessárias para a construção de um mosaico visual (quimera), onde se reúnam todos os caracteres morfológicos externos com valor de diagnose e capazes de conduzir a uma correta identificação, perante uma comparação entre espécimes observados no campo e a ilustração produzida (Ilust. 12).

New Zealand mudsnails are shelled organisms that are either gray in color or some shade of light to dark brown. Male and female New Zealand mudsnails are very similar in physical appearance, but females are distinguished from males by the presence of developing embryos in their reproductive systems. In the western United States, the average length of the shell of the New Zealand mudsnail is 4 to 5 mm, with a maximum length of 6 to 7 mm. In their native range, the maximum length of the shell is 12 mm. The surface of the shell is characterized by right-handed coiling of 5 to 6 whorls demarcated by sulci. The shells of some individuals have a keel in the middle of each whorl and/or spines for defense against predators. A terminal oval aperture covered by a thin operculum is also present. New Zealand mudsnails may resemble snails native to the United States, but they are distinguished by their longer, narrower shells that have a greater number of whorls. https://animaldiversity.org/accounts/Potamopyrgus_antipodarum/



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/New_Zealand_Mud_snails.jpg



https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/freshwater_molluscs/Freshwater_Oct18/Media/Html/potamopyrgus_antipodarum.htm

Ilustração 12. Descrição científica e referências fotográficas.

Criação de vários desenhos preliminares quiméricos, representativos da espécie – arquétipos – em norma frontal para as conchas, e em norma lateral para o animal ambulante, de acordo como convencionado em IC e na ilustração malacológica para univalves (Ilust. 13).



Ilustração 13. Desenhos preliminares.

Preparação de bases com as cores e padronização (Ilust. 14).



Ilustração 14. Base de cores e padronização.

Criação das volumetrias com recurso a várias *layers* de sombras e brilhos: como base usou-se uma *layer* com as cores e padrões, e para a volumetria usaram-se *layers* contendo inicialmente a cor cinzento 50% (C50%, M50%, Y50%, K50%) sendo a volumetria pintada como se de uma ilustração a lápis ou *carbon dust* se tratasse – adicionando preto e branco (ou *dodge/burn*) de forma gradual e construtiva até obter o efeito volumétrico desejado. Uma vez conseguida a volumetria, alterar o *blending mode* faz com que a *layer* (ou *layers*) de volumetria interaja com a base de cor (Ilust. 15).

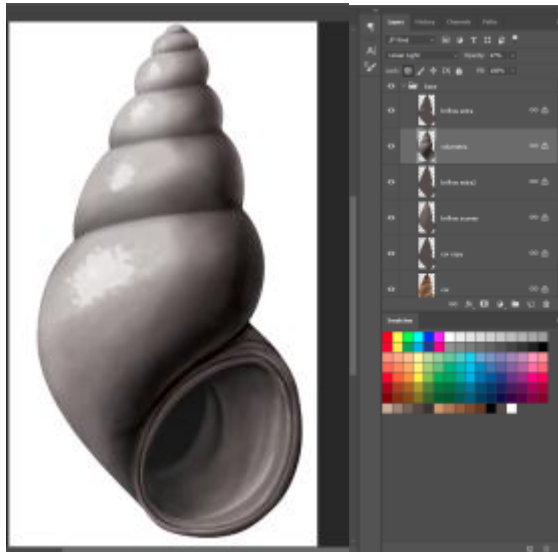


Ilustração 15. *Layer* de volumetria, original e após alteração do *blending mode*.

Criação de várias *layers* com as texturas superficiais da concha e do corpo usando pincéis personalizados, e aplicação das mesmas com recurso a *blending modes* (Ilust. 16).

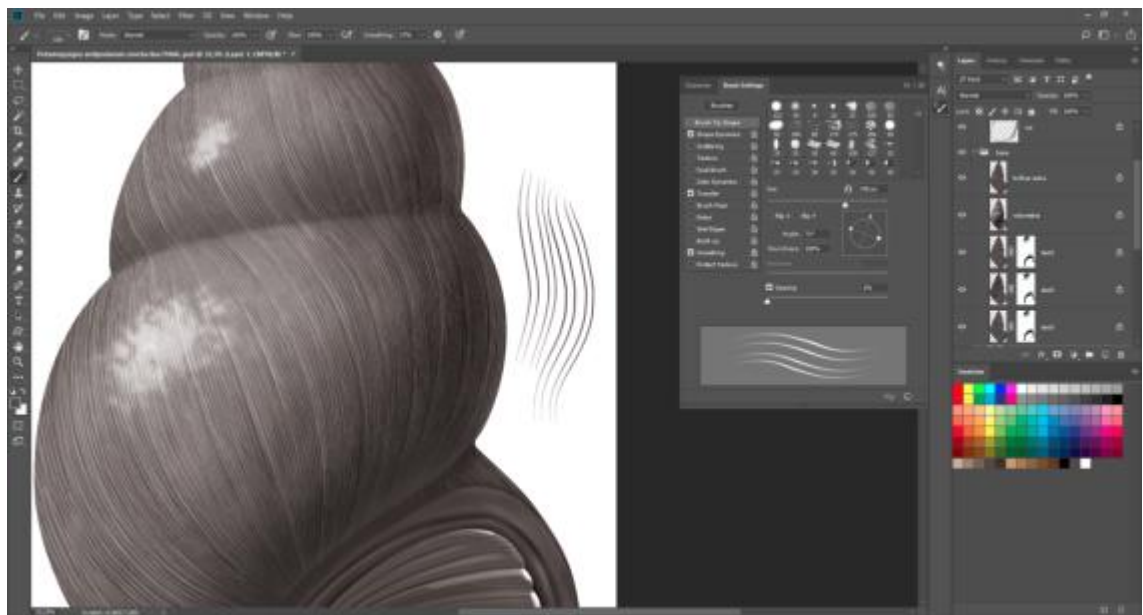


Ilustração 16. *Layer* de textura criada com pincéis personalizados.

2.2.3.3 MODELO 3. Peixe de escamas grandes (gambúsia)

Foi feita uma coleção de referências (fotos, vídeos, desenho ao vivo) confirmando a identidade da espécie tendo como base descrições científicas fidedignas, de forma a reunir todos os elementos e informações necessárias para a construção de um mosaico visual (quimera), onde se reúnam todos os caracteres morfológicos externos com valor de diagnose e capazes de conduzir a uma correta identificação, perante uma comparação entre espécimes observados no campo e a ilustração produzida (Ilust. 17).

The Eastern Gambusia can be recognised by its dorsally flattened head, small, upturned mouth, large eyes, rounded caudal fin and single dorsal fin.

It is green to brown on the above, grey with a bluish sheen on the sides and silvery-white on the belly.

Adult females often have a black mark on the side of the belly above the vent. Males have a large gonopodium. This structure (clearly visible in both images) is formed by the thickened anal fin rays, and is used for sperm transfer to the female.

<https://australianmuseum.net.au/learn/animals/fishes/eastern-gambusia-gambusia-holbrooki-girard-1859/>



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gambusia_holbrooki_\(S0833\)_12597857535.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gambusia_holbrooki_(S0833)_12597857535.jpg)



<http://fishesofaustralia.net.au/Images/Image/GambusiaMaGlynnAland.jpg>

Ilustração 17. Descrição científica e referências fotográficas.

Criação do desenho preliminar quimérico representativo da espécie – arquétipo – em norma lateral, orientado da esquerda (secção cefálica) para a direita (secção caudal) de acordo como convencionado em IC e na ilustração ictiológica, anotando o tamanho, forma, número e disposição das escamas (Ilust. 18).

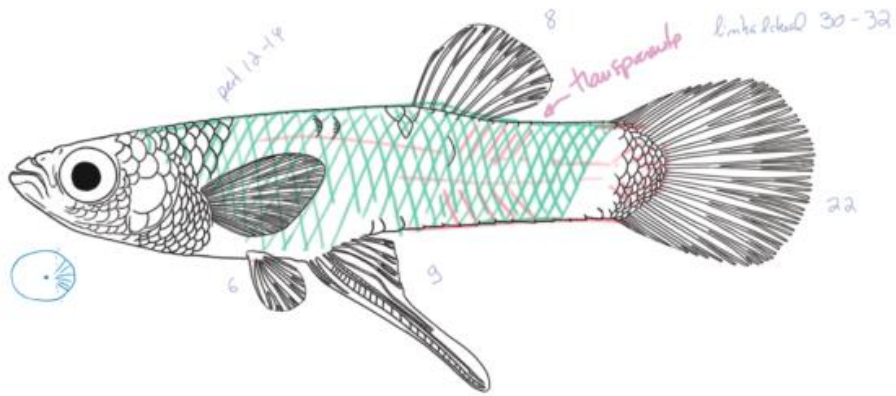


Ilustração 18. Desenho preliminar.

Preparação de 3 escamas “básicas”, dorsal, ventral, lateral, com volumetria e *layer style* de *drop shadow* (Ilust. 19).

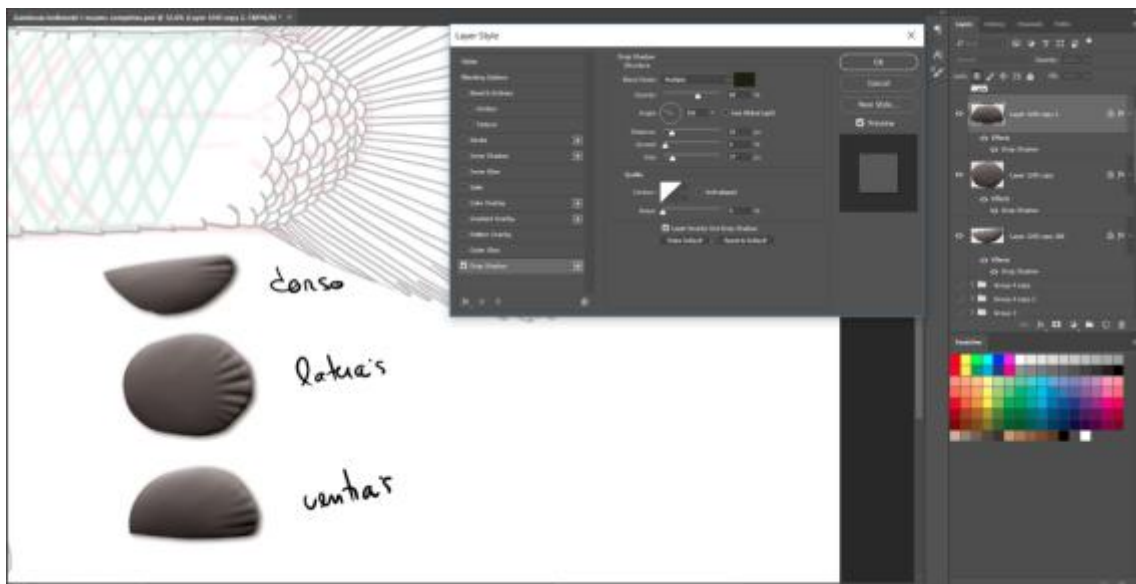


Ilustração 19. Escamas “básicas” preparadas para distribuição.

Distribuir as escamas seguindo o padrão delineado no rascunho, respeitando a ordem de sobreposição, as diferenças de tamanho e as diferentes formas adequadas à volumetria (Ilust. 20).

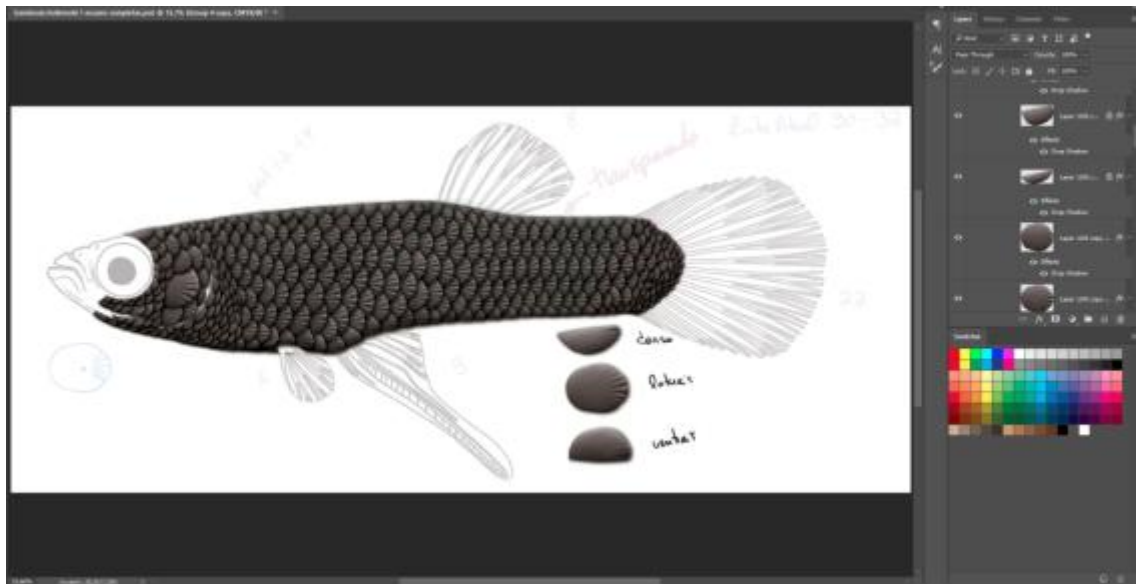


Ilustração 20. Escamas distribuídas e ajustadas à volumetria do corpo.

Criação da volumetria do corpo e cabeça com recurso a *layers* de sombras e brilhos (*blending modes* adequados) aplicadas sobre cada *layer* de cor (Ilust. 21).

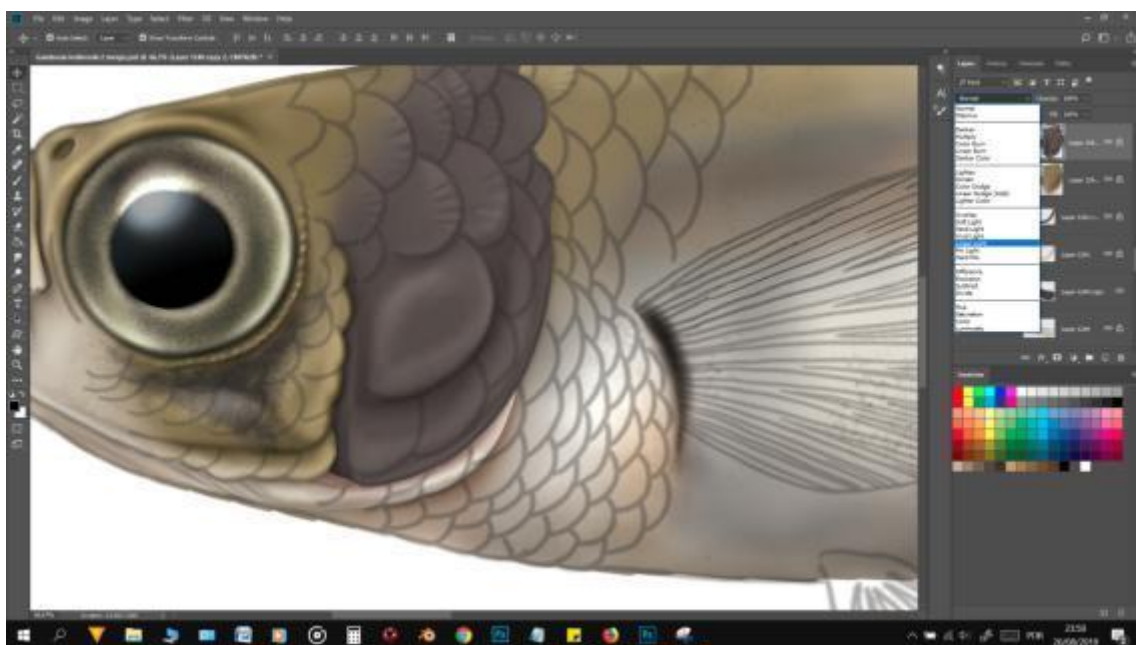


Ilustração 21. *Layer* do opérculo, antes da alteração do *blending mode*.

Usando o conjunto total das escamas como máscara delimitadora (para que os pontos se restrinjam aos limites entre as escamas) e um pincel de salpicos personalizado, criou-se o padrão reticulado que segue o alinhamento das escamas; no entanto, o padrão reticulado não se alinha precisamente com as escamas, por isso a máscara que delimita o padrão reticulado foi deslocada alguns pontos até obter o desvio necessário (Ilust.22).

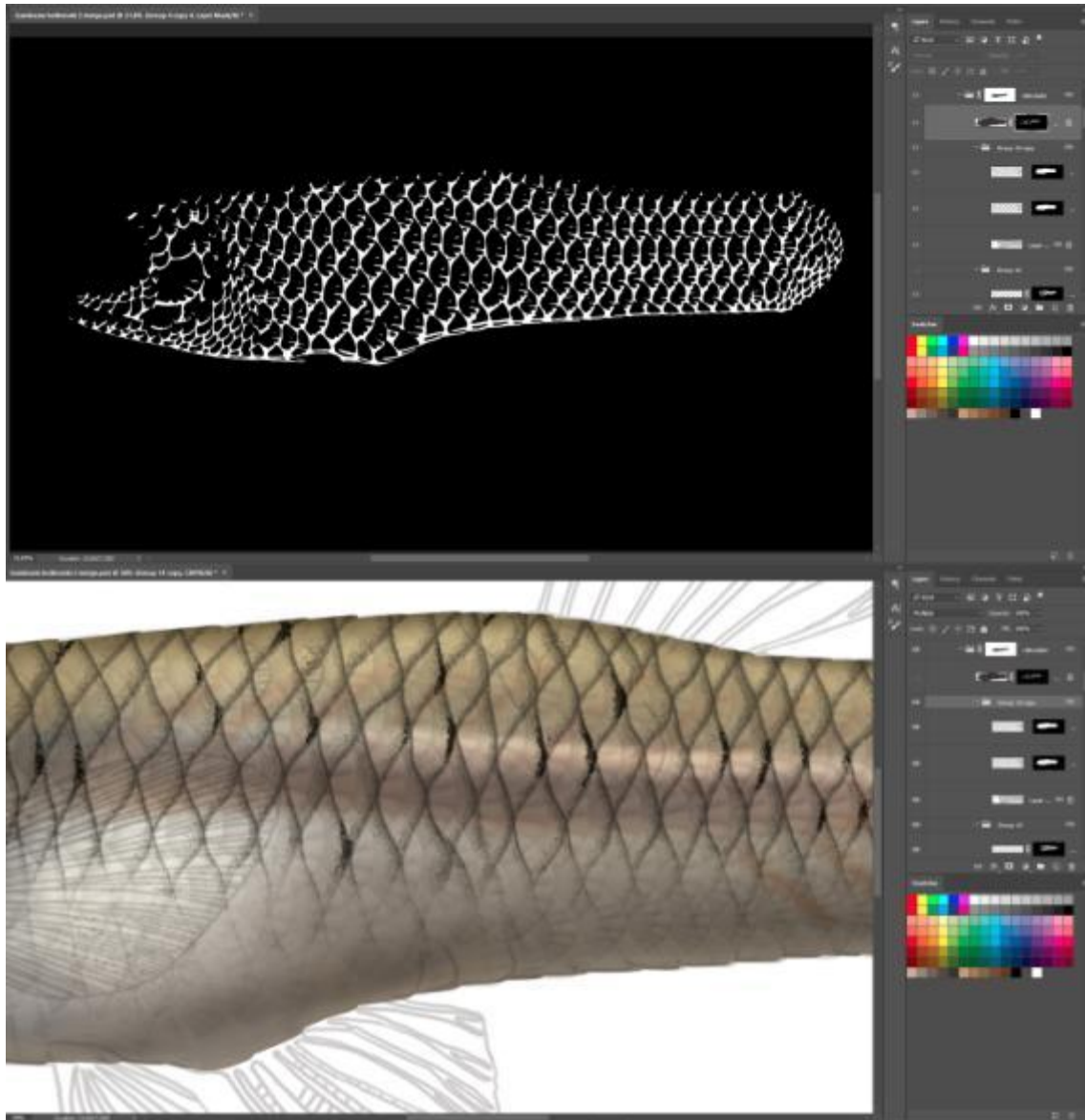


Ilustração 22. Máscara utilizada para controlar a distribuição do padrão reticulado

Os brilhos iridescentes foram criados com uma máscara semelhante (limitando os reflexos apenas à área dentro das escamas, evitando os limites), um pincel de salpicos e um *blending mode* adequado (Ilust. 23).

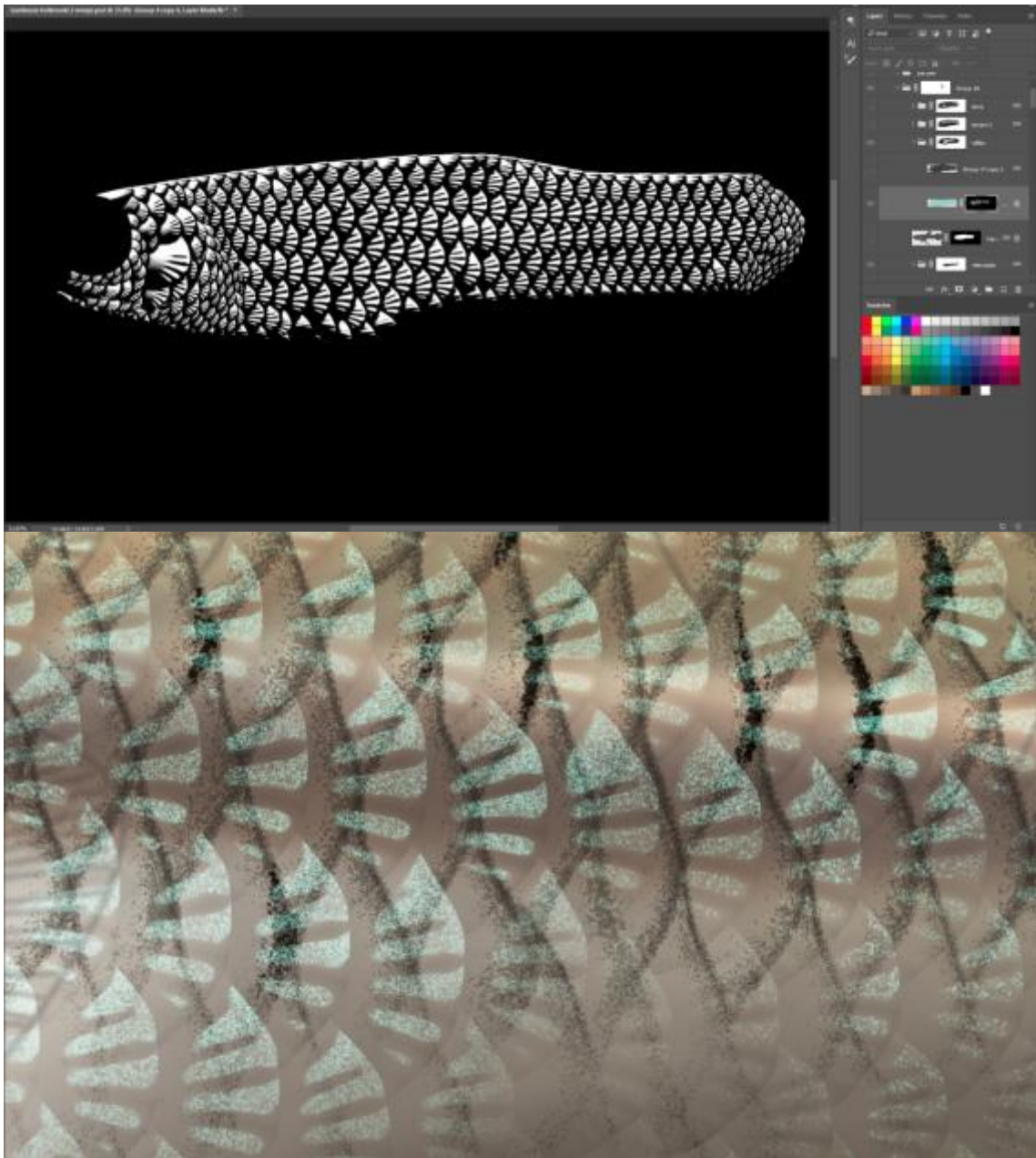


Ilustração 23. Máscara utilizada para controlar a distribuição dos brilhos iridescentes.

Finalização do corpo aplicando ao grupo das escamas um *blending mode* que interaja com as restantes de forma harmoniosa (Ilust. 24).

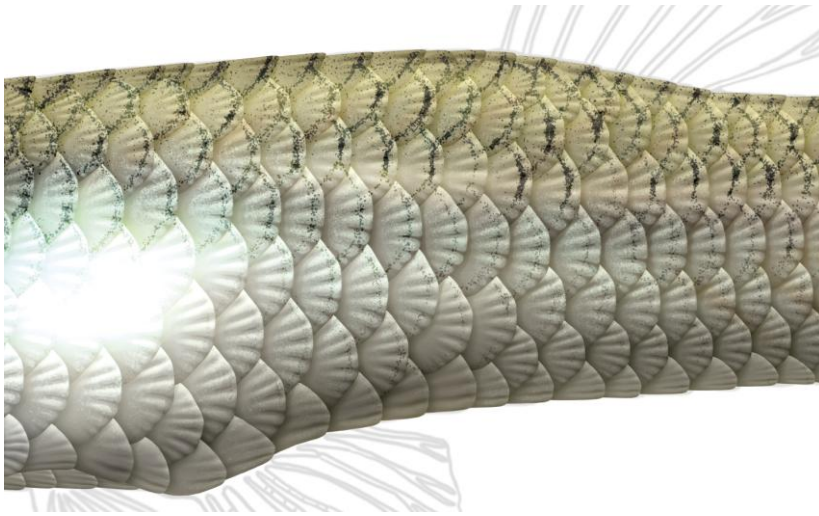


Ilustração 24. Aplicação das escamas sobre o resto do corpo.

As barbatanas foram criadas com recurso a *layer styles* de *bevel&emboss* para criar o ligeiro volume tanto na membrana como nos raios; as transparências forma geradas com recurso a máscaras, assim como as malhas (Ilust. 25).

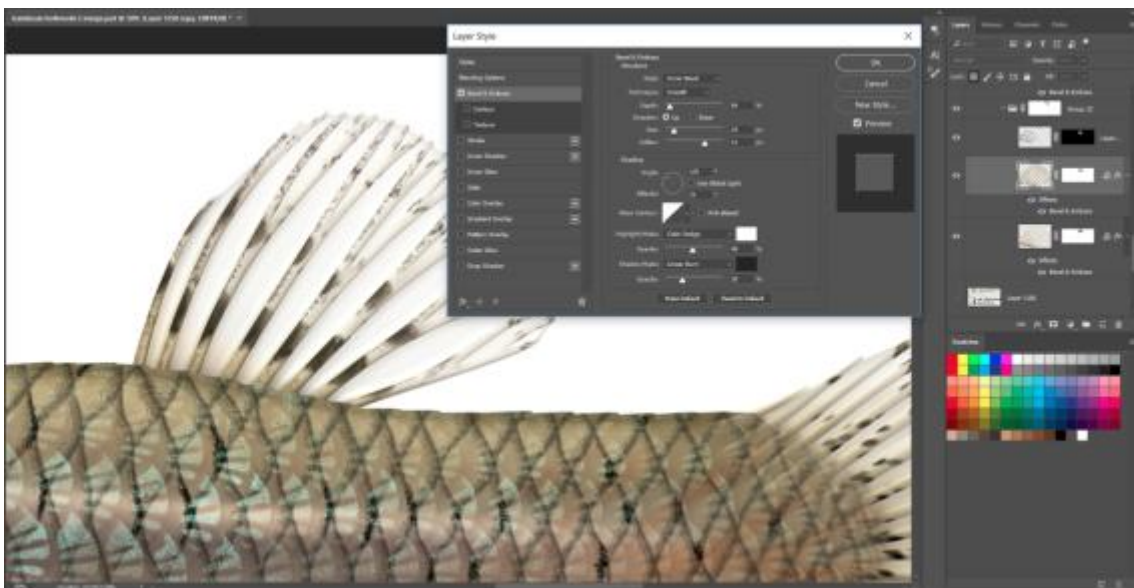


Ilustração 25. Criação das barbatanas.

Por apresentar um forte dimorfismo sexual este peixe requer que ambos os sexos sejam representados.

Por uma questão de celeridade, após terminada a primeira versão (macho) a fêmea foi criada a partir dessa usando distorções (filtro *Liquify*) para conformar todas as *layers* ao novo perfil: base de cor, reticulado, escamas, volumetria. Algumas barbatanas puderam também ser aproveitadas, mas a barbatana anal altamente modificada do macho teve de ser completamente substituída (Ilust. 26).

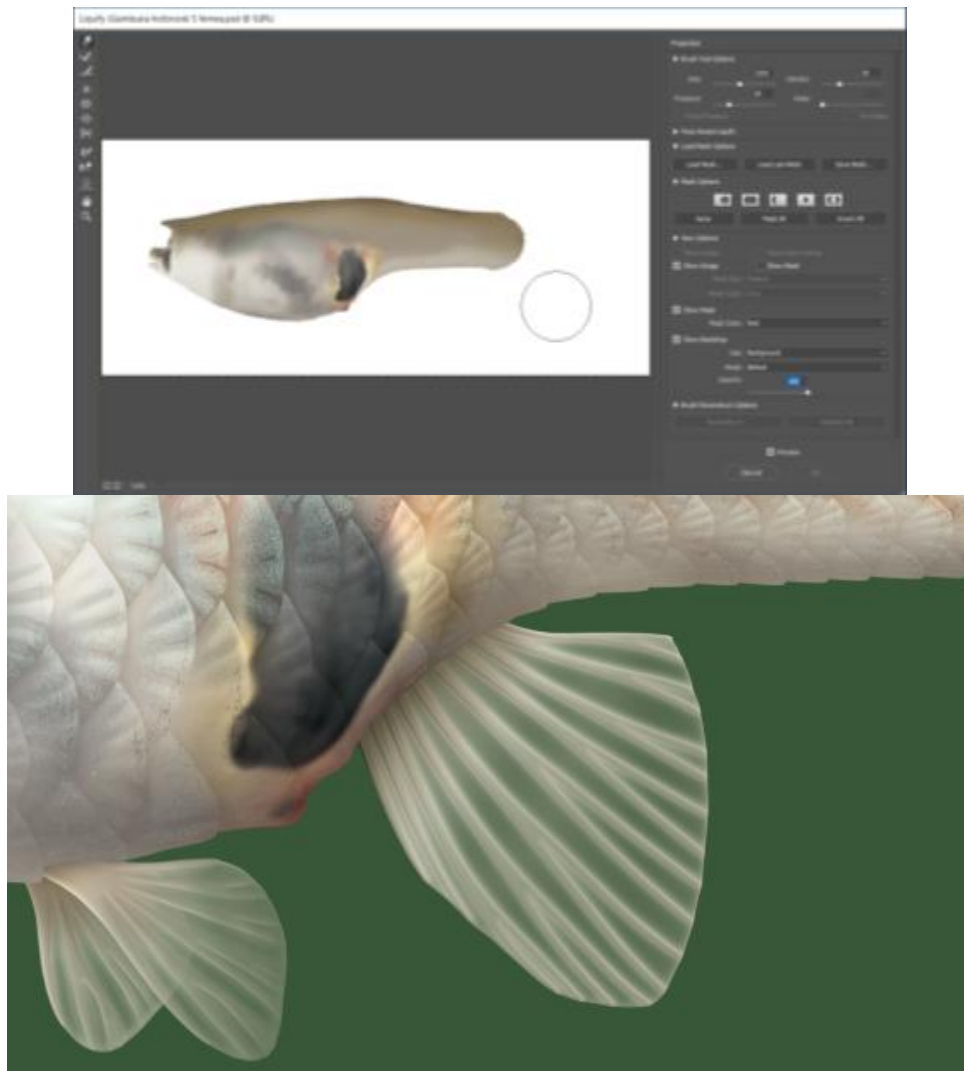


Ilustração 26. Utilização do filtro *Liquify*, e ajuste da barbatana anal.

2.2.3.4 MODELO 4. Peixe de escamas pequenas (tenca)

Foi feita uma coleção de referências (fotos, vídeos, desenho ao vivo) confirmando a identidade da espécie tendo como base descrições científicas fidedignas, de forma a reunir todos os elementos e informações necessárias para a construção de um mosaico visual (quimera), onde se reúnam todos os caracteres morfológicos externos com valor de diagnose e capazes de conduzir a uma correta identificação, perante uma comparação entre espécimes observados no campo e a ilustração produzida (Ilust. 27).

Dorsal spines (total): 4; Dorsal soft rays (total): 8-9; Anal spines: 3-4; Anal soft rays: 6 - 8; Vertebrae: 39 - 41. Body thickset, heavy, and laterally compressed, the caudal peduncle characteristically deep and short. Skin thickened, slimy; the scales small, embedded. Overall coloration olive-green, at times dark green or almost black, with golden reflections on ventral surface. Head triangular, eye orange-red, small; snout relatively long; interorbital broad; mouth terminal, small in size with thick lips and a pair of well-developed barbels, one at each corner of the mouth. Caudal fin with 19 rays (Ref. 2196). Diagnosed from other cyprinid species in Europe by the following characters: body golden greenish brown; one pair of barbel (maxillary); lateral line with 96-115 scales, small and deeply embedded; dorsal fin with 8-9½ branched rays; and anal fin with 6-9½ branched rays

<https://www.fishbase.de/summary/Tinca-tinca.html>



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tinca_tinca_Prague_Vltava_1.jpg



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tench_\(Tinca_tinca\)_13532518743.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tench_(Tinca_tinca)_13532518743.jpg)

Ilustração 27. Descrição científica e referências fotográficas.

Criação do desenho preliminar quimérico, representativo da espécie – arquétipo – em norma lateral, anotando o tamanho, forma e disposição das escamas (Ilust. 28).

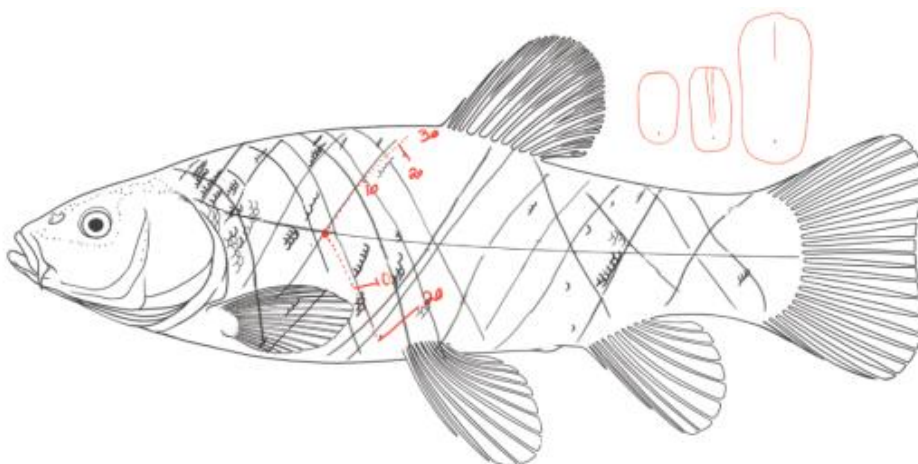


Ilustração 28. Desenho preliminar.

Preparação de dois pincéis de escamas (um para a linha lateral, outro para escamas genéricas) para replicarem o brilho da margem posterior das escamas (Ilust. 29).

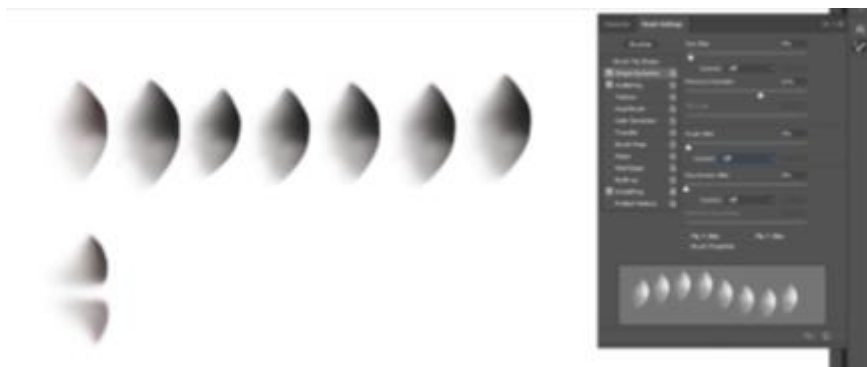


Ilustração 29. Pincéis de escamas (genéricas e da linha lateral) prontos a usar.

Para evitar ter de criar múltiplos pincéis (além do obrigatório pincel extra para a linha lateral) com vários tipos de escamas para acomodar as distorções na zona do dorso e barriga, optou-se por criar todas as escamas do mesmo tamanho aproximado e posteriormente distorcer o conjunto (com o filtro *Liquify*) para ajustar à volumetria do corpo. Durante o ajuste com recurso ao *Liquify* foi preciso respeitar o número de escamas acima e abaixo da linha lateral, caracter de diagnose importante para a identificação (Ilust. 30).

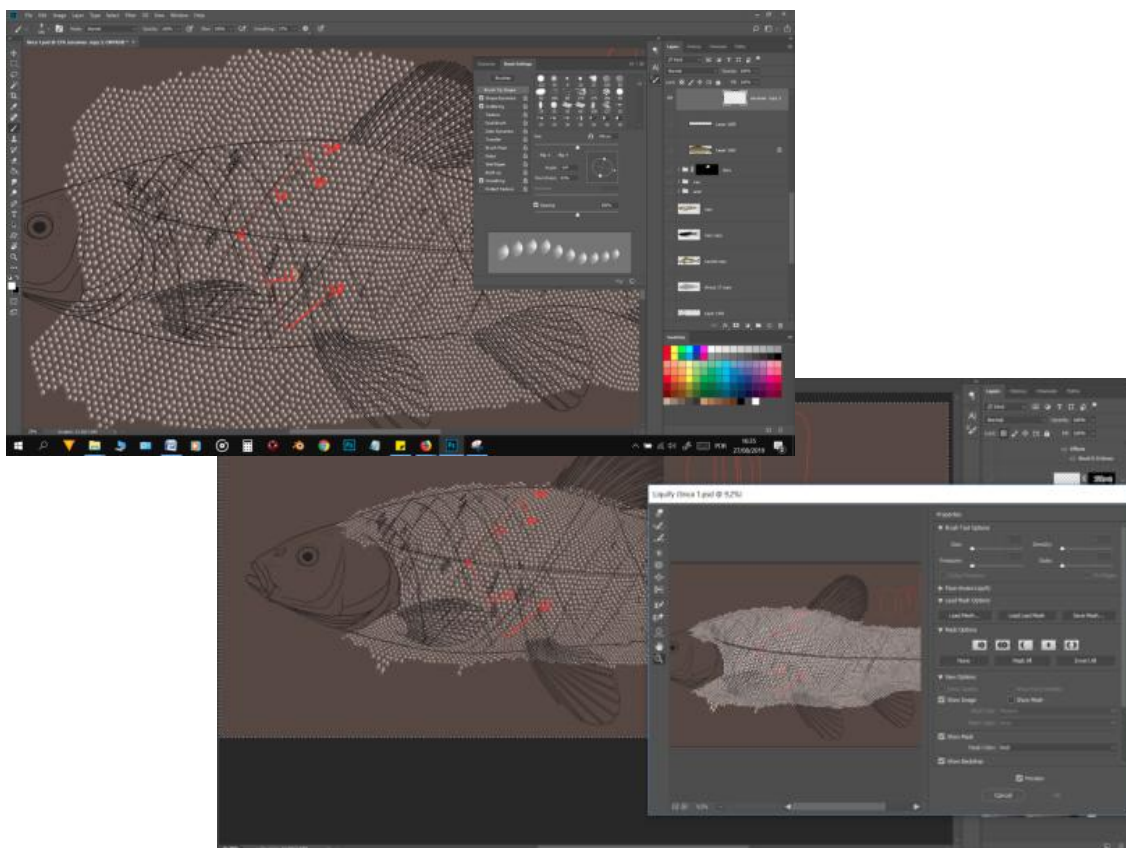


Ilustração 30. Padrão das escamas antes e depois do filtro *Liquify*.

As escamas ajustadas são preenchidas com cinzento 50% e aplica-se um *layer style* de volume e sombra (*bevel&emboss* e *drop shadow*); numa cópia extra de cor dourada usa-se um *blending mode* para criar reflexos (Ilust. 31).

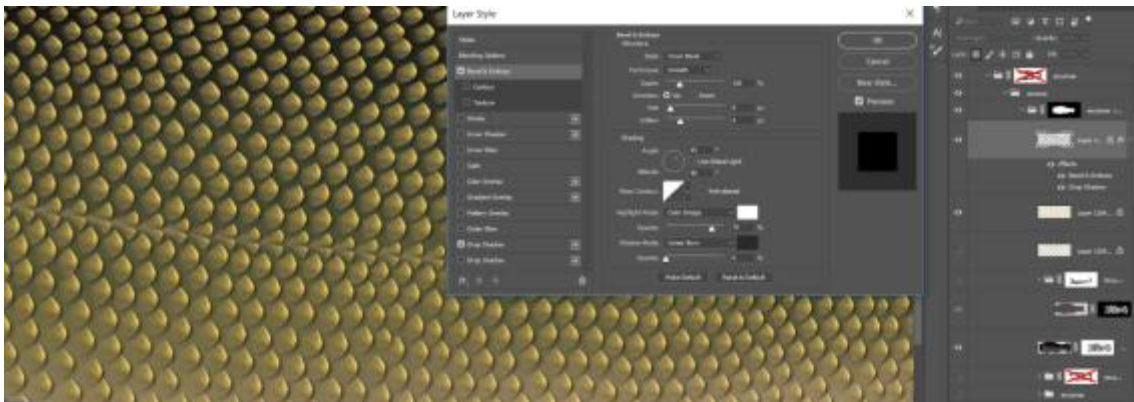


Ilustração 31. Volumetria e brilhos das escamas.

Tanto as escamas com volume como as escamas de reflexo precisaram de uma máscara que tornasse o conjunto menos homogêneo. Isto foi obtido com um pincel aleatório aplicado a uma máscara em ambas as *layers*, para eliminar porções das mesmas e assim criar uma sugestão de textura (Ilust. 32).

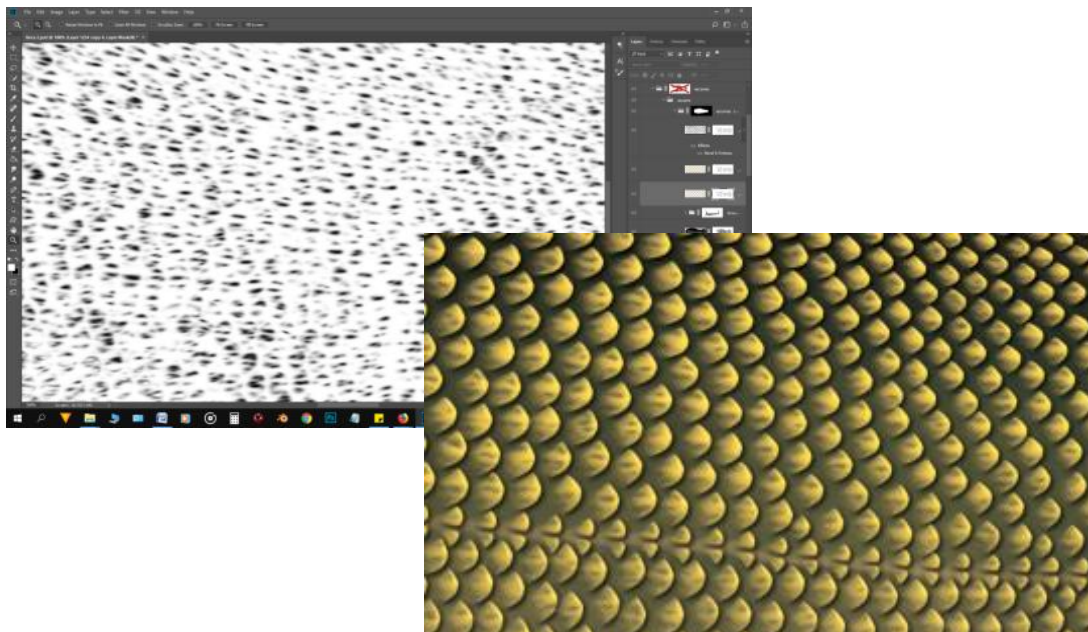


Ilustração 32. Máscara para criar um padrão aleatório.

Criação da volumetria do corpo e cabeça com recurso a várias *layers* de sombras e brilhos com *blending modes* adequados (Ilust. 33).

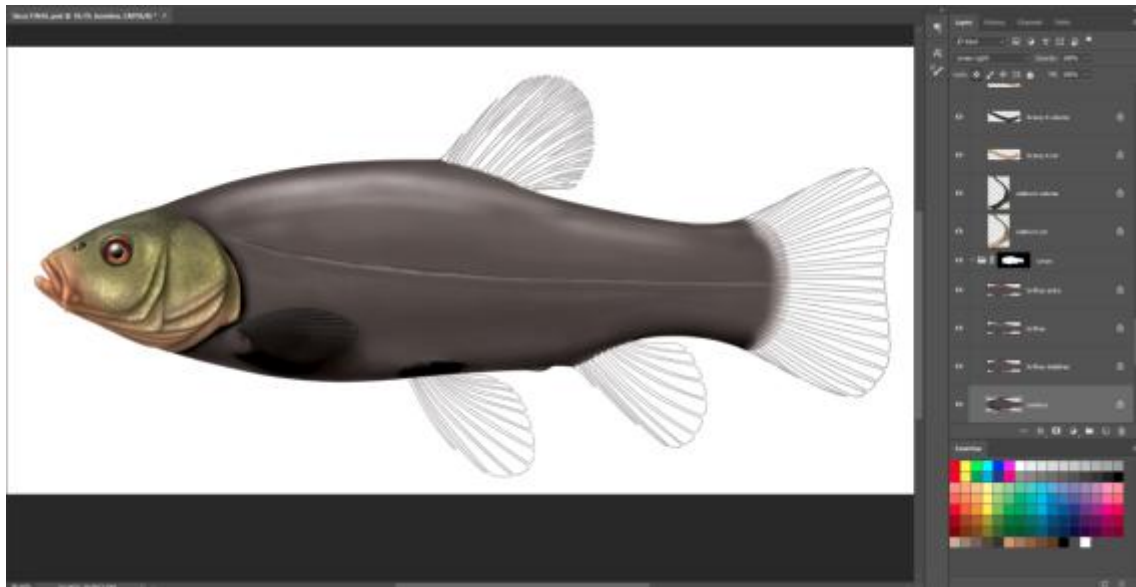


Ilustração 33. *Layer* de volumetria do corpo antes da alteração do *blending mode*.

As barbatanas foram criadas com recurso a *layer styles* de *bevel&emboss* para criar o ligeiro volume tanto na membrana como nos raios; as transparências foram geradas com recurso a máscaras (Ilust. 34).

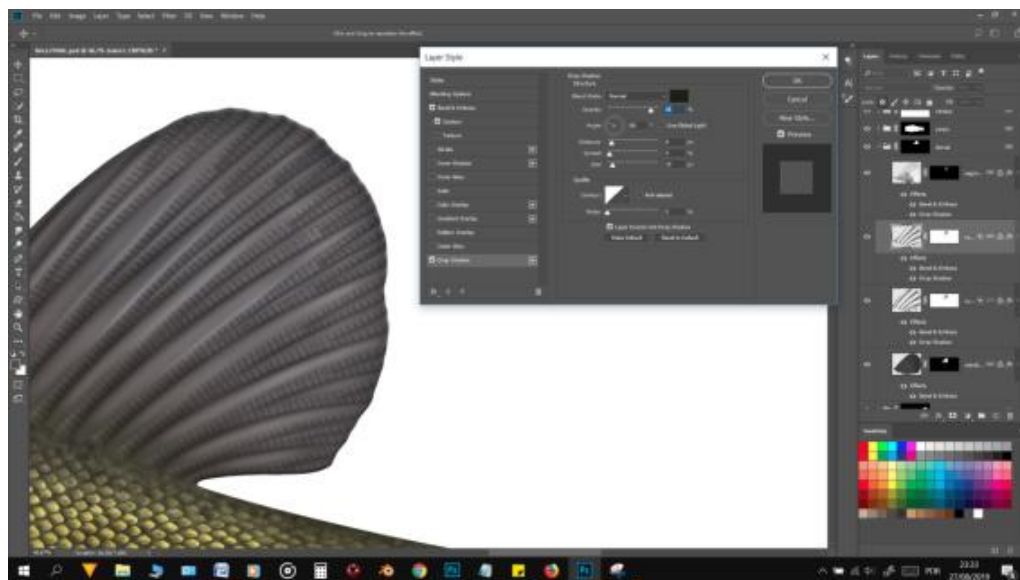


Ilustração 34. Criação das barbatanas.

2.2.3.5 MODELO 5. Crustáceo (caranguejo)

Foi feita uma coleção de referências (fotos, vídeos, desenho ao vivo) confirmando a identidade da espécie tendo como base descrições científicas fidedignas, de forma a reunir todos os elementos e informações necessárias para a construção de um mosaico visual (quimera), onde se reúnam todos os caracteres morfológicos externos com valor de diagnose e capazes de conduzir a uma correta identificação, perante uma comparação entre espécimes observados no campo e a ilustração produzida (Ilust. 35).

Eriocheir sinensis is a large crab with a maximum carapace length of 56 mm. The carapace is quite square in outline, narrowing towards the front and has four lateral teeth on each side. The carapace is olive green in colour, the legs paler. The most obvious distinguishing feature of *Eriocheir sinensis* is the dense mat of hair on the claws. The leading edges of the legs are also very hairy.

<http://www.nonnativespecies.org/factsheet/factsheet.cfm?speciesId=1379>



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/A_krab_the_eriocheir_sinensis.JPG

Ilustração 35. Descrição científica e referências fotográficas.

Criação do desenho preliminar quimérico, representativo da espécie – arquétipo – em norma dorsal. As pernas simétricas serão posteriormente mudadas para uma posição mais natural (Ilust. 36).

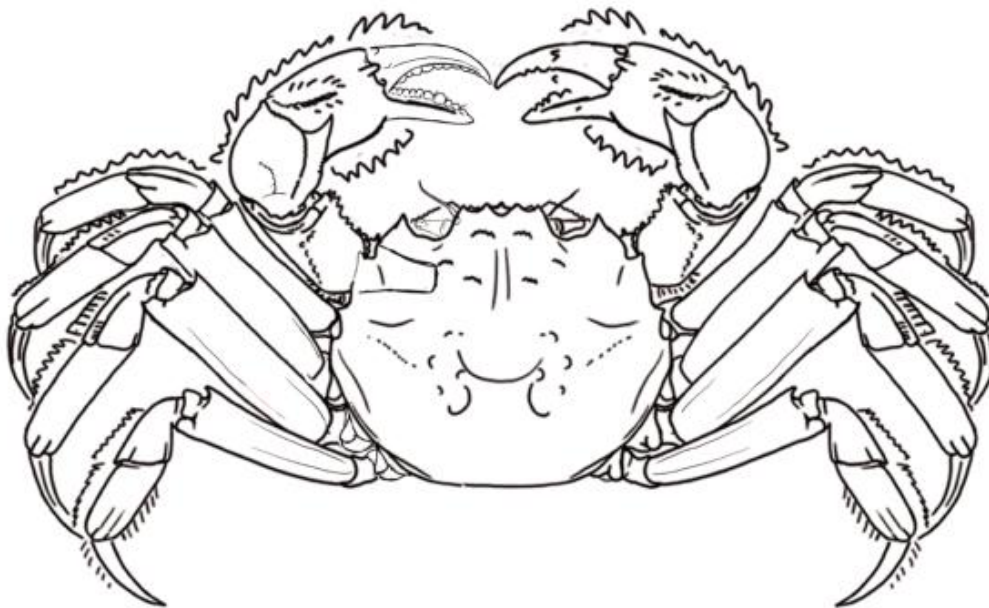


Ilustração 36. Desenho preliminar.

Criação da volumetria de cada segmento do caranguejo com recurso a *layers* de sombras e brilhos (*blending modes* adequados). Na região das tenazes e da carapaça acrescentaram-se ornamentações, pontuações e outras texturas mais superficiais com recurso a *layer styles* (Ilust. 37).

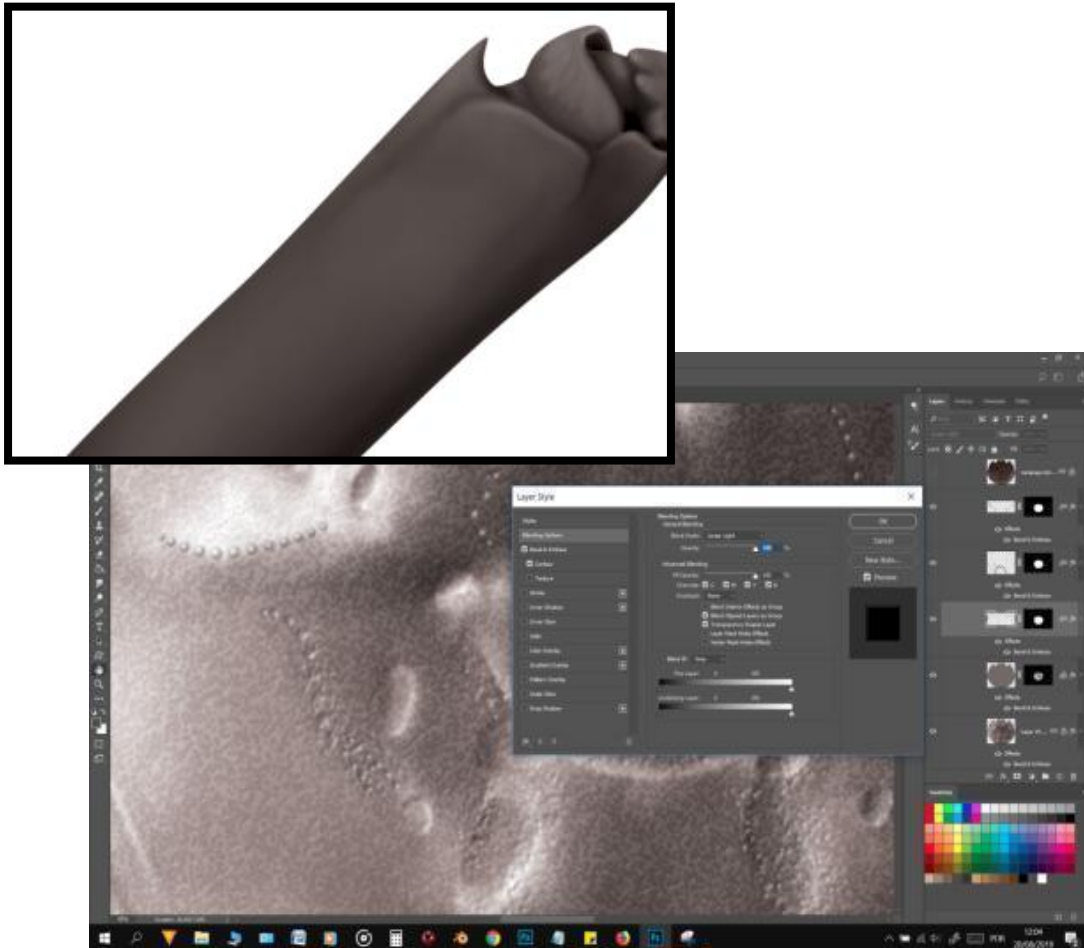


Ilustração 37. *Layers* de volumetria de textura antes da alteração dos *blending modes*.

Preparação dos pincéis de pelos para as cerdas das tenazes. Cada *layer* contém uma fileira de pelos e um *layer style* que produz sombra entre cada fileira. O conjunto total das cerdas foi copiado e a *layer* utilizada para proporcionar volumetria e acertos de cor (Ilust. 38).

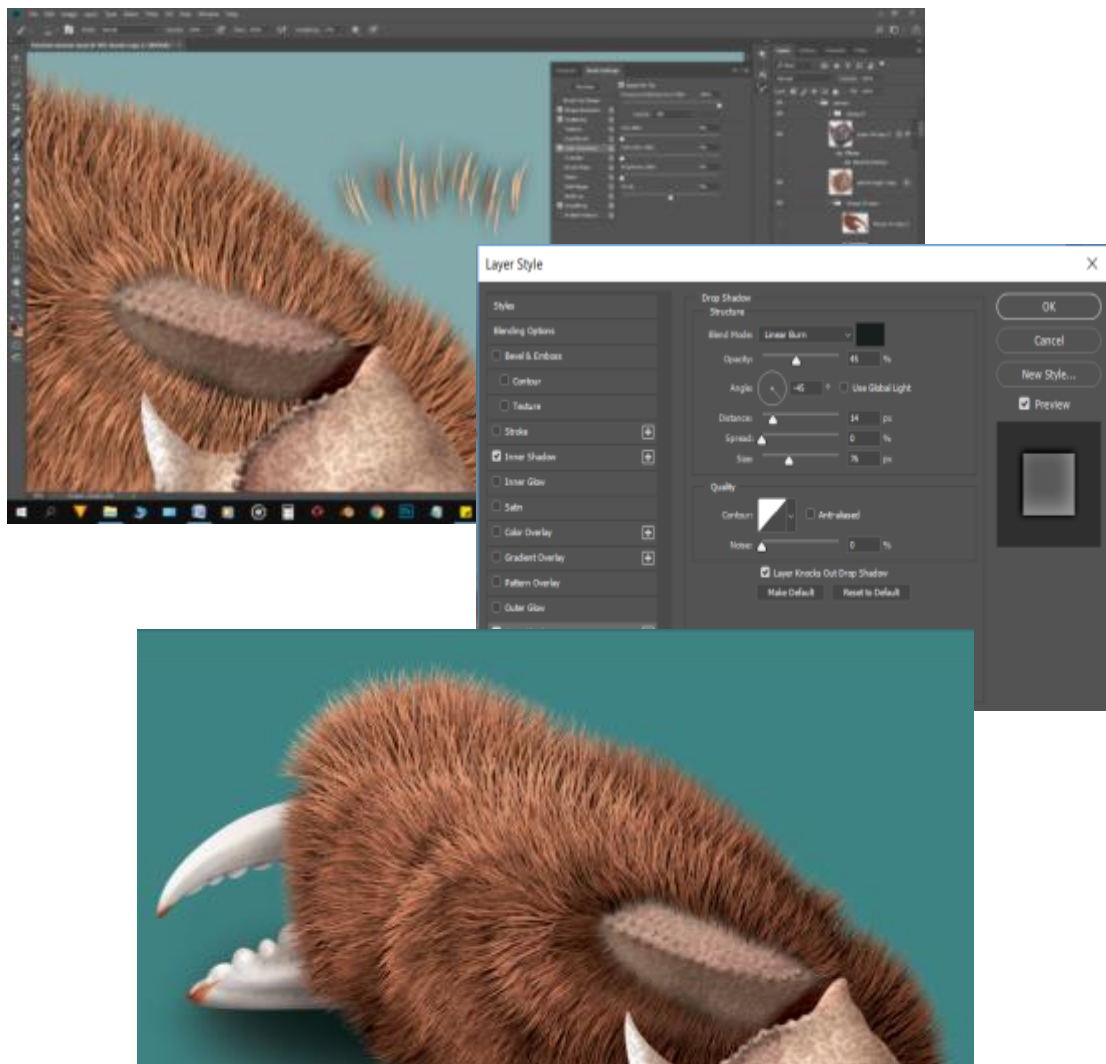


Ilustração 38. Criação das cerdas e acerto da volumetria geral.

2.2.4 Composição das cartas

A coleção de cartas foi pensada para ser atraente, altamente visual e sobretudo autoexplicativa – o utilizador não deve ter de consultar material informativo extra ou sequer possuir a totalidade da coleção para assimilar a mensagem central e agir em consonância.

O *design* geral baseia-se num código de cores e símbolos separando moluscos, crustáceos, peixes, mamíferos e plantas e título da coleção. Na frente de cada carta encontra-se uma ou mais ilustrações científicas (ilustrações extra sempre que necessário mostrar dimorfismo sexual, diferentes fases da vida ou vistas complementares) do organismo devidamente enquadrado numa imagem de fundo simples e discreta que representa o seu habitat natural. O nome comum da espécie destaca-se no cabeçalho, encontrando-se por baixo deste o nome científico. Esta imagem contém um conjunto de três apontadores discretos, assinalando três caracteres identificativos descritos em detalhe no verso, bem como uma régua que permite assimilar facilmente o tamanho de um espécime médio. Sob a imagem encontra-se uma curta lista contendo informações importantes para a identificação da espécie (“Tamanho” nos casos em que o tamanho é muito variável, e “Dieta”) e informações que explicam os motivos da espécie ser invasora (“Danos”) e o modo como normalmente se infiltra num novo sistema hídrico (“Introdução”). Por fim um balão de “curiosidades” que apresenta algum facto relevante sobre a espécie, seja uma forma peculiar de alimentação, uma estratégia reprodutiva invulgar, ou recordes de tamanho ou peso (Ilust. 39).



Ilustração 39. Design das cartas - Frente

No verso encontra-se a lista detalhada dos caracteres identificativos da espécie, utilizando ampliações da ilustração principal e ilustrações extras sempre que necessário. Os caracteres são muito sucintamente descritos e a utilização de esquemas praticamente dispensa os textos. No topo da carta encontra-se um mapa onde está marcada a origem geográfica da espécie e, para aquelas espécies que ainda não invadiram o rio Minho, um alerta especial que promove a prevenção (Ilust. 40).

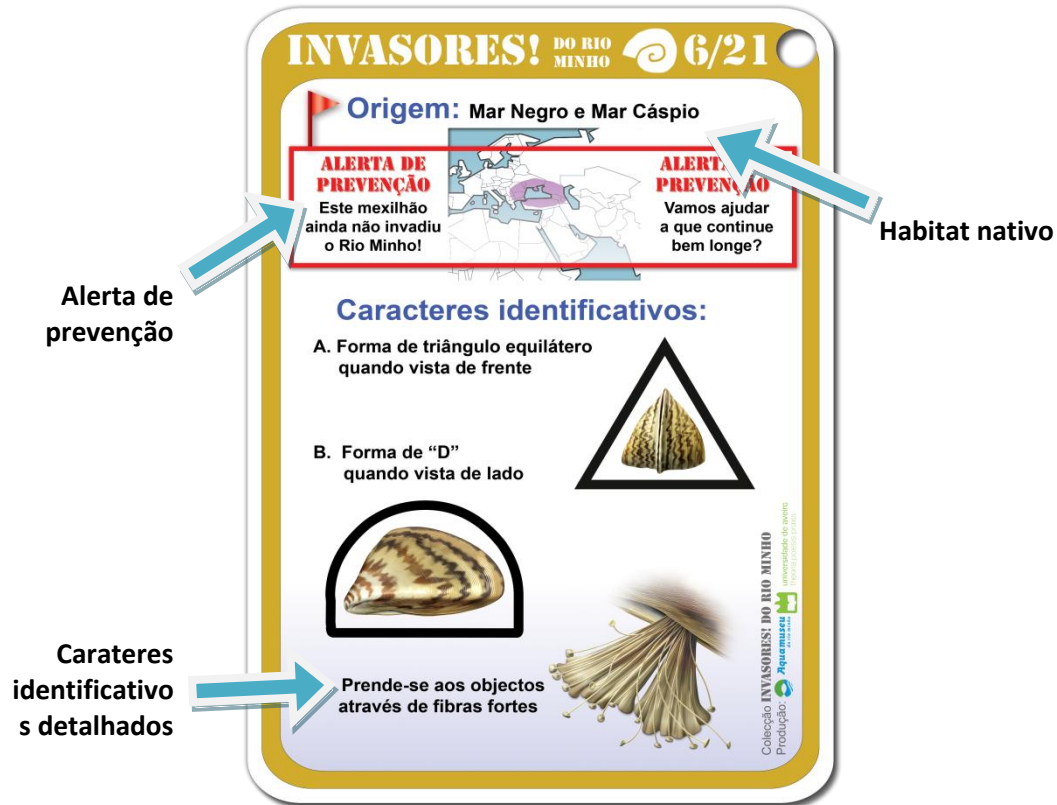


Ilustração 40. Design das cartas - Verso

2.2.5 Composição do painel informativo

O painel informativo, destinado a ser replicado e exibido em locais públicos nas proximidades do rio e/ou em escolas da região (por ex. na forma de pôsteres), foi pensado de forma a ser atraente, altamente visual e capaz de, autonomamente ou em complemento às cartas, alertar e sensibilizar para a ameaça das espécies exóticas invasoras.

Foi decidido que no centro serão colocadas as ilustrações das espécies dispostas em redor de um mapa do mundo (procurando criar um infografia de distribuição geográfica), com apontadores que indicam a origem geográfica (habitat nativo) de cada uma delas. Guardaram-se espaços para pequenas caixas de texto onde, de forma muito resumida, é explicado o problema das espécies invasoras e o que podem os cidadãos fazer para não contribuírem ainda mais para a sua propagação e o agravar da atual situação.

1. Ensaio gráfico inicial para estudo da disposição dos vários elementos visuais e textuais, bem como do *design* a imprimir a toda a unidade comunicacional (Ilust. 41).

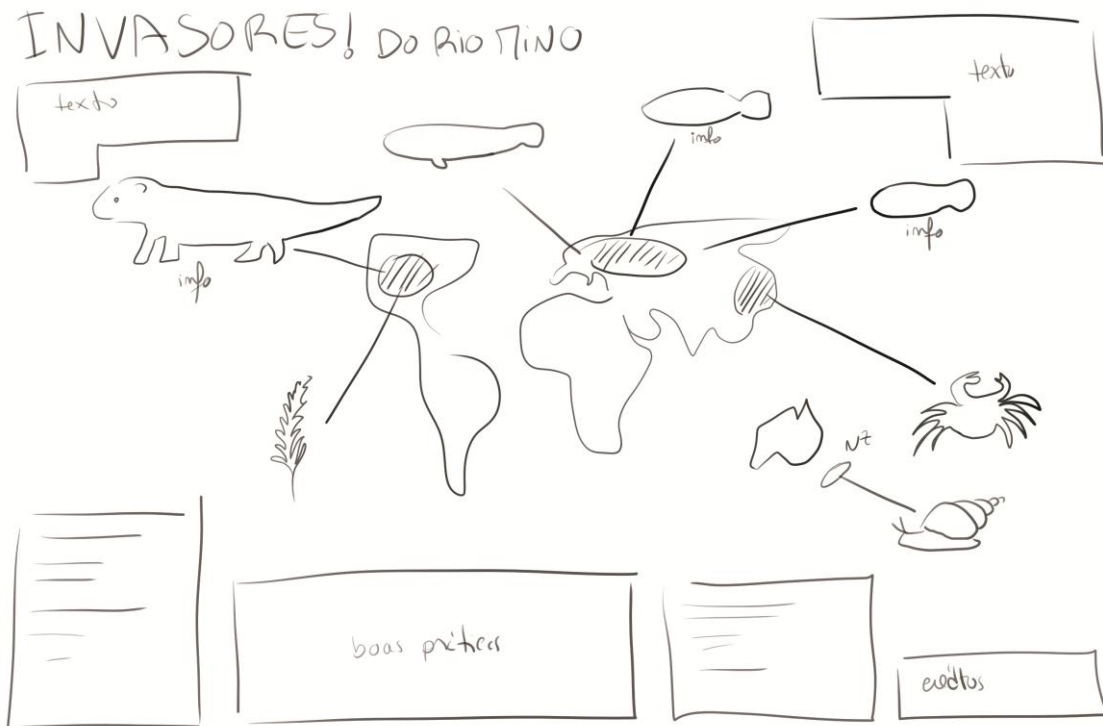


Ilustração 41. Ensaio gráfico

- Trabalhando sobre o ensaio gráfico inicial foram dispostos os vários elementos e equacionado o esquema de cores que integrará o painel. Houve o cuidado de, tal como nas cartas, assinalar aquelas espécies que ainda não se encontram no Rio Minho e que por isso devem ser alvos prioritários de prevenção através da deteção precoce (Ilust. 42).



Ilustração 42. Segunda etapa do ensaio gráfico

- Após revisão e estruturação da informação a acrescentar a cada espécie, as ilustrações foram ampliadas, os duplicados (espécies com juvenis e/ou dimorfismo sexual) foram eliminados deixando apenas um elemento representativo (o mais impactante visualmente), e a distribuição foi otimizada para dar ainda mais ênfase às ilustrações atraentes, resumindo o texto à área inferior do painel. Procurou-se dessa forma eliminar a poluição visual (fundo neutro não competitivo, sem texturas ou maclas), reduzir o ruído visual (imagens restritas ao essencial) e focalizar a mensagem ao estritamente essencial e indispensável.

O *design* original dos apontadores (setas coloridas) identificando o local de origem de cada espécie teve de ser abandonado para minimizar o ruído visual e a potencial confusão causada pelo cruzamento de várias linhas. Optou-se por agrupar as espécies em redor das três regiões mais comuns, aproveitando o facto de serem todas provenientes de apenas três “hotspots” (exceto a Nova-Zelândia) – América do Norte, Eurásia Central e Ásia oriental (Ilust. 43).



Ilustração 43. Terceira fase do ensaio gráfico

- Por fim o texto foi otimizado, concluindo este produto de divulgação científica pelo acréscimo de uma ficha técnica que identifica todas as contribuições autorais para o painel (Ilust. 44).



Ilustração 44. Versão final do painel informativo

3. Resultados

3.1 Os arquétipos

Em função dos resultados obtidos nas artes finais, cada arquétipo concluído foi depois validado pelos orientadores, em ambas as componentes científica e da ilustração científica.

Modelo 1. Mamífero (vison-americano)



Ilustração 45. *Neovison vison*

Modelo 2. Moluscos, peixe sem escamas (caramujos-fisa e neo-zelandês, ameijoas-asiática, mexilhão-zebra, siluro, elódea)

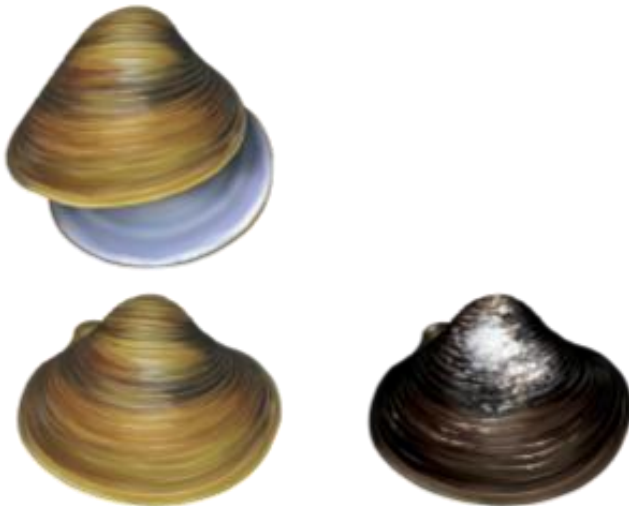


Ilustração 46. *Corbicula fluminea* (Autoria FCorreia, reproduzido com autorização)



Ilustração 47. *Dreissena polymorpha*



Ilustração 48. *Potamopyrgus antipodarum*



Ilustração 49. *Physella acuta*



Ilustração 50. *Silurus glanis*



Ilustração 51. *Elodea canadensis*

Modelo 3. Peixes de escamas grandes (gambúsia, perca-sol, perca-europeia, lúcio-perca, lúcio, góbio ibérico, carpa-comum, peixe-dourado)



Ilustração 52. *Gambusia holbrooki* fêmea



Ilustração 53. *Gambusia holbrooki* macho



Ilustração 54. *Lepomis gibbosus* (autoria Marcos Oliveira, reproduzido com autorização)



Ilustração 55. *Perca fluviatilis*

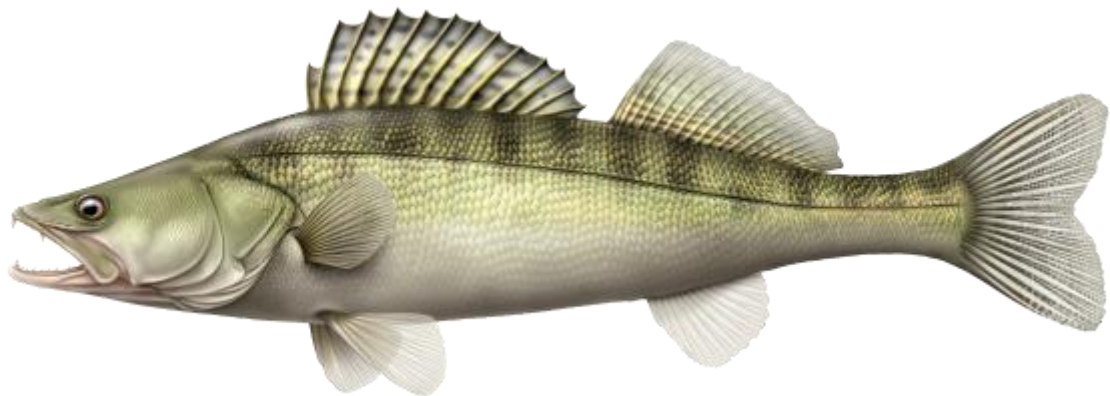


Ilustração 56. *Sander lucioperca*



Ilustração 57. *Esox lucius* adulto



Ilustração 58. *Esox lucius* juvenil



Ilustração 59. *Gobio lozanoi*



Ilustração 60. *Cyprinus carpio* (Autoria FCorreia, reproduzido com autorização)



Ilustração 61. *Carassius auratus* (Autoria Francisco Cunha, reproduzido com autorização)

Modelo 4. Peixe de escamas pequenas (tenca, achigã, truta-arco-íris)



Ilustração 62. *Tinca tinca*



Ilustração 63. *Micropterus salmoides*



Ilustração 64. *Oncorhynchus mykiss* macho



Ilustração 65. *Oncorhynchus mykiss* juvenil



Ilustração 66. *Oncorhynchus mykiss* fêmea

Modelo 5. Crustáceo (caranguejo-peludo-chinês, lagostim-vermelho)



Ilustração 67. *Eriocheir sinensis*

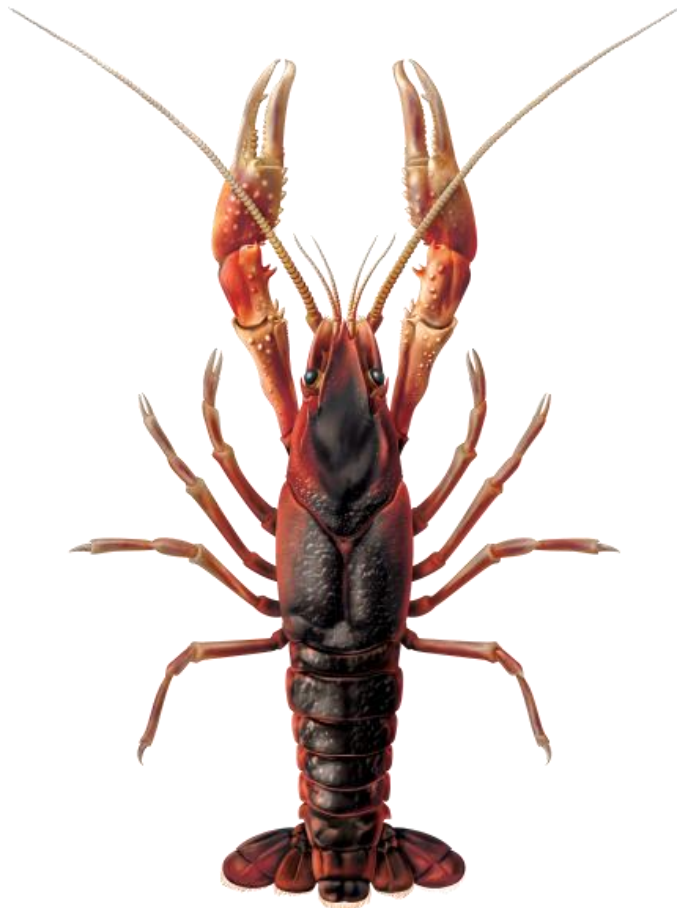


Ilustração 68. *Procambarus clarkii*

3.1 A coleção de Cartas Identificativas



Ilustração 69. Elódea-Comum 1/21



Ilustração 70. Vison-americano 2/21

INVASORES! DO RIO MINHO 3/21

LAGOSTIM-VERMELHO
Procambarus clarkii



Consegue atingir o peso máximo de 50 gr em menos de 5 meses!

Dieta: girinos, caracóis, larvas de insecto
Introdução: criação para alimentação
Danos: erosão das margens, predação de anfíbios

i

Aquariums Universidade do Oeste de Portugal

INVASORES! DO RIO MINHO 3/21

Origem: Centro dos EUA



Caracteres identificativos:

A. Pinças grandes e cobertas de nódulos



B. Vermelho-escuro por cima



C. Cefalotórax rugoso

Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: *i* Universidade do Oeste de Portugal

Ilustração 71. Lagostim-vermelho 3/21

INVASORES! DO RIO MINHO 4/21

CARANGUEJO-PELUDO-CHINÊS
Eriocheir sinensis



Vive no rio mas reproduz-se e morre no mar.

Dieta: Peixes pequenos, vermes, crustáceos
Introdução: água de lastro dos navios
Danos: escava tocas que aceleram a erosão das margens

i

Aquariums Universidade do Oeste de Portugal

INVASORES! DO RIO MINHO 4/21

Origem: Mar Amarelo, China

ALERTA DE PREVENÇÃO
Este caranguejo ainda não invadiu o Rio Minho!



ALERTA DE PREVENÇÃO
Se tivermos cuidado, pode continuar assim.

Caracteres identificativos:

A. Pinças brancas cobertas de pelos



B. 4 espinhos entre os olhos



C. 4 espinhos de cada lado da carapaça

Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: *i* Universidade do Oeste de Portugal

Ilustração 72. Caranguejo-peludo-chinês 4/21

INVASORES! DO RIO MINHO 5/21

AMÊIJOA-ASIÁTICA
Corbicula fluminea



Uma única amêijoia sozinha pode produzir 70.000 larvas por ano!

Dieta: filtra microalgas na água e lodo
Introdução: alimentação humana e lastro
Danos: entope motores e canos, compete por espaço e alimento com as espécies nativas

Aquamuseu Universidade de Aveiro

INVASORES! DO RIO MINHO 5/21

Origem: Sudeste Asiático



Caracteres identificativos:

A. 7 a 14 estrias por cm de concha

B. O exterior da concha pode lascar e deixar manchas brancas

C. O interior da concha varia do branco ao violeta



Collecção INVASORES! DO RIO MINHO Produzido por Aquamuseu Universidade de Aveiro

Ilustração 73. Amêijoia-asiática 5/21

INVASORES! DO RIO MINHO 6/21

MEXILHÃO-ZEBRA
Dreissena polymorpha



Têm arestas tão aguçadas que é preciso usar botas e luvas!

Dieta: filtra minúsculas partículas da água
Introdução: água de lastro e cascos de barcos
Danos: entope canos, danifica motores, agarra-se às conchas de espécies nativas e sufoca-as

Aquamuseu Universidade de Aveiro

INVASORES! DO RIO MINHO 6/21

Origem: Mar Negro e Mar Cáspio

ALERTA DE PREVENÇÃO
Este mexilhão ainda não invadiu o Rio Minho!

ALERTA DE PREVENÇÃO
Vamos ajudar a que continue bem longe?

Caracteres identificativos:

A. Forma de triângulo equilátero quando vista de frente

B. Forma de "D" quando vista de lado

C. Prende-se aos objectos através de fibras fortes

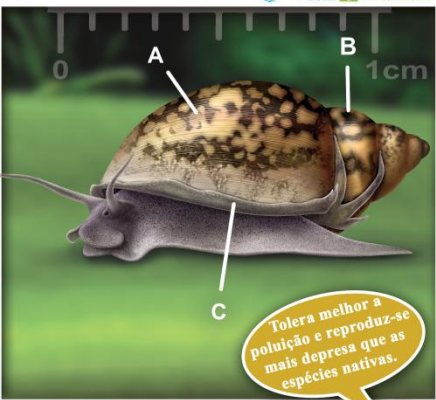


Collecção INVASORES! DO RIO MINHO Produzido por Aquamuseu Universidade de Aveiro

Ilustração 74. Mexilhão-zebra 6/21

INVASORES! DO RIO MINHO 7/21

CARAMUJO-FISA
Physella acuta



A: Malhas claras e escuras por dentro da concha translúcida

B: Concha de 5 voltas com abertura muito grande virada para o lado esquerdo

C: Parte do manto recobre o exterior da concha

Tolera melhor a poluição e reproduz-se mais depressa que as espécies nativas.

Dieta: plantas e animais em decomposição
Introdução: aquarofilia, comércio de plantas aquáticas
Danos: competição e redução da biodiversidade

Aquamuseu Universidade de Aveiro

INVASORES! DO RIO MINHO 7/21

Origem: América do Norte



Caracteres identificativos:

A: Malhas claras e escuras por dentro da concha translúcida

B: Concha de 5 voltas com abertura muito grande virada para o lado esquerdo

C: Parte do manto recobre o exterior da concha



Coleção INVASORES DO RIO MINHO Produção Aquamuseu Universidade de Aveiro

Ilustração 75. Caramujo-fisa 7/21

INVASORES! DO RIO MINHO 8/21

CARAMUJO-NEOZELANDÊS
Potamopyrgus antipodarum



A: Concha de 5 a 6 voltas, com abertura virada para o lado direito, lisa ou com espinhos

B: Pintas brancas perto dos olhos

C: Opérculo firmemente selado quando vivo

As populações invasoras são compostas apenas por fêmeas!

Dieta: plantas, algas e detritos orgânicos
Introdução: barris de água potável de navios
Danos: muito indigesto, prejudica o peixe que o comer

Aquamuseu Universidade de Aveiro

INVASORES! DO RIO MINHO 8/21

Origem: Nova Zelândia



Caracteres identificativos:

A: Concha de 5 a 6 voltas, com abertura virada para o lado direito, lisa ou com espinhos

B: Pintas brancas perto dos olhos

C: Opérculo firmemente selado quando vivo



Coleção INVASORES DO RIO MINHO Produção Aquamuseu Universidade de Aveiro

Ilustração 76. Caramujo-neozelandês 8/21

INVASORES! DO RIO MINHO  9/21

TRUTA-ARCO-ÍRIS
Oncorhynchus mykiss





Não se conseguem reproduzir nos nossos rios - vêm todos de aquaculturas

Dieta: insectos, crustáceos, ovas e peixes
Introdução: aquacultura
Danos: competição com espécies nativas e propagação de doenças



INVASORES! DO RIO MINHO  9/21

Origem: Costa Oeste da Am. do Norte



Caracteres identificativos:

- A. Barriga branca com banda rosa iridescente até à cauda
- B. O macho tem cores mais vivas que a fêmea, e maxilares longos e recurvados
- C. O juvenil é menos rosado e tem grandes manchas ovais azuladas





Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: Aqua Museu Universidade de Aveiro

Ilustração 77. Truta-arco-íris 9/21

INVASORES! DO RIO MINHO  10/21

PEIXE-DOURADO
Carassius auratus





Talvez a mais antiga espécie de peixe domesticada, há mais de 1000 anos.

Dieta: omnívoro mas prefere larvas de mosquito, crustáceos e peixes
Introdução: libertação/fuga de aquaríofilia
Danos: desenraiza plantas, come ovos e alevins



INVASORES! DO RIO MINHO  10/21

Origem: Ásia Oriental



Caracteres identificativos:

- A. Cor variada, mas sempre com brilho metalizado
- B. Barriga redonda com a boca virada para a frente
- C. Menos de 31 escamas na linha lateral






Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: Aqua Museu Universidade de Aveiro

Ilustração 78. Peixe-dourado 10/21

INVASORES! DO RIO MINHO 11/21

CARPA-COMUM
Cyprinus carpio

Aquárium Universidade do Porto



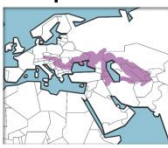
Alimenta-se enchendo a boca com lodo e cuspiendo o que não interessa

Tamanho: até 120 cm
Dieta: omnívoro mas prefere insectos, crustáceos e vermes do lodo
Introdução: aquacultura e pesca desportiva
Danos: turva a água, desenaiza plantas

i


INVASORES! DO RIO MINHO 11/21

Origem: Europa de Leste e Ásia



Caracteres identificativos:

A. Escamas grandes com uma mancha escura na base



B. Barriga plana, boca virada para baixo



C. 2 pares de barbilhos no lábio superior



Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: Aquárium Universidade do Porto

Ilustração 79. Carpa-comum 11/21

INVASORES! DO RIO MINHO 12/21

GAMBÚSIA
Gambusia holbrooki

Aquárium Universidade do Porto



A fêmea dá à luz até 100 alevins ao fim de 1 mês de gestação.

Dieta: devora insectos, larvas, algas, etc
Introdução: controlo de larvas de mosquitos
Danos: redução da biodiversidade

i

INVASORES! DO RIO MINHO 12/21

Origem: Sudoeste dos EUA



Caracteres identificativos:

A. Macho muito mais pequeno que a fêmea



B. Barbatana anal comprida e estreita no macho



C. Mancha escura na barriga da fêmea prenhe



Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: Aquárium Universidade do Porto

Ilustração 80. Gambúsia 12/21

INVASORES! DO RIO MINHO  13/21

GÓBIO-DOS-PIRINÉUS
Gobio lozanoi




Cardumes grandes passam despercebidos graças à camuflagem!

Dieta: insectos e detritos do lodo
Introdução: isco para pesca e alimento para peixes de aquacultura
Danos: competição com espécies nativas



INVASORES! DO RIO MINHO  13/21

Origem: Norte de Espanha e França




Caracteres identificativos:

A. 6 a 12 malhas azuis-escuras no corpo

B. Cauda bifurcada e pontiaguda

C. Um par de barbilhos pequenos





Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção:  

Ilustração 81. Góbio-dos-pirinéus 13/21

INVASORES! DO RIO MINHO  14/21

PERCA-SOL
Lepomis gibbosus



Territorial durante a desova, o macho defende o ninho que escava no fundo.

Dieta: larvas de insectos, crustáceos, moluscos
Introdução: pesca desportiva
Danos: competição e predação de espécies nativas



INVASORES! DO RIO MINHO  14/21

Origem: Zona Oriental da Am. do Norte



Caracteres identificativos:

A. Linhas azuis que irradiam a partir do olho

B. Mancha negra com uma meia-lua vermelha no opérculo (menos intensa nas fêmeas)

C. Duas barbatanas dorsais ligadas



Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção:  

Ilustração 82. Perca-sol 14/21

INVASORES! DO RIO MINHO 15/21

ACHIGÃ
Micropterus salmoides



Conseguem abocanhar presas com metade do seu tamanho!

Dieta: peixes, crustáceos, anfíbios
Introdução: pesca desportiva
Danos: competição e predação de espécies nativas

i

Aquémuseu Universidade do Oeste de Portugal

INVASORES! DO RIO MINHO 15/21

Origem: Centro e Leste dos EUA



Caracteres identificativos:

- A. Fileira de malhas escuras do opérculo à cauda
- B. Duas barbatanas dorsais ligadas, uma espinhosa, outra macia
- C. Boca grande, o maxilar estende-se para trás do olho



Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: Aquémuseu Universidade do Oeste de Portugal

Ilustração 83. Achigã 15/21

INVASORES! DO RIO MINHO 16/21

TENCA
Tinca tinca



Talvez a mais antiga espécie exótica em Portugal - chegou antes do século XVIII

Dieta: moluscos e detritos orgânicos
Introdução: aquacultura e pesca desportiva
Danos: competição com espécies nativas, turvação da água

i

Aquémuseu Universidade do Oeste de Portugal

INVASORES! DO RIO MINHO 16/21

Origem: Eurásia e Grã-Bretanha



Caracteres identificativos:

- A. Escamas pequenas com brilho dourado
- B. Um par de barbilhos espessos nos cantos da boca
- C. Corpo coberto de muco viscoso



Collecção INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: Aquémuseu Universidade do Oeste de Portugal

Ilustração 84. Tenca 16/21

INVASORES! DO RIO MINHO 17/21

PERCA-EUROPEIA
Perca fluviatilis

Aquasulz Universidade do Oeste de Portugal



A maior perca-europeia já capturada pesava quase 5kg!

Dieta: peixes pequenos e médios
Introdução: pesca desportiva
Danos: competição e predação direta

i

INVASORES! DO RIO MINHO 17/21

Origem: Eurásia

ALERTA DE PREVENÇÃO
Este peixe ainda não chegou ao Rio Minho!

ALERTA DE PREVENÇÃO
Vamos tentar que assim se mantenha.



Caracteres identificativos:

A. 5 a 8 riscas em forma de "Y"

B. Mancha negra no fim da primeira barbatana dorsal

C. Escamas ásperas, sem muco




Colecção INVASORES DO RIO MINHO Produção: Aquasulz Universidade do Oeste de Portugal

Ilustração 85. Perca-europeia 17/21

INVASORES! DO RIO MINHO 18/21

LÚCIO-PERCA
Sander lucioperca

Aquasulz Universidade do Oeste de Portugal



Ao contrário do que o nome sugere, não é um híbrido entre lúcio e perca!

Tamanho: até 120 cm
Dieta: invertebrados, anfíbios, peixes
Introdução: migrou de Espanha (introduzido para pesca desportiva)
Danos: predador feroz, dizima espécies autóctones


i

INVASORES! DO RIO MINHO 18/21

Origem: Eurásia Central

ALERTA DE PREVENÇÃO
Este predador ainda não chegou ao Rio Minho!

ALERTA DE PREVENÇÃO
Ajude a mantê-lo longe do nosso precioso rio.


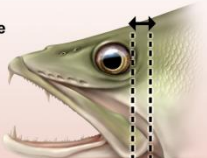


Caracteres identificativos:

A. Listras verticais no dorso

B. 1 ou 2 pares de caninos em cada maxilar

C. Maxilar estende-se para lá do olho

Colecção INVASORES DO RIO MINHO Produção: Aquasulz Universidade do Oeste de Portugal

Ilustração 86. Lúcio-perca 18/21

INVASORES! DO RIO MINHO 19/21

LÚCIO
Esox lucius

0 10 cm 20 30 40 50

Feroz e solitário, caça por emboscada: esconde-se e ataca subitamente!

Tamanho: até 120 cm
Dieta: peixes, anfíbios, artrópodes, pequenos mamíferos e aves
Introdução: pesca desportiva
Danos: predador de topo, leva espécies à extinção

i

INVASORES! DO RIO MINHO 19/21

Origem: Eurásia

Caracteres identificativos:

A. Poros sensoriais no maxilar inferior

B. Barriga torna-se subitamente clara

C. As bandas verticais do juvenil transformam-se em malhas no adulto

i

Colectão INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: **Aquamuseu** Universidade do Aveiro

Ilustração 87. Lúcio 19/21

INVASORES! DO RIO MINHO 20/21

SILURO OU PEIXE-GATO-DE-WELS
Silurus glanis

0 10 cm

Pode atingir os 5 metros, 300kg e 80 anos de idade.

Tamanho: 1,5m (em média)
Dieta: tudo o que consegue engolir inteiro
Introdução: pesca desportiva
Danos: predador de todas as espécies comerciais

i

INVASORES! DO RIO MINHO 20/21

Origem: Europa de Leste e Ásia

ALERTA DE PREVENÇÃO
Este peixe ainda não invadiu o Rio Minho!

ALERTA DE PREVENÇÃO
Se ninguém lhe der boleia, pode continuar assim.

Caracteres identificativos:

A. Seis barbilhos, dois longos e quatro curtos


B. Barbatana dorsal minúscula

C. Barbatana anal muito longa


i

Colectão INVASORES! DO RIO MINHO
Produção: **Aquamuseu** Universidade do Aveiro

Ilustração 88. Siluro 20/21

INVASORES! DO RIO MINHO  21/21

Todos Podemos Ajudar!

 universidade de azeite
INSTITUTO DE PESQUISA EM AGRICULTURA

Sempre que viajamos entre cursos de água podemos sem querer dar boleia a espécies exóticas:

- Agarradas aos **cascos** dos barcos
- Dentro de **tanques** de água (potável ou lastro)
- Com isco, vestuário, redes e outro **material** de pesca
- Nas **entranhas** de peixes frescos

Não seja o responsável por introduzir a próxima espécie exótica invasora!

INVASORES! DO RIO MINHO  21/21

Todos partilham da responsabilidade e todos podem fazer a diferença.



LIMPAR E SECAR **SEMPRE** TODO O EQUIPAMENTO ENTRE VIAGENS

REMOVER todas plantas, animais e lama

DRENAR o motor, porão, tanque e todos os outros compartimentos de água

SECAR tudo durante pelo menos 5 dias antes da próxima utilização

DESCARTAR restos de isco e tripas de peixe no lixo, **nunca** no chão ou na água



Coletânea INVASORES! DO RIO MINHO
Produção:  universidade de azeite
INSTITUTO DE PESQUISA EM AGRICULTURA

Ilustração 89. Boas Práticas 21/21

4. Outras Publicações e comunicações (ficheiros nos Anexos)

Durante o desenvolvimento deste projeto (iniciado no ano letivo 2014/2015 mas que sofreu um interregno durante o qual o progresso foi mais lento, antes de reingressar no ano 2018/2019) foram feitas várias comunicações e publicações (em Anexos) que ao serem validadas por comissões científicas, reforçaram a identidade, credibilidade científica dos objetivos e resultados equacionados neste projeto e da sua própria evolução. Foram os seguintes, abaixo elencados:

1. Poster no 5º Encontro Brasileiro sobre Ilustração Científica 2016 (Cláudia Barrocas, Antunes, & Correia, 2016)
2. Poster no VIII Simpósio Ibérico sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Minho 2016 (Claudia Barrocas, Antunes, & Correia, 2016)
3. Artigo CONFIA 2018 (Cláudia Barrocas & Correia, 2018)
4. Artigo no IX Simpósio Ibérico sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Minho
5. 2018 (Barrocas, C., Antunes, C., Correia, 2018)
6. Retratos Naturais – Vamos desenhar... um exótico vison. Rev. Parques e Vida Selvagem 2019 (Correia, F. & Barrocas, 2019)

5. Discussão e conclusões

4.1. Tópicos de Avaliação das Metodologias e Métodos

4.1.1. Digital geral

A ilustração digital, graças também aos métodos desenvolvidos ao longo deste projeto, mostrou adaptar-se perfeitamente aos rigorosos requisitos e apertados prazos típicos da ilustração científica, bem como a constrangimentos editoriais. As vantagens destas técnicas tornam-na extremamente adequada à representação rigorosa, proporcionando o elevado nível de detalhe necessário à criação de arquétipos — modelos com valor documental que representam a espécie — não apenas como ajuda visual ao diagnóstico, mas também para identificação (Cláudia Barrocas et al., 2016).

As técnicas digitais (em especial o Photoshop por causa da versatilidade dos seus pincéis e efeitos automatizados) permitem-nos criar ilustrações de grandes dimensões e elevado detalhe, sem gastar nenhum dos materiais usados pelas técnicas tradicionais, e em menos tempo. As técnicas aqui sugeridas proporcionam um modo simples e rápido de criar escamas (particularmente útil, sendo que a maioria das espécies a ilustrar eram peixes) que seriam excessivamente trabalhosas de pintar individualmente. Não existe nenhuma técnica tradicional que permita recriar escamas com este grau de detalhe e nos prazos exigidos pela ilustração editorial, além da possibilidade de alterar cores e padrões a qualquer momento; a técnica tradicional que mais se aproxima destes objetivos é o guache (tempera ou aguarelas opacas) mas requer áreas de trabalho várias vezes maiores do que o pretendido (para que os detalhes sejam afinados ao reduzir a imagem), o que requer ainda mais tempo e materiais. As mesmas conclusões podem ser inferidas das técnicas para recriar pelagem, em mamíferos, e ou textura e ornamentações em vertebrados. O grau de detalhe, flexibilidade e velocidade permitidos com as técnicas digitais fazem desta uma opção muito atraente para ilustradores científicos (Cláudia Barrocas & Correia, 2018).

Ao longo deste projeto foram desenvolvidas, dentro de uma mesma metodologia de figuração/representação científicas de espécies, cinco métodos de ilustração digital diferentes, especificamente dedicadas às necessidades de cada uma das grandes categorias de organismos a ilustrar – mamíferos, moluscos (também adequado a peixes sem escamas e plantas), peixes de escamas grandes, peixes de escamas pequenas e artrópodes.

4.1.2. DISCUSSÃO SOBRE METODOS ESPECÍFICOS em função do modelo de organismo

MODELO 1. Mamífero (vison)

MODELO 2. Molusco (caramujo)

MODELO 3. Peixe de escamas grandes (gambúsia)

MODELO 4. Peixe de escamas pequenas (tenca)

MODELO 5. Crustáceo (caranguejo)

MODELO 1. Mamífero

A utilização de pincéis personalizados permite a criação automatizada de pelagem densa e altamente detalhada em muito pouco tempo. É necessário cuidado na criação dos pincéis e na sua aplicação para que não fique com um aspeto demasiado mecânico e previsível (padronizado), mas quando bem executado o resultado é superior em detalhe ao obtido por pintura apenas das principais massas de pelagem (criando meras “sugestões” de pelo) e muito superior em termos de celeridade do que é possível pintando cada pelo individualmente. Este mamífero apresentou uma dificuldade acrescida: a pelagem contém dois tons, mais claro junto à pele, mais escuro na superfície, obrigando à utilização da ferramenta *Mixer Brush* para obter um duas cores em cada pelo individual; isto que não seria necessário em mamíferos com pelagem mais uniforme. Esta metodologia é flexível e serve não apenas para ilustração de mamíferos mas de vários outros tipos de organismos: artrópodes com cerdas, relvados e plantas cobertas de tricomas, ou até penas de aves.

MODELO 2. Molusco

Este tipo de organismos, sem escamas ou qualquer outro tipo de cobertura, exhibe muitas vezes (principalmente os univalves, de pé) uma pele nua e altamente texturada. Na concha, o efeito de estriação foi obtido com recurso a pincéis personalizados e padrões gerados automaticamente, devidamente deformados para se acomodarem à anatomia subjacente. É necessário cuidado na preparação dos pincéis e padrões para que a escala das estriações resultante coincida com a realidade, ajustando sempre que necessário antes de começar. A aplicação de texturas externas à cor e volumetria do organismo em geral permite alterar qualquer uma das características independentemente, sem destruir o trabalho já feito.

MODELO 3. Peixe de escamas grandes

Os peixes que possuem escamas proporcionalmente grandes (normalmente tratam-se de peixes de menores dimensões, mas há exceções como a carpa-comum) exigem que se ilustrem as escamas individuais, para que se possa mostrar todo o detalhe das mesmas – pontuações, margens dentadas, superfícies crenadas. O método criado é moroso em comparação ao método alternativo (MODELO 4. Peixe de escamas pequenas), ao ser necessário replicar e colocar no lugar adequado cada escama, mas ainda assim mais célere que pintar as escamas individualmente pois articula a clonagem de escamas a partir de um protótipo gráfico. Em compensação proporciona um elevado grau de detalhe com menor taxa de esforço. Poderá também ser aplicado a répteis, como ofídeos ou grandes lagartos.

MODELO 4. Peixe de escamas pequenas

Os peixes de escamas pequenas (relativamente ao tamanho do corpo) não beneficiam da mesma estratégia que os peixes de escamas grandes: seria demasiado moroso replicar centenas ou milhares de escamas individuais, que na ilustração final ficariam praticamente invisíveis. Por isso foi desenvolvido um método para simplificar a tarefa, através de pincéis que criam o contorno e brilho das escamas de forma automática. É necessária precaução na criação dos pincéis para que as escamas sequenciais não se sobreponham demasiado (os efeitos aplicados misturam-se e perdem individualidade) nem fiquem demasiado afastadas

(não é possível respeitar o número de escamas diagnóstico da espécie). Foi ainda necessária a aplicação de um filtro para distorcer e conformar o conjunto das escamas à volumetria do corpo. Este método provou ser mais rápido do que o alternativo (MODELO 3. Peixe de escamas grandes) e perfeitamente adequado a peixes que exigem menos detalhe. Poderá também ser aplicado a répteis, como as lagartixas.

MODELO 5. Crustáceo

O método desenvolvido para ilustrar este tipo de organismo envolveu a criação de conjuntos para cada parte segmentada individual e em que cada segmento agrega pelo menos duas *layers*, uma de cor base e outra de volumetria (e onde foi ainda necessário adicionar uma *layer* extra de texturização). Esta estratégia permite, a qualquer momento, reposicionar livremente todos os segmentos do artrópode para obter uma pose mais natural, depois de este ter sido desenhado originalmente numa posição simétrica. É um método bastante expedito porque apesar da necessidade de criar muitas camadas para representar todos os segmentos, a pintura e volumetria é simplificada por serem segmentos individuais (sem risco de interferir com os segmentos vizinhos).

Em média cada ilustração levou duas semanas a ser executada, sendo que em geral os moluscos e peixes de escamas pequenas foram mais céleres do que os restantes. A flexibilidade destes métodos é muito relevante, já que os procedimentos descritos podem ser adaptados a outros espécimes dentro da mesma espécie (criando diversidade figurativa, por exemplo para construir um cardume inteiro a partir de um único peixe), a espécies similares (dentro do mesmo género) ou até a espécies de classes diferentes (répteis). As técnicas aqui exploradas podem mesmo ser adaptadas para várias áreas da ilustração científica para representar estruturas, texturas e padrões naturais diferentes em poucos minutos.

Em resumo, é claro que os diferentes métodos permitiram obter o máximo de detalhe (adequado à escala de cada uma das espécies ilustradas) sem sacrificar demasiado tempo. As ilustrações realistas mas de normas consistentes facilitam a comparação e interpretação das várias espécies apresentadas.

A ilustração digital 2D provou ser uma técnica reproduzível e versátil, dinamicamente adaptável a diferentes formas/volumes, com resultados convincentes, rigorosos e rápidos em diferentes grupos de organismos. O resultado final é fiel aos espécimes originais e às descrições das espécies, replicando a realidade e reunindo mais informação gráfica do que a que alguma vez poderia ser conseguida através, por exemplo, de uma fotografia de um espécime.

4.2. Tópicos de Avaliação de Ilustrações Científicas

Durante a execução das ilustrações várias são as perguntas que, formulando-as continuamente, nos devem orientar e testar o rigor, correção e valor estético ao longo da evolução da representação científica.

A ilustração é Exata?

Tal como uma única palavra pode tornar uma frase inteira numa falsidade, o menor deslize pode fazer com que uma ilustração inteira perca o seu valor documental. A correção científica é o aspeto que mais deve ser valorizado. Há que perguntar: “A ilustração faz sentido e comunica a mensagem desejada? As diferentes partes inserem-se corretamente e a anatomia é a correta? Existem erros na formulação e estruturação do arquétipo que possam causar problemas na identificação da espécie? As estruturas estão devidamente representadas?”

Pretende-se, com o respeito a todas estas especificidades, criar um arquétipo que não seja de modo algum polissémico, conduzindo a uma e uma só interpretação.

A Mensagem Central da ilustração é Óbvia?

Uma ilustração deve ter um único elemento dominante, ou foco, se pretende comunicar uma mensagem eficazmente. Este foco é geralmente a secção mais detalhada da peça, e deve ser a primeira coisa que se repara ao olhar para a ilustração. Os apontadores, legendas e espaços vazios (efeito moldura) devem estar distribuídos uniformemente em redor do ponto focal e devem orientar a leitura, não distraindo o leitor, maximizando a retórica do discurso gráfico.

Percebe-se a tridimensionalidade e as relações entre estruturas relativamente umas às outras?

A ilustração deve ser legível, deve ser óbvio que estruturas estão no plano proximal e quais no plano distal, inseridos numa volumetria consentânea com o plano anatómico. É importante usar uma fonte de luz consistente (tradicionalmente colocada no canto superior esquerdo da obra) para não criar confusões interpretativas, principalmente entre estruturas com concavidades e aquelas outras com convexidades (Loos, 2000).

Os pormenores são suficientes para criar hierarquias de valorização diferencial?

O foco da ilustração será mais óbvio e claro se os elementos em seu redor forem simplificados e tacitamente visualmente diluídos em termos de contraste, nitidez e/ou cor por forma a não competirem com elementos figurativos que é preciso destacar. Qualquer objeto que não é necessário à compreensão ou orientação deve ser eliminado. Esta inquirição é particularmente adequada quando temos relações entre estruturas, entre organismos diferentes ou se incluem contextos ecológicos (composição com nichos ecológicos) recorrendo a cenários de ambientação — algo que aconteceu em cada face superior das cartas colecionáveis de apresentação das espécies exóticas com carácter invasor, tornando a imagem central funcionalmente mais efetiva e eficaz.

A ilustração sobreviverá à Redução da Impressão?

Para garantir que a ilustração vai manter o mesmo aspeto depois de reduzida para impressão é preciso que não existam imperfeições (Loos, 2000) ou excesso de detalhes que acabem por se perder consequência da redução dimensional.

As ilustrações produzidas durante o decurso deste projeto são concisas, rigorosas e corretas, com uma fonte de luz consistente e introduzidas em cenários naturais que proporcionam uma sensação de naturalidade e escala (complementada pelo texto). O recurso a apontadores que chamam a atenção para os detalhes mais importantes para identificar a espécie mostrou-se um artifício extremamente eficaz para direcionar e facilitar a leitura. Sempre que necessário foram criadas ilustrações extra (diferentes normas, com ou sem partes que ocultam outras estruturas), enquanto suplemento do discurso científico e da mensagem a veicular, que foram utilizadas tanto na imagem principal, como na secção dos caracteres identificativos das cartas. As ilustrações mostraram-se capazes de uma funcionalidade dual, para a qual foram devidamente planeadas tendo em mente a duplicidade de escala em que serão impressas: 1) nas cartas com aproximadamente 60x90mm, onde se assegurou que manterão um grau suficiente de detalhe mesmo reduzidas a pequenas dimensões (sem efeito de mancha ou borrão indistinto); 2) também não perdem a definição em caso de uso em suporte de maior ampliação (painel).

4.3. Tópicos de Avaliação das Unidades Comunicacionais

4.3.1. Material de Comunicação Destinado ao Público com baixa literacia científica

A melhor estratégia de comunicação ou consciencialização pública é aquela que é concisa, convincente e dinâmica, de fácil compreensão e entendimento, bem como de facilitada memorização. Que ensina, lidera e guia em vez de receitar e impor (Cribb & Hartomo, 2002).

A mensagem precisa de ser clara para que os produtos ou unidades comunicacionais levem ao aumento do conhecimento ou a uma mudança de convicção, atitudes ou comportamentos, para que compreendam, recordem e ajam de forma mais responsável, segundo princípios e valores que se sugerem na mensagem transmitida.

Segue-se uma lista de pontos que também foram ajuizados ao longo deste trabalho e que, se forem seguidos, à hora de elaborar produtos com função comunicativa os tornarão mais adequados e eficazes na função de comunicação e/ou educação de públicos-alvo com *deficit* de literacia científica:

- A informação tipográfica essencial deve ser reforçada visualmente (negrito, sublinhado, outra cor)
- Não apresentar mais do que três ou quatro pontos centrais, telegráficos.
- Escrita em estilo conversacional e na voz ativa.
- Fazer uso de palavras pequenas, frases curtas traduzindo ideias ou ações.
- Elencar em listas curtas (3 a 7 itens, máximo)
- Fazer uso de pouco jargão técnico
- Elaborar uma narrativa vívida e interessante, em tom coloquial.
- Criar um contraste nítido entre o texto e o fundo, que maximize a acuidade do tipo e facilite a leitura
- Adequar os conteúdos ao perfil, linguagem e experiência do público-alvo.
- Expor claramente as ações a tomar, reforçando soluções positivas (o que fazer), em vez do que não fazer
- Induzir à interação com perguntas, respostas, sugestão de ações
- Explicar os benefícios e ganhos da audiência por perseguir os objetivos propostos
- Respeitar e valorizar a audiência, sem criticar, denegrir ou menosprezar
- Encorajar a proatividade da audiência, enfatizando passos pequenos e praticáveis (Centers for Disease Control and Prevention, 2009)

4.3.2. Importância da Imagem como Auxiliar à Comunicação

Existem muitas teorias no campo da psicologia e neurociências que descrevem a forma como a nova informação é processada. De acordo com a teoria da dupla codificação, os leitores criam conexões mais facilmente quando a imagem e o texto correspondente confluem na memória operativa, ao mesmo tempo (Whittingham, Ruitter, Castermans, Huiberts, & Kok, 2008).

As apresentações visuais são 43% mais eficazes na transmissão da mensagem do que apresentações simples; os sistemas de memória do cérebro favorecem o armazenamento visual, por isso quando a mensagem é visualizada lembramos melhor do que se simplesmente fosse lida ou ouvida (comunicação verbal) - detalhes que estariam de outra forma perdidos, podem ser reconstruídos através da associação visual.

Para a maioria das pessoas o estilo de aprendizagem visual é o preferido, já que os conceitos complexos podem ser mais facilmente compreendidos através de apresentações visuais (as

imagens podem mostrar um procedimento passo-a-passo ou tornar uma sequência de ações de compreensão mais fácil, do que um texto corrido). Quando mais vívida, realista e rica graficamente for a representação visual, mais estimulante será e a informação codificada nessa imagem mais facilmente será recordada e evocada (Doak, Doak, & Root, 1996).

As imagens melhoram a comunicação no geral, mas para os leitores com limitações na compreensão de mensagens complexas (decorrentes da iliteracia científica, por exemplo) a sua importância é ainda maior, podendo bem ser a única maneira que têm de “ler” e compreender o teor e a abrangência dessas mensagens (Whittingham et al., 2008).

O uso de imagens bem dimensionadas (na apresentação e estética, no rigor da mensagem que codificam e encerram em si, na contextualização e design do produto veiculador, etc. — como as ilustrações científicas e composições/produtos derivados) é o caminho para acrescer funcionalidade à eficácia comunicacional — razão pela qual essa foi a preocupação maior na elaboração das unidades comunicacionais criadas para esta campanha de conscientização e sensibilização de populações ribeirinhas.

4.3.3. Imagens adaptadas ao Público com baixa literacia

Todos e quaisquer leitores que exibem dificuldade na compreensão/leitura de uma mensagem dependem frequentemente das imagens e da palavra falada, bem como tentam compreender o sentido da informação sem precisarem de se debater com o texto. Tendem a levar as palavras à letra, a ler lentamente, a saltar palavras difíceis perdendo contexto e informações importantes, e cansam-se mais rapidamente (Doak et al., 1996). Observa-se também que o vocabulário textual não é a sua única limitação, já que muitas vezes também não conseguem entender as ilustrações usadas nos produtos elaborados nas campanhas e com responsabilidade comunicativas em contexto de ausência de monitores ou tutores.

Para compreender as necessidades especiais desta tipologia de leitores, é preciso estar-se ciente de como se processa a leitura intencional de uma imagem em geral, cujas etapas divididas entre exposição/percepção/retenção podem ser identificadas como:

1. Decidir o que ler ou observar (*exposição selectiva*)
2. Encontrar a mensagem
3. Localizar os detalhes relevantes
4. Interpretar a informação (*percepção selectiva*)
5. Decidir lembrar ou esquecer a mensagem (*retenção selectiva*)

Com base nestas etapas é possível avaliar os hábitos de leitura de imagens, bem como compreender e diferenciar as necessidades especiais dos leitores com maiores dificuldades:

| Leitores Fortes | Leitores Fracos |
|---|--|
| Analizam sistematicamente a imagem procurando o conceito central | Os olhos vagueiam pela página sem encontrarem o foco da imagem |
| Identificam rapidamente as características mais importantes | Deixam escapar características importantes |
| Separam os pontos-chave dos detalhes | Focam-se nos detalhes mais vistosos |
| Interpretam rapidamente a informação para chegar ao cerne, com elevada capacidade relacional e de abstração | Lentos na interpretação da informação perceptual; interpretam literalmente, com reduzida capacidade de abstração e/ou relacional |

Portanto, os principais requisitos da uma imagem destinada a esses leitores prioritários são:

- Forte mensagem central, com foco na ação a executar com recurso à voz ativa
- Existência de referências visuais e interactividade, com sinais que chamam a atenção para pontos-chave (ampliações, caixas, setas, círculos) e legendas, ou signos/pictogramas intuitivos para enfatizar o que é importante e diferente
- Imagens legendadas e com apontadores para atraírem e dirigirem o olhar e a leitura (Doak et al., 1996)
- Imagens colocadas na proximidade dos textos a que se referem
- Se necessário, numerar as imagens quando parte de uma sequência, para organizar e dirigir a leitura (Centers for Disease Control and Prevention, 2009).

As cartas e o painel criados neste projeto não são meros exercícios técnicos, mas constituem produtos de uma aturada reflexão por forma a darem a melhor resposta a todos estes requisitos. Daí a razão de se assumir a profusão imagética (colocando toda a ênfase nas imagens construídas de forma clara e realista), complementadas com textos sintéticos e evocativos, construídos numa linguagem predominantemente simples e estruturados sob a forma de tópicos, recorrendo-se a apontadores que focam a atenção nos caracteres realmente importantes sempre que necessário. Os caracteres diagnosticantes evidenciados no verso de cada carta permitem a identificação das espécies em apenas um relance, libertando a sua atenção para a análise comparativa entre imagem e o espécime que observa e deseja identificar. Mesmo que o leitor não seja capaz de absorver o texto na íntegra, basta que compreenda os conceitos básicos de “espécie invasora” e observe as ilustrações para ficar habilitado a cooperar nos esforços de controlo e prevenção desejáveis a que este trabalho se propôs a contribuir, tornando todo o processo mais imediato e eficaz. Procurou-se através destas unidades comunicacionais e estratégias nelas encerradas, estimular, encorajar e incentivar os atores que compõem os públicos-alvo identificados a agir de forma proativa e com maior segurança, promovendo e valorizando a sua contribuição no terreno — que é onde, verdadeiramente é preciso.

Se com esta contribuição se engrossar as fileiras das pessoas que estão mais conscientes e são capazes de intervir, potenciando o impacto desta campanha e/ou intervindo ativamente no seu controlo, é certo que foram atingidos todos os objetivos delineados e trabalhados — assim logo que a campanha seja colocada no terreno e o tempo de maturação da mesma, ao longo dos próximos anos, nos permita avaliar (com recurso a entrevistas e inquéritos) a sua real eficácia e dimensão do impacto sobre as populações locais, numa primeira instância, e sobre as comunidades animais e de plantas que o rio Minho sustenta.

6. Considerações finais

As espécies exóticas invasoras são uma das principais ameaças à biodiversidade. Acidental ou proposadamente introduzidas, degradam os ecossistemas, contribuem para a extinção de espécies nativas, danificam infraestruturas e acabam de alguma forma, por também prejudicar as atividades humanas. Os ecossistemas de água doce, em particular, têm sentido os maiores impactos decorrentes da presença e ação das espécies invasoras. Se num sistema terrestre já é financeira e logisticamente impraticável erradicar uma espécie invasora (planta ou animal), em ambientes aquáticos a dificuldade é ainda maior porque é impossível eliminar uma espécie sem prejudicar as restantes (por exemplo, o controlo biológico com recurso a toxinas é impossível de aplicar sem que inadvertidamente se destruam mais espécies do que as que se pretendia atacar, e a introdução dos predadores naturais da espécie-alvo pode inadvertidamente criar novas invasões). A mitigação e prevenção são por isso as únicas opções, sendo para isso necessário conhecer quais as espécies já presentes, reconhecer aquelas que têm potencial para se tornarem invasoras, e prevenir a introdução de novas espécies exóticas. A realização de campanhas de consciencialização e sensibilização das população locais para este flagelo - em particular os pescadores do Rio Minho e crianças em idade escolar - pode ajudar a criar cidadãos conscientes e mais responsáveis e contributivos, que ajudem não apenas a prevenir e detetar novas invasões que ameaçam a sua fonte de rendimento, mas também a monitorizar e controlar as já existentes na tentativa de mitigar o problema. Foi feita uma recolha de exemplos de projetos semelhantes de divulgação científica sobre espécies invasoras (“¡No te dejes engañar! La amenaza de las invasoras de agua dulce,” n.d.; “El malvado mejillón cebra,” 2009; Wisconsin Sea Grant, 2018), comprovando-se que a maioria sofre de dificuldades em cativar o público que mais beneficiaria da sua informação, ou está demasiado limitada no seu público-alvo (apenas infante-juvenil, por exemplo).

Reconhecendo o baixo nível de literacia científica do público-alvo identificado no presente projeto, determinou-se ser necessário criarem-se unidades comunicacionais capazes de promoverem uma divulgação essencialmente visual, alicerçada no uso de uma linguagem simples e acessível, e procurando a portabilidade e facilidade de utilização. Com base em diretrizes para a criação de material didático destinado a públicos iletrados, foi criado um conjunto de cartas colecionáveis, portáteis e impermeáveis que permitem identificar rapidamente as espécies invasoras que ameaçam o Rio Minho (algumas já presentes, outras em vias de invadir), incluindo também informação geográfica, os principais danos que causam ao ambiente e as vias de introdução. Foi também criado um painel *outdoor* profusamente ilustrado a ser exposto em locais públicos alertando o público e promovendo boas práticas de prevenção de novas espécies invasoras. Foram criteriosamente identificadas e escolhidas 20 espécies, seis das quais ainda não se estabeleceram no Rio Minho e por isso receberam tratamento especial focado na prevenção.

A ilustração científica, ao mesmo tempo cativante e objetiva, foi a metodologia escolhida para atrair a atenção do público na componente mais visual, enquanto comunica claramente a informação de teor mais científico, sem necessidade de ler (procurando reduzir-se ao máximo a comunicação verbal, uma dos aspetos limitantes previamente identificados), enquanto o texto simplificado e resumido esclarece mais profundamente todos aqueles que sentirem necessidade de um pouco mais de informação.

As ilustrações e todas as composições editoriais foram realizadas em técnica digital com recurso ao programa Adobe Photoshop, o qual permitiu criar vários métodos para maximizar a produtividade sem sacrificar o rigor e a honestidade científica exigida de um documento visual.

Estes foram dedicados às necessidades de representação de categorias diversas de organismos – peixes de escamas pequenas, peixes de escamas grandes, moluscos, artrópodes e mamíferos. Os resultados mostraram-se adequados, equilibrando realismo com consistência de representação (que ajuda à interpretação e facilita a comparação) e permitiram obter o máximo de detalhe (adequado à escala de cada uma das espécies ilustradas) sem sacrificar demasiado tempo. Os caracteres diagnosticantes (verso das cartas) vertidos em imagens acessórias são nítidos e fáceis de interpretar mesmo sem o domínio da palavra escrita, permitindo maximizar o sucesso na identificação das espécies. O *design* das cartas e do painel, assente em cores identificativas e catalogantes e numa grelha atraente sem ser simplista deverá, segundo as normas delineadas para a comunicação com públicos pouco letrados (Centers for Disease Control and Prevention, 2009; Doak et al., 1996; Whittingham et al., 2008) ser capaz de atrair o olhar e conduzi-lo através das informações mais relevantes.

A técnica (ilustração digital), as metodologias e os métodos desenvolvidos provaram ser adequadas a esta categoria de ilustração, bem como às unidades comunicacionais que dela derivaram. O tempo foi o principal constrangimento e as metodologias/métodos permitiram criar ilustrações com um grau suficiente de detalhe no tempo disponível. A pelagem do mamífero apresentou o maior grau de complexidade, ao exigir não apenas pincéis personalizados, mas ainda gradientes de cor dentro de cada pelo individual. Foi por isso uma das ilustrações mais morosas (4 semanas). Por outro lado os peixes de escamas pequenas e os organismos sem tegumento (moluscos, peixe sem escamas, planta) foram os mais céleres, demorando menos de uma semana cada, por precisarem apenas de um “*stencil*” automatizado de escamas e texturas, mais ou menos lineares e simples.

Os objetivos do projeto foram cumpridos, tendo sido criado um conjunto de elementos de divulgação científica sobre o tema das espécies invasoras aquáticas, perseguindo a portabilidade de pelo menos uma das unidades comunicacionais (cartas) assim como a perenidade (painel a implantar em lugar estratégico e vizinho ao rio). O cuidado na construção das duas tipologias e o uso de ilustrações científica altamente detalhadas, como informativo elemento imagético de destaque, torna este projeto único até à data.

Ao longo deste projeto tornou-se dolorosamente óbvia a tragédia que as espécies invasoras representam — algo que a autora e candidata confessa não ter tido noção exata no momento em que aceitou este desafio. Apesar das recentes vagas de fogos florestais, ainda poucos têm noção do impacto negativo de espécies como o eucalipto ou a acácia, que além de se propagarem ferozmente e suplantarem as espécies nativas, fomentam incêndios maiores do que seriam normalmente enfrentados nesta região do globo, “renascendo” prontamente das cinzas e reclamando ainda mais território, num eterno ciclo vicioso (Marchante, 2017). Porém, os problemas causados pelas espécies invasoras de água doce são mais insidiosos e muito menos conhecidos do público em geral – mas não por isso menos graves: mexilhões que entopem repetidamente canos de captação de água, aumentando o preço de um recurso essencial; peixes vorazes que destroem o ciclo de vida de espécies comerciais de reprodução mais lenta, trazendo prejuízo aos pescadores; plantas aquáticas que ganham velozmente biomassa e acabam por ensombrar a água, matando toda a vegetação e microalgas abaixo delas e conseqüentemente toda a cadeia alimentar que delas depende; crustáceos que escavam as margens e causam a sua erosão prematura, colocando em risco infraestruturas e a paisagem em geral.

A maior dificuldade em lidar com as espécies invasoras aquáticas é que são reduzidas as opções de controlo - com poucas exceções (agentes químicos específicos) baseiam-se na captura/recolha e destruição. Em ambiente terrestre as plantas podem ser derrubadas, arrancadas ou destruídas com herbicidas, os animais podem ser armadilhados ou envenenados

com engodos especiais, e podem ser erigidas cercas para proteger de novas infestações. Mas nos sistemas aquáticos isso é simplesmente impossível – as plantas arrancadas voltam a propagar-se a partir de pequenos fragmentos (propagação vegetativa), não é possível armadilhar seletivamente peixes (sem ser por pesca de cana e anzol) ou invertebrados (moluscos ou artrópodes) e a utilização de qualquer tipo de toxina só resulta na depleção ou fragilização de toda a delicada rede que constitui um ecossistema ribeiro (graças à difusão por todo o curso de água superficial e até a água subterrânea, nos lençóis freáticos).

Compreender a escala do problema leva à conclusão de que a única alternativa é a prevenção; porém, para implementar medidas de prevenção e monitorização é necessário todo um exército de cidadãos-cientistas – os pescadores que percorrem o rio diariamente – sensibilizados para a causa e equipados com ferramentas que lhes permitam agir no lugar dos biólogos e ambientalistas, sendo os seus olhos e braços no campo de batalha.

Trabalhos futuros

Após realização de um ensaio piloto foram anotadas algumas sugestões pertinentes que, não retirando valor ao trabalho realizado, o incrementam e tornam o conjunto comunicativo mais claro e uniforme. Foi decidido entre autor e orientadores (futuros coordenadores da campanha) que estas alterações serão tomadas em consideração e incorporadas antes da produção das cartas. Prevendo-se que será necessário aproximadamente um mês para introduzir as alterações sugeridas, assim que o promotor da produção estipular uma data para início da produção, serão iniciados e concluídos esses trabalhos.

Os elementos de divulgação projetados irão brevemente tomar forma física e pode inclusive haver continuidade da pesquisa num futuro doutoramento. Após a implementação no terreno por parte do Aquamuseu do Rio Minho será avaliada a efetividade da campanha logo após a distribuição (avaliando o conhecimento real do público-alvo) e após um período de maturidade de 6 a 12 meses. A avaliação será feita através de instrumentos a decidir (entrevistas, inquéritos e outros), na expectativa de que os resultados obtidos possam integrar um artigo a publicar numa revista da especialidade (*Science Communication/SAGE Journals, Journal of Science Communication*, ou outros a decidir). Espera-se ainda que este projeto possa vir a ser expandido e implementado, como modelos de campanhas de igual pendor, não apenas na região próxima ao Aquamuseu do Rio Minho, mas chegando a outros sistemas hidrográficos igualmente ameaçados pelas espécies invasoras por todo o país.

7. Referências bibliográficas

- ¡No te dejes engañar! La amenaza de las invasoras de agua dulce. (n.d.). Retrieved August 12, 2019, from LIFE Potamo Fauna website: <http://www.lifepotamofauna.org/en/official-documents/promotional-materials>
- Barrocas, C., Antunes, C., Correia, F. (2018). Caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*), uma espécie invasora: sensibilizar para minimizar as consequências de uma introdução no Rio Minho. *IX SIMPÓSIO IBÉRICO SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MINHO*, 68–81. Vila Nova de Cerveira.
- Barrocas, Claudia, Antunes, C., & Correia, F. (2016). Espécies aquáticas exóticas invasoras no Rio Minho — a ilustração científica como ferramenta para a sensibilização e educação. *VIII SIMPÓSIO IBÉRICO SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MINHO*, 75–81.
- Barrocas, Cláudia, Antunes, C., & Correia, F. (2016). Espécies Aquáticas Exóticas Invasoras no Rio Minho - A Ilustração Científica na Sensibilização/Educação de Setores Económicos Primários. In L. Lopes, M. I. Castiñeira, & H. R. T. Silva (Eds.), *5º Encontro Brasileiro Sobre Ilustração Científica (5 EBIC)* (pp. 10–14). Florianópolis: Biblioteca da Universidade do Sul de Santa Catarina.
- Barrocas, Cláudia, & 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.
- Caudill, C. M. (2014). Technical Illustration: The Changes and Challenges Presented By Advancements in Technology. *Electronic Theses and Dissertation*, 27–32. University of Central Florida.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2009). *Simply Put - A guide for creating easy-to-understand materials*. 4–29. U.S. Department of Health and Human Services.
- Coelho, A. F. dos S. (2013). *Distribuição e abundância da espécie exótica Eriocheir sinensis no estuário do Tejo*. UNIVERSIDADE DE ÉVORA - ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA.
- Cornelis, G. C. (2000). Is Popularization of Science Possible? Retrieved October 27, 2019, from Paideia Project On-Line website: <https://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieCorn.htm>
- Correia, F. & Barrocas, C. (2019). Retratos Naturais – Vamos desenhar... um exótico vison. *Rev. Parques e Vida Selvagem N° 56*, 66–67.
- Correia, F. (2016). O Valor Pedagógico Da Ilustração Científica —Um Manual Escolar Pioneiro. *Anais Do 5º Encontro Brasileiro Sobre Ilustração Científica*, 26–33.
- Correia, F., Cerviño, C., & Alcarás, M. (2015). Scientific illustration an indispensable tool for knowledge transmission. *Conferência Internacional Em Ilustração e Animação*, 261–277. Braga.
- Correia, F., & Legoinha, P. (2010). Ilustração científica de microfósseis de Portugal Scientific illustration of microfossils from Portugal. *VIII Congresso Nacional de Geologia*, 17(2), 4. Braga.
- Cribb, J., & Hartomo, T. S. (2002). *Sharing Knowledge - A guide to Effective Science Communication*. CSIRO PUBLISHING.
- Davis, E., Caffrey, J. M., Coughlan, N. E., Dick, J. T. A., & Lucy, F. E. (2018). Communications, outreach and citizen science: Spreading the word about invasive alien species. *Management of Biological Invasions*, 9(4), 515–525. <https://doi.org/10.3391/mbi.2018.9.4.14>
- Doak, C., Doak, L., & Root, J. (1996). *Teaching Patients With Low Literacy Skills* (2nd ed.). Philadelphia: J. B. Lippincott Company.
- El malvado mejillón cebra. (2009). Retrieved August 12, 2019, from Confederación Hidrográfica del Ebro website: <http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=11993&idMenu=2547>

- European Commission. (2013). Green Paper on Citizen Science. *SOCIENTIZE Project*, 20–33.
- European Commission. (2019). Combat invasive alien species. Retrieved October 20, 2019, from https://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy/target5/index_en.htm
- Fernando Correia, & Soares, A. (2019). *Comunicação de Ciência - das Universidades ao Grande Público* (1.^a Edição). Edições Afrontamento.
- GB Non-native species secretariat. (2017). The Invasive Non-native Species Media and Communications Plan for Great Britain. In *Media and Communications Strategic Plan*.
- GB Non-native species secretariat. (2019). Frequently asked questions. Retrieved August 9, 2019, from <http://www.nonnativespecies.org/index.cfm?sectionid=25>
- GNSI. (2003). *The Guild Handbook of Science Illustration* (E. R. S. Hodges, Ed.). John Wiley & Sons.
- Hodges, E. R. S. (2006). Scientific Illustration: A Working Relationship between the Scientist and Artist. *BioScience*, 39(2), 104–111. <https://doi.org/10.2307/1310910>
- Identification sheets - American Mink (*Mustela vison*). (n.d.). Retrieved November 2, 2019, from GB Non-native species secretariat website: <http://www.nonnativespecies.org//index.cfm?sectionid=47>
- IlluScientia. (n.d.). Cosmetic addition or an essential part: what is the role of scientific illustration? Retrieved August 10, 2019, from IlluScientia: scientific illustration & animation website: <http://www.illuscientia.com/resources/role-of-scientific-illustration/>
- Invasive Species Council. (n.d.). A strategy for dealing with invasive species in Australia. Retrieved from <http://invasives.org.au/strategy-invasive-species-australia/>
- ISSG. (2008). The Invasive Species Problem. Retrieved August 9, 2019, from http://www.issg.org/about_is.htm
- Iwasa, J. H. (2016). The Scientist as Illustrator. *Trends in Immunology*, 37(4), 247–250. <https://doi.org/10.1016/j.it.2016.02.002>
- Khoury, C. K., Kisel, Y., Kantar, M., Barber, E., Ricciardi, V., Klirs, C., ... Novy, A. (2019). Science–graphic art partnerships to increase research impact. *Communications Biology*, 2(1), 295. <https://doi.org/10.1038/s42003-019-0516-1>
- Loos, E. M. (2000). Evaluating Scientific Illustrations : Basics for Editors. *Science Editor*, 23(4), 124–125.
- Marchante, H. (2017). Fogo e invasoras: acácias e háqueas... e agora? Retrieved November 12, 2019, from Invasoras.pt website: <http://invasoras.pt/fogo-e-invasoras/>
- Merhy, L. (2016). Science in Media : cognition and emotion. Retrieved November 30, 2019, from REDIS: Revista de Estudos do Discurso website: https://www.academia.edu/30641277/Science_in_Media_Cognition_and_Emotion
- Montañez, A. (2016). How Science Visualization Can Help Save the World. Retrieved October 29, 2019, from Scientific American website: <https://blogs.scientificamerican.com/sa-visual/how-science-visualization-can-help-save-the-world/>
- Novoa, A., Dehnen-Schmutz, K., Fried, J., & Vimercati, G. (2017). Does public awareness increase support for invasive species management? Promising evidence across taxa and landscape types. *Biological Invasions*, 19(12), 3691–3705. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1592-0>
- O Aquamuseu do Rio Minho. (n.d.). Retrieved August 18, 2019, from <https://aquamuseu.cm-vncerveira.pt/pages/461/>
- Perilli, K. (2019a). Scientific Illustration: What Is It? Retrieved August 9, 2019, from The Franklin Institute website: <https://www.fi.edu/blog/scientific-illustration-what-is-it>
- Perilli, K. (2019b). Why We Need Scientific Illustration. Retrieved November 15, 2019, from The Franklin Institute website: <https://www.fi.edu/blog/why-we-need-scientific-illustration>
- Rosen, R. (n.d.). SPOTLIGHT Drawing on Science: A Peek into the World of Scientific Illustration. Retrieved October 27, 2019, from SciArt Magazine website: <https://www.sciartmagazine.com/spotlight-drawing-on-science.html>

- Scicurious. (2013). Citizen Science, Citizen Policy. Retrieved October 27, 2019, from Scientific American website: <https://blogs.scientificamerican.com/scicurious-brain/citizen-science-citizen-policy/>
- Secretariat of NOBANIS. (2012). *Risk-mapping for 100 non-native species in Europe*. Retrieved from www.nobanis.org
- The LSM Center for Citizen Lake Science. (n.d.). Invasive Aquatic Species Resources. Retrieved November 8, 2019, from Lake Stewards of Maine website: <https://www.lakestewardsofmaine.org/volunteer-info/invasive-plant-monitors/ipp-resources/>
- U.S. Dept. Agriculture. (n.d.). Natural Resources Conservation Service Connecticut. Retrieved November 4, 2019, from https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/ct/technical/ecoscience/invasive/?cid=nrcs142p2_011124
- Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. (2015). Bivalves de Água Doce Invasores (Família Corbiculidae) e Lagostim-vermelho-da-Louisiana. Retrieved October 24, 2019, from Projeto PAELORIS website: <https://www.cm-mira.pt/node/380>
- University of Maryland Center for Environmental Science. (n.d.). Science Communication. Retrieved October 2, 2019, from The Integration and Application Network website: https://ian.umces.edu/learn/science_communication/
- Whittingham, J. R. D., Ruiters, R. A. C., Castermans, D., Huiberts, A., & Kok, G. (2008). Designing effective health education materials: Experimental pre-testing of a theory-based brochure to increase knowledge. *Health Education Research*, 23(3), 414–426. <https://doi.org/10.1093/her/cym018>
- Wisconsin Sea Grant. (2018). Attack Pack Aquatic Invader Fact Sheets 2018. Retrieved October 17, 2019, from Aquatic invasive species (AIS) website: <https://www.seagrant.wisc.edu/our-work/focus-areas/ais/aquatic-invader-attack-pack/>
- Wittenberg, R., & Cock, M. J. W. (2001). *Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices* (Rüdiger Wittenberg & M. J. W. Cock, Eds.). Wallingford, Oxon: CABI Pub.

Anexos

ESPÉCIES AQUÁTICAS EXÓTICAS INVASORAS NO RIO MINHO - A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NA SENSIBILIZAÇÃO/EDUCAÇÃO DE SETORES ECONÓMICOS PRIMÁRIOS

BARROCAS, Cláudia¹; ANTUNES, Carlos²; CORREIA, Fernando¹

¹Laboratório de Ilustração Científica, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal; claudiabarocas87@gmail.com

²Aquamuseu do Rio Minho, Parque de Lazer do Castelhinho, 4920-290 Vila Nova de Cerveira, Portugal.

Resumo

Após análise das práticas de sensibilização necessárias para combater o flagelo das espécies exóticas com caráter invasor (EACI) que ameaçam os rios portugueses, percebeu-se a necessidade de se preparar material de apoio adequado à sensibilização da sociedade, em particular do sector das pescas, para esta problemática. Dado o baixo índice de literacia, principalmente Científica, torna-se necessário usar a imagem para comunicar, em produtos que sejam familiares em termos de utilização. Dada a especificidade deste projeto, entendeu-se que devia integrar os trabalhos conducentes à defesa de Mestrado em Biologia Aplicada, especialização em Ilustração Científica. A base serão ilustrações científicas que permitam a identificação das espécies, incluindo os vários estádios do ciclo de vida e habitat, claras e acessíveis aos públicos-alvo a que se destinam. Na procura de uma metodologia de trabalho, elegeu-se a técnica digital como a que melhor responde a este desafio onde o tempo é elemento crucial. Para ensaiar as técnicas a utilizar na ilustração das EACI fez-se uma ilustração de um peixe nativo do estuário do Rio Minho. O processo está a ser feito em colaboração com o Aquamuseu do Rio Minho (Vila Nova de Cerveira, Portugal) e espera-se que o trabalho finalizado constitua uma peça vital na promoção e sensibilização das populações para a necessidade de conhecer e preservar a fauna autóctone dos importantes habitats do Rio Minho.

Palavras-Chaves: Espécies aquáticas; Espécies invasoras, Literacia científica, Ilustração científica digital, Sensibilização.

Introdução

O Aquamuseu do Rio Minho localiza-se em Vila Nova de Cerveira, Viana do Castelo, Portugal. Trata-se de uma estrutura ímpar no País, turística, pedagógica e de investigação, e peça vital na sensibilização das populações para a necessidade de conhecer e preservar os habitats do Rio Minho.¹ Constitui um importante promotor da sensibilização da população residente, em especial da comunidade piscatória, para a problemática das espécies aquáticas com caráter

invasor (EACI) e o seu papel danoso no frágil equilíbrio destes ecossistemas. Consideram-se como EACI qualquer espécie não autóctone, ou “exótica”, que tenha sido introduzida num ecossistema aquático onde não se encontraria originalmente, geralmente por intervenção humana, intencional ou não.² Com elevado poder competitivo e na ausência dos seus predadores normais, acabam por se estabelecer, proliferando rapidamente. Isto tem consequências desastrosas para as espécies nativas, fragilizando os ecossistemas e prejudicando as atividades humanas (pesca, aquacultura, turismo e outras indústrias) acabando por atingir o ambiente, a economia e até a saúde pública.³ É imperioso promover o conhecimento e a literacia científica. Sendo que as comunidades piscatórias ainda sentem dificuldades em gerir esse tipo de conhecimento, é necessário desenvolver produtos de apoio, divulgação e sensibilização, materiais (posters, *flyers*, desdobráveis) ou virtuais (*website* ou similares), destinados ao público escolar bem como à sociedade local e regional.

Objetivos

Produzir material de apoio à sensibilização dos pescadores para a problemática das EACI, criando uma mensagem essencialmente visual (transpondo assim problemas imediatos de iliteracia) onde se dará destaque à imagem estrategicamente criada através do desenho.

Metodologia

Todas as ilustrações, na procura da criação do modelo/arquétipo que represente a espécie, serão executadas com base no estudo de espécimes vivos e/ou preservados, graças ao acesso ao património vivo (espécimes) e ao acervo do Aquamuseu (fotografias, esquemas, textos). Para que as ilustrações científicas sejam um auxiliar à identificação das espécies serão representados não apenas os adultos reprodutores mas também os estádios do seu ciclo de vida, o seu nicho ecológico e o habitat típico. As ilustrações e todo o restante material gráfico serão realizados em técnica digital (Adobe Photoshop), procurando encontrar-se uma metodologia que agilize o fluxo de trabalho.⁴ Para validação do trabalho, todas as imagens serão sujeitas à avaliação de um painel de ictiólogos já convidados.

Espécies a ilustrar

Peixes: Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*, *adulto*, *juvenis*, *ovos*, *habitat*), Peixe-dourado (*Carassius auratus*), Carpa comum (*Cyprinus carpio*), Gambúsia (*Gambusia holbrooki*), Góbio ibérico (*Gobio lozanoi*), Perca-sol (*Lepomis gibbosus*), Achigã (*Micropterus salmoides*), Tenca (*Tinca tinca*), Perca europeia (*Perca fluviatilis*), Lúcio-perca (*Stizostedion lucioperca*), Lúcio (*Esox lucius*), Siluro europeu (*Silurus glanis*). Moluscos: Amêijoia asiática (*Corbicula fluminea*, *adulto*, *juvenis*, *ovos*, *habitat*), Mexilhão-zebra (*Dreissena polymorpha*), *Physella acuta* (*adulto*, *juvenis*, *ovos*, *habitat*), *Potamopyrgus antipodarum*. Crustáceos: Lagostim vermelho americano (*Procambarus clarkii*), e Caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*). Plantas: Elódea comum (*Elodea canadensis*). Mamífero: Vison-americano (*Mustela vison*).

Exercício de ilustração

Como exercício para testar as técnicas a utilizar na ilustração das espécies invasoras, fez-se uma ilustração de um peixe nativo do estuário do Rio Minho, a savelha (*Allosa fallax*).

O primeiro passo (Figura 1) foi obter referências visuais, a partir de espécimes vivos e/ou preservados, ou de fotografias de boa qualidade, que foram contrastados com descrições detalhadas e ilustrações já existentes da espécie para construir uma observação fundamentada que permitisse criar o desenho preliminar.

Figura 1. Coleção de todas as referências fotográficas e bibliográficas num só ficheiro.



O desenho preliminar (Figura 2) é onde se delinea a pose e a norma/vista que melhor transmitam o máximo de caracteres diagnosticantes capazes de alicerçar a taxonomia e providenciar a identificação do espécime. É quando se dá a primeira consulta com especialistas em ictiologia, para que, com a sua análise crítica, possam contribuir para um maior rigor e correção da arte final. O padrão das escamas (malha) foi estudado e planeado para mais tarde serem aplicadas.

Figura 2. Desenho preliminar e estudo de padrão de escamas



Tracing digital (Figura 3) com criação de *paths*/vectores de cada segmento independente (para melhor edição futura usam-se *paths* fechados e com o menor número possível de pontos de ancoragem).

Figura 3. Vetorização dos vários segmentos



Rasterização dos vectores (Figura 4) em imagens de píxeis (*fill*), cada elemento em *layers* separadas e criação de volume na imagem base: aplicação de sombras, brilhos e cores a cada segmento com ferramentas básicas (*round soft brush* e *smudge finger*); pintura dos olhos e das zonas sem escamas (pintura direta, apenas com pincéis); criação dos volumes dos raios das barbatanas através de *layer styles*.

Figura 4. Preenchimento dos segmentos com cores em *layers* separadas e pintura das mesmas.



Criação da textura das escamas (Figura 5) através de *layers* de efeitos especiais (*blending modes* e *layer styles*): cada escama individual foi desenhada numa *layer* separada, seguindo o padrão encontrado anteriormente, e foi-lhe dado um efeito de volume (brilho e sombra) através do *layer style* "emboss"; a totalidade das escamas foi depois fundida (*merged*) numa única *layer*, com um *blending mode* "overlay".

Figura 5. Texturização das escamas.



Resultados

A ilustração ictiológica final (Figura 6) cumpre todos os requisitos iniciais e mostra ser adequada para as metas propostas. A arte final foi concluída em 60 horas e como na sua construção se criaram padrões editáveis, estes poderão ser facilmente adaptados a outros arquétipos. O fluxograma de passos foi validado e constituirá a metodologia a seguir nas restantes espécies de ictiofauna.

Figura 6. Ilustração final



Discussão e Conclusão

Para a ilustração de peixes (a maioria das espécies a ilustrar neste projeto) a ilustração digital apresenta-se como uma técnica rápida, conveniente, reprodutível, versátil, e com resultados finais excelentes. O isolamento de cada segmento permite uma reconfiguração posicional destes dentro de uma mesma vista (por ex. com a boca fechada ou aberta), o que permite a criação de múltiplas imagens diferentes, adaptadas a várias realidades (a nadar, a alimentar-se, etc) a partir de um único modelo 2D. O resultado final é verosímil com o observado num espécime, retratando com fiabilidade a realidade e acumulando em si mais informação que a possível de obter, por ex., através de uma fotografia. A ilustração digital tal como aqui equacionada mostra ser uma solução técnica adequada às necessidades e ao ritmo de trabalho vertiginoso exigido a um projeto deste tipo. Comprova-se assim que a metodologia digital desenvolvida por Fernando Correia e replicada neste projeto mostra ser a solução mais adequada, replicável e adaptável.

Referências

1. CERVEIRA, Câmara Municipal de Vila Nova de. **Aquamuseu do Rio Minho**. Disponível em: <<http://aquamuseu.cm-vncerveira.pt/pages/459>>. Acesso em: 17 abril 2016.
2. COUNCIL, Invasive Species. **A strategy for dealing with invasive species in Australia**. Disponível em: <<http://invasives.org.au/strategy-invasive-species-australia/>>. Acesso em: 19 abril 2016.
3. EUROPEIA, Comissão. **Espécies Alóctones Invasivas**. Natureza e Biodiversidade, 2010. Disponível em: <<http://www.icnf.pt/portal/agir/sab-mais/exotic>>. Acesso em: 16 abril 2016.
4. PEREIRA, Leonel; CORREIA, Fernando. **Macroalgas Marinhas da Costa Portuguesa - biodiversidade, ecologia e utilizações**. 1. Ed. Nota de Rodapé Edições, 2015

Espécies aquáticas exóticas invasoras no Rio Minho — a ilustração científica como ferramenta para a sensibilização e educação

BARROCAS, Cláudia¹, ANTUNES, Carlos² e CORREIA, Fernando¹

¹*Laboratório de Ilustração Científica, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal; claudiabarrocas87@gmail.com*

²*Aquamuseu do Rio Minho, Parque de Lazer do Castelinho, 4920-290 Vila Nova de Cerveira, Portugal.*

Resumo

Após análise das práticas de sensibilização necessárias para combater o flagelo das espécies exóticas com caráter invasor (EACI) que ameaçam os rios portugueses, percebeu-se a necessidade de se preparar material de apoio adequado à sensibilização da sociedade, em particular do sector das pescas, para esta problemática. Dado o baixo índice de literacia, principalmente Científica, torna-se necessário usar a imagem para comunicar, em produtos que sejam familiares em termos de utilização. Dada a especificidade deste projeto, entendeu-se que devia integrar os trabalhos conducentes à defesa de Mestrado em Biologia Aplicada, especialização em Ilustração Científica. A base serão ilustrações científicas que permitam a identificação das espécies, incluindo os vários estádios do ciclo de vida e habitat, claras e acessíveis aos públicos-alvo a que se destinam.

A Ilustração Científica integra o discurso científico, proporcionando uma explicação visual para além da narrativa dedutível das palavras, auxiliando a compreensão de informações e contextos não-imediatos e complexos. A função principal da Ilustração Científica é, assim, essencialmente utilitária: informar, explicar e instruir - em resumo, comunicar recorrendo a modelos de visualização não-polissémicos. O maior requisito assenta assim na produção de imagens altamente detalhadas, cientificamente corretas e atualizadas, honestas na interpretação da realidade a evidenciar. ^{5,6}

Na procura de uma metodologia e método de trabalho que melhor responda às necessidades do projeto em causa, elegeu-se a técnica digital como a que melhor responde a este desafio onde o tempo é elemento crucial. Para ensaiar as técnicas a utilizar na ilustração das EACI (ilustração ictiológica) fez-se uma ilustração de um peixe não-nativo (alóctone) do estuário do Rio Minho. O processo de validação científica é feito pela equipa do Aquamuseu do Rio Minho (Vila Nova de Cerveira, Portugal) e espera-se que o trabalho finalizado, integrado numa peça comunicacional (poster), constitua uma peça vital na promoção e sensibilização das populações para a necessidade de conhecer e preservar a fauna autóctone dos importantes habitats do Rio Minho, diferenciando-a assim da que foi introduzida.

Palavras-Chaves: Espécies aquáticas; Espécies invasoras, Literacia científica, Ilustração científica digital, Sensibilização.

Introdução

O Aquamuseu do Rio Minho localiza-se em Vila Nova de Cerveira, Viana do Castelo, Portugal. Trata-se de uma estrutura ímpar no País, turística, pedagógica e de investigação, e peça vital na sensibilização das populações para a necessidade de conhecer e preservar os habitats do Rio Minho.¹ Constitui um importante promotor da sensibilização da população residente, em especial da comunidade piscatória, para a problemática das espécies aquáticas com caráter invasor (EACI) e o seu papel danoso no frágil equilíbrio destes ecossistemas. Consideram-se como EACI qualquer espécie não autóctone, ou “exótica”, que tenha sido introduzida num ecossistema aquático onde não se encontraria originalmente, geralmente por intervenção humana, intencional ou não.³ Com elevado poder competitivo e na ausência dos seus predadores normais, acabam por se estabelecer, proliferando rapidamente. Isto tem consequências desastrosas para as espécies nativas, fragilizando os ecossistemas e prejudicando as atividades humanas (pesca, aquacultura, turismo e outras indústrias) acabando por atingir o ambiente, a economia e até a saúde pública.⁴ É imperioso promover o conhecimento e a literacia científica. Sendo que as comunidades piscatórias ainda sentem dificuldades em gerir esse tipo de conhecimento, é necessário desenvolver produtos de apoio, divulgação e sensibilização, materiais (posters, *flyers*, desdobráveis) ou virtuais (*website* ou similares), destinados ao público escolar bem como à sociedade local e regional.

O desenho científico é caracteristicamente funcional e didático. Tem como função clarificar, de forma mais imediata e objetiva, realidades observadas e/ou conceitos mais abstratos (interpretativos ou imaginativos, como diagramas ou gráficos), todos eles sedeados em resultados obtidos através de uma experimentação sistemática e reproduzível. A imagem assim construída proporciona uma descrição visual do objecto de estudo, podendo chegar ao mais ínfimo detalhe microscópico (como as cerdas e as pontuações) ou ultramicroscópico (células e estruturas intracelulares), adquirindo valor documental.

Realizada em meios tradicionais (analógicos) ou digitais, a ilustração científica (IC) proporciona uma explicação visual estrategicamente sintética e especificamente planeada para um determinado público-alvo, procurando assim facilitar a compreensão e assimilação da mensagem nela codificada. Os padrões pelos quais se rege são: fidelidade, a objectividade, a simplicidade, a honestidade e a credibilidade. Sempre que seja necessária a colaboração do técnico-ilustrador e um investigador, exige-se que falem a mesma linguagem científica para um entendimento mútuo. A escolha do método recai quase sempre na técnica mais expedita, capaz de produzir os melhores resultados com o mínimo de investimento possível (em tempo, em recursos logísticos e humanos interventivos para a materialização da ideia ou modelo teórico em imagem).^{6,5}

Objetivos

Produzir material de apoio à sensibilização dos pescadores para a problemática das EACI, criando uma mensagem essencialmente visual (transpondo assim problemas imediatos de eventual iliteracia científica, em menor ou maior grau) onde se dará destaque à imagem estrategicamente criada através do desenho.

Metodologia

Todas as ilustrações, na procura da criação do modelo/arquétipo que represente a espécie, serão executadas com base no estudo (medições, contagens, etc.) de espécimes vivos e/ou preservados, graças ao acesso ao património vivo (espécimes) e ao acervo do Aquamuseu (fotografias, esquemas, textos). Para que as ilustrações científicas sejam um auxiliar à identificação das espécies serão representados não apenas os adultos reprodutores mas também os estádios do seu ciclo de vida, o seu nicho ecológico e o habitat típico. As ilustrações e todo o restante material gráfico serão realizados em técnica digital (*Adobe Photoshop* e *Adobe Illustrator*) com o auxílio de uma mesa digitalizadora *Wacom*, procurando encontrar-se uma metodologia que agilize o fluxo de trabalho e maximize as futuras utilizações do material produzido.⁵

Espécies a ilustrar

Peixes: Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*, *adulto, juvenis, ovos, habitat*), Peixe-dourado (*Carassius auratus*), Carpa comum (*Cyprinus carpio*), Gambúsia (*Gambusia holbrooki*), Góbio ibérico (*Gobio lozanoi*), Perca-sol (*Lepomis gibbosus*), Achigã (*Micropterus salmoides*), Tenca (*Tinca tinca*), Perca europeia (*Perca fluviatilis*), Lúcio-perca (*Stizostedion lucioperca*), Lúcio (*Esox lucius*), Siluro europeu (*Silurus glanis*). Moluscos: Amêijoia asiática (*Corbicula fluminea*, *adulto, juvenis, ovos, habitat*), Mexilhão-zebra (*Dreissena polymorpha*), *Physella acuta* (*adulto, juvenis, ovos, habitat*), *Potamopyrgus antipodarum*. Crustáceos: Lagostim vermelho americano (*Procambarus clarkii*), e Caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*). Plantas: Elódea comum (*Elodea canadensis*). Mamífero: Vison-americano (*Mustela vison*).

Exercício de ilustração

Para ensaiar as técnicas a utilizar na ilustração das restantes espécies invasoras, fez-se uma ilustração de um dos peixes anteriormente identificados, a perca europeia (*Perca fluviatilis*).

O primeiro passo (Figura 1) foi obter referências visuais, a partir de espécimes vivos e/ou preservados, ou de fotografias de boa qualidade, que foram contrastados com descrições detalhadas e ilustrações já existentes da espécie para construir uma observação fundamentada que permitisse criar o desenho preliminar.



Figura 9. Coleção de todas as referências fotográficas e bibliográficas num só ficheiro para maior facilidade de acesso.

O desenho preliminar (Figura 2) é onde se delinea a pose e a norma/vista que melhor transmitam o máximo de caracteres diagnosticantes capazes de alicerçar a taxonomia e providenciar a identificação do espécime. O padrão das escamas (malha/grelha para cartografia de escamas) foi estudado e planeado para facilitar a localização espacial, o seu dimensionamento e modelação do seu formato nas diferentes partes e volumetrias corporais.



Figura 10. Desenho preliminar e estudo do padrão de escamas

Procedeu-se de seguida ao *tracing* digital (Figuras 3.1 e 3.2) com criação de *paths*/vectors de cada segmento independente, usando o Adobe Illustrator.

Uma das vantagens da utilização do Adobe Illustrator é a possibilidade de automatizar grande parte do trabalho de desenho dos vectors. Este *software* permite criar *paths* automaticamente de duas formas:

- criando múltiplos objectos intermédios (em forma, tamanho, cor e outros parâmetros) entre dois ou mais objectos preexistentes através da ferramenta *Blend*; esta opção é particularmente útil quando se torna necessário repetir um certo elemento (neste caso os espinhos de uma barbatana dorsal) um determinado número de vezes segundo uma trajectória fixa e modificando-se gradualmente desde o primeiro ao último elemento
- criando segmentos que acompanham uma linha desenhada de forma livre, igualmente controlados na sua forma, espaçamento e tamanho, usando a ferramenta *Brush*; esta opção

adapta-se especialmente ao desenho de elementos segmentados, tais como as antenas de insectos ou, como no presente caso, os raios segmentados das barbatanas.

Para melhor edição futura procurou-se gerar *paths* fechados e com o menor número possível de pontos de ancoragem. Como resultado, obteve-se um conjunto de vectores que poderão ser reutilizados, quer para auxiliar a criação de ilustrações coloridas, quer para criar desenhos a linha simples.



Figura 11.1. Criação automatizada de elementos repetitivos, nomeadamente os espinhos da barbatana dorsal (cores falsas para melhor visualização) e os raios segmentados da barbatana caudal, usando as diferentes ferramentas.



Figura 3.2. Vetorização dos vários segmentos e imagem vectorial terminada com linha simples.

Rasterização dos vectores (Figura 4) em imagens de píxeis (*fill*), cada elemento em *layers* separadas e criação de volume na imagem base: aplicação de sombras, brilhos e cores a cada segmento com ferramentas básicas (*round soft brush* e *smudge finger*); pintura dos olhos e das zonas sem escamas (pintura direta, apenas com pincéis); criação dos volumes dos raios das barbatanas através de *layer styles*.



Figura 4. Preenchimento dos elementos com cores em *layers* separadas e pintura dos mesmos.

Criação da textura das escamas (Figura 5) através de *layers* de efeitos especiais (*blending modes* e *layer styles*): cada escama individual foi desenhada numa *layer* separada, seguindo o padrão encontrado anteriormente, e foi-lhe dado um efeito de volume (brilho e sombra) através do *layer style* “*emboss*”; a totalidade das escamas foi depois fundida (*merged*) numa única *layer*, com um *blending mode* “*overlay*”.



Figura 5. Texturização das escamas.

Resultados

A ilustração ictiológica final (Figura 6) cumpre todos os requisitos iniciais e mostra ser adequada para as metas propostas. A arte final foi concluída em 60 horas e como na sua construção se criaram padrões editáveis, estes poderão ser facilmente adaptados a outros arquétipos ictiológicos representativos de espécies diferentes. O fluxograma de passos foi validado e constituirá a metodologia a seguir nas restantes espécies de ictiofauna.



Figura 6. Ilustração final

Discussão e Conclusão

Para a ilustração de peixes (a maioria das espécies a ilustrar neste projeto) a ilustração digital apresenta-se como uma técnica rápida, conveniente, reprodutível, versátil e com resultados finais excelentes. O isolamento de cada segmento permite uma reconfiguração posicional destes dentro de uma mesma vista (por ex. com a boca fechada ou aberta), o que permite a obtenção de múltiplas imagens diferentes, adaptadas a várias realidades (a nadar, a alimentar-se, etc.) a partir de um único modelo 2D (prefigurando o conceito de ilustração científica dinâmica; Fernando Correia, 2016, comunicação pessoal). O resultado final é verosímil, foi validado cientificamente e permite assumir-se como representativo de uma identidade taxonómica — a espécie. A ilustração digital tal como aqui equacionada mostra ser uma solução técnica adequada às necessidades e ao ritmo de trabalho vertiginoso exigido a um projeto deste tipo. Comprova-se assim que a metodologia digital desenvolvida por Fernando Correia e replicada neste projeto mostra ser a solução mais adequada, flexível e adaptável, mostrando-se versátil e económica. Confirma-se ainda que a introdução do Adobe Illustrator na fase de vectorização (enquanto complemento do APS, uma ferramenta pouco apropriada à manipulação de vectores) acelerou consideravelmente o processo, produzindo uma imagem vectorial de grande qualidade e pronta a ser utilizada em outras vertentes além da ilustração tonal realista (maximizando as aplicações futuras do modelo 2D assim criado).

Referências

1. CERVEIRA, Câmara Municipal de Vila Nova de. **Aquamuseu do Rio Minho**. Disponível em: < <http://aquamuseu.cm-vncerveira.pt/pages/459> >. Acesso em: 17 abril 2016.
2. BARROCAS, Cláudia; Correia, Fernando. **Ilustração Entomológica – um método, duas técnicas em comparação**. Livro de Resumos SciCom Pt, Lagos 2015
3. COUNCIL, Invasive Species. **A strategy for dealing with invasive species in Australia**. Disponível em: < <http://invasives.org.au/strategy-invasive-species-australia/> >. Acesso em: 19 abril 2016.
4. EUROPEIA, Comissão. **Espécies Alóctones Invasivas**. Natureza e Biodiversidade, 2010. Disponível em: < <http://www.icnf.pt/portal/agir/sab-mais/exotic> >. Acesso em: 16 abril 2016.
5. PEREIRA, Leonel; CORREIA, Fernando. **Macroalgas Marinhas da Costa Portuguesa - biodiversidade, ecologia e utilizações**. 1. Ed. Nota de Rodapé Edições, 2015
6. CORREIA, Fernando J. (2013). **Desenho Científico — o outro lado da comunicação científica/Scientific Illustration – the other side of scientific communication**. Linha do Horizonte, n3; Faculdade de Arquitectura/FAUTL. p. 18-53

ESPÉCIES AQUÁTICAS EXÓTICAS INVASORAS (EAEI) DO RIO MINHO

A ilustração científica como ferramenta para a sensibilização e educação

Claudia BARROCAS¹, Carlos ANTUNES² e Fernando CORREIA¹
¹Laboratório de Ilustração Científica, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago
 3810-103 Aveiro, Portugal (claudia.barrocas@ua.pt)
²Aquarium do Rio Minho, Parque de Lazer do Castelo, 4920-290 Vila Nova de Cerveira, Portugal.

INTRODUÇÃO

Consideram-se como EAEI qualquer espécie não autóctone (alóctone) que tenha sido introduzida num ecossistema aquático onde não se encontraria originalmente, geralmente por intervenção humana, intencional ou não. Com elevado poder competitivo e na ausência dos seus predadores normais, acabam por se estabelecer, proliferando rapidamente. Isto tem consequências desastrosas para as espécies nativas, fragilizando os ecossistemas e prejudicando as atividades humanas (pesca, aquacultura, turismo e outras indústrias) delas dependentes, acabando por atingir o ambiente, a economia e até a saúde pública. É imperioso promover o conhecimento e a literacia científica, como medida para prevenção e combate, sendo esta o objetivo maior que alça este trabalho.

Sendo que as comunidades piscícolas ainda sentem dificuldades na gestão deste tipo de conhecimento, é necessário desenvolver produtos de apoio, divulgação e sensibilização (posters, flyers, desdobráveis e/ou websites ou outras aplicações informáticas), destinados ao público escolar, bem como à sociedade local e regional. Dado o baixo índice de literacia, principalmente Científica, torna-se necessário recorrer à imagem para melhor comunicar.

Dada a especificidade deste projeto, entendeu-se que devia integrar os trabalhos conducentes a defesa de Mestrado em Biologia Aplicada, especialização em Ilustração Científica. A base deste trabalho serão ilustrações científicas que permitam a identificação das espécies, incluindo os vários estádios do ciclo de vida e habitat, tornando-as claras e acessíveis aos público-alvo a que se destinam — isto é, funcionais e úteis, nesse propósito.

O desenho científico é caracteristicamente funcional e didático. Tem como função clarificar, de forma mais imediata e objetiva, realidades observadas e/ou conceitos mais abstratos (interpretativos ou imaginativos, como diagramas ou gráficos), todos eles sediados em resultados obtidos através de uma experimentação sistemática e reproduzível. A imagem assim construída proporciona uma descrição visual do objeto de estudo, podendo chegar ao mais ínfimo detalhe microscópico (como as cerdas e as pontuações) ou ultramicroscópico (células e estruturas intracelulares), adquirindo valor documental. Realizada em meios tradicionais (analógicos) ou digitais, a ilustração científica proporciona uma explicação visual estrategicamente sintética e especificamente planeada para um determinado público-alvo, procurando assim facilitar a compreensão e assimilação da mensagem nela codificada. Os padrões pelos quais se rege são: fidelidade, a objetividade, a simplicidade, a honestidade e a credibilidade. A escolha do método recai quase sempre na técnica mais expedita, capaz de produzir os melhores resultados com o mínimo de investimento possível (em tempo, em recursos logísticos e humanos interventivos para a materialização da ideia ou modelo teórico em imagem).

Na procura de uma metodologia e método de trabalho que melhor respondam às necessidades do projeto em causa, elegu-se a técnica digital como a que melhor responde a este desafio onde o tempo é elemento crucial. Para ensaiar as técnicas a utilizar na ilustração das EAEI fez-se uma ilustração de um

O processo de validação científica é feito pela equipa do Aquamuseu do Rio Minho (Vila Nova de Cerveira, Portugal) e espera-se que o trabalho finalizado, integrado numa peça comunicacional (poster), constitua uma peça vital na promoção e sensibilização das populações para a necessidade de conhecer e preservar a fauna autóctone dos importantes habitats do Rio Minho, diferenciando-a assim daquela que foi introduzida.

Espécies a ilustrar

- | | |
|---|--|
| Peixes: | Moluscos: |
| Truta arco-íris (<i>Oncorhynchus mykiss</i> , adulto, juvenis, ovos, habitat), | Amêijoas açúlicas (<i>Corbicula fluminea</i> , adulto, juvenis, ovos, habitat), |
| Peixe-dourado (<i>Carassius auratus</i>), | Mexilho-zebra (<i>Dreissena polymorpha</i>), |
| Carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i>), | <i>Pisylla acuta</i> (adulto, juvenis, ovos, habitat), |
| Gambúzia (<i>Gambusia holbrooki</i>), | <i>Potamopyrgus antipodorum</i> . |
| Góbio ibérico (<i>Gobio isizanus</i>), | Crustáceos: |
| Perca-sol (<i>Lepomis gibbosus</i>), | Lagostim vermelho americano (<i>Procambarus clarkii</i>) |
| Achigá (<i>Micropterus salmoides</i>), | Caranguejo-peleto-chinês (<i>Procambarus sinensis</i>). |
| Tenca (<i>Tinca tinca</i>), | Plantas: |
| Perca europeia (<i>Perca fluviatilis</i>), | Elodea comum (<i>Elodea canadensis</i>) |
| Lúcio-perca (<i>Stizostedion lucioperca</i>), | Siluro europeu (<i>Silurus glanis</i>). |
| Lúcio (<i>Esox lucius</i>), | |
| | Mamíferos: |
| | Vaon-americano (<i>Mustela vison</i>). |

METODOLOGIA, MÉTODOS E TÉCNICAS

Metodologia

Todas as ilustrações, na procura da criação do modelo/arquétipo que represente a espécie, serão executadas com base no estudo (medições, contagens, etc.) de espécimes vivos e/ou preservados, graças ao acesso ao património vivo (espécimes) e ao acervo do Aquamuseu (fotografias, esquemas, textos). As ilustrações e todo o restante material gráfico serão realizados em técnica digital (Adobe Photoshop e Adobe Illustrator) e com o auxílio de uma mesa digitalizadora Wacom, procurando encontrar-se uma metodologia que agilize o fluxo de trabalho e maximize as futuras utilizações do material produzido.



Figura 1 Obter referências visuais, a partir de espécimes vivos e/ou preservados, ou de fotografias de boa qualidade, posteriormente contrastadas com descrições detalhadas e ilustrações já existentes da espécie, para permitir consolidar e fundamentar cientificamente a observação que sustentará a criação do arquétipo em desenho preliminar.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Para a ilustração de peixes (a maioria das espécies a ilustrar neste projeto) a ilustração digital apresenta-se como uma técnica rápida, conveniente, reprodutível, versátil e com resultados finais excelentes. O resultado final é verosímil, foi validado cientificamente e pode assumir-se como representativo de uma identidade taxonómica — a espécie.

Figura 2 O desenho preliminar é o ensaio gráfico onde se define a pose e a normalidade que melhor transmitam o máximo de caracteres diagnósticos capazes de alcançar a taxonomia e proporcionar a identificação do espécime. O padrão das escamas (malha/grafia para cartografia de escamas) foi estudado e planeado para facilitar a localização espacial, o seu dimensionamento e modelação do seu formato nas diferentes partes e volumetrias corporais.

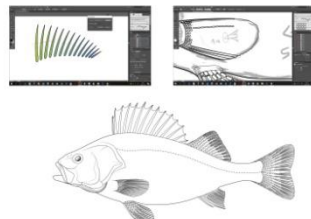


Figura 3 Criação automatizada de elementos repetíveis, nomeadamente os espinhos da barbatana dorsal (como feitas para melhor visualização) e os raios segmentados da barbatana caudal, usando como complemento as diferentes ferramentas vetoriais do Adobe Illustrator.



Figura 4 Rasterização dos vetores em imagens de pixels (Rt), cada elemento em layers separadas, e criação de volumes na imagem base; aplicação de sombras, brilhos e cores a cada segmento com ferramentas básicas (round soft brush e smudge finger); pintura dos olhos e das zonas sem escamas (pintura direta, apenas com pencil); criação dos volumes dos raios das barbatanas através de layer styles.



Figura 5 Criação da textura das escamas através de layers de efeitos especiais (blending modes e layer styles); cada escama individual foi desenhada numa layer separada, seguindo o padrão encontrado anteriormente, e ficou dando um efeito de volume (brilho e sombra) através do layer style "emboss"; a totalidade das escamas foi depois fundida (merged) numa única layer, com um blending mode "overlay".

A ilustração digital tal como aqui equacionada mostra ser uma solução técnica adequada às necessidades e ao ritmo de trabalho vertiginoso exigido a um projeto deste tipo. Comprova-se assim que a metodologia digital desenvolvida por Fernando Correia e replicada neste projeto mostra ser a solução mais adequada, flexível e adaptável, mostrando-se versátil e económica.

Confirma-se ainda que a introdução do Adobe Illustrator na fase de vetorização (enquanto complemento do APS) acelerou consideravelmente o processo, produzindo uma imagem vetorial de grande qualidade e pronta a ser utilizada em outras vertentes além da ilustração tonal realista (maximizando as aplicações futuras do modelo 2D assim criado).



Figura 6 Arte-final concluída.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERVEIRA, Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira. Disponível em: < <http://aquamuseu.cm-vnccerveira.pt/pages/459> >. Acesso em: 17 abril 2016.

BARROCAS, Cláudia; CORREIA, Fernando. Ilustração Entomológica — um método, duas técnicas em comparação. Livro de Resumos SciCom PL, Lagos 2015.

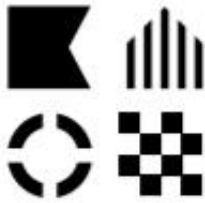
COUNCIL, Invasive Species. A strategy for dealing with invasive species in Australia. Disponível em: < <http://invasives.org.au/strategy-invasive-species-australia/> >. Acesso em: 19 abril 2016.

EUROPEIA, Comissão. Espécies Alóctones Invasivas. Natureza e Biodiversidade, 2010. Disponível em: < <http://www.icrf.pt/portugal/agricultura-mais/evexic/> >. Acesso em: 16 abril 2016.

PEREIRA, Leonel; CORREIA, Fernando. Macroalgas Marinhas da Costa Portuguesa - biodiversidade, ecologia e utilizações. 1ª. Ed. Nota de Rodapé Edições, 2015.

CORREIA, Fernando J. (2013). Desenho Científico — o outro lado da comunicação científica/Scientific Illustration — the other side of scientific communication. Livro do Horizonte, n.3, Faculdade de Arquitectura/FAUTL, p. 18-53.





Texturing patterns in organic models: 2D digital methods for the creation of scales

Cláudia Barrocas¹ and Fernando Correia²

claudiabarrocas@hotmail.com

[Ilustração / Illustration]

Keywords

Scientific Illustration,
Digital Illustration, Adobe
Photoshop, Scales.

Abstract

The reproduction of scales in the context of Scientific Illustration poses a technical challenge of high complexity and typically slow execution. A digital method was developed to illustrate the texture of scaly animals which is functionally expeditious, scalable and adaptable, efficiently using the computer's resources.

1. Introduction

Scientific Illustration (SI) is an integral part of the scientific discourse, providing a visual explanation beyond what can be deduced from words, aiding the comprehension of non-immediate and complex information and contexts. The main function of SI is, therefore, essentially utilitarian: to inform, explain and instruct - in short, to communicate by using non-polysemic visual models. The biggest requirement lies, therefore, in the production of highly detailed, scientifically correct images, honest in their interpretation of the reality they are conveying. Realized through traditional (analogical) or digital media, the SI provides a strategically synthetic and planned visual explanation aimed at a certain target audience, facilitating the assimilation of the message coded in it. The standards it follows are: fidelity, objectivity, simplicity, honesty and credibility. The medium of choice is one that's the most expedite and capable of producing the best results with the minimum possible investment in terms of logistic and human resources, as well as in time spent in materializing the idea into image ([2],[3],[4],[5]).

The scales found in organic models pose a problem of high complexity, given the demand for realism, accuracy and precision that are expected of a scientific illustration. Scales form patterns that can be split into two levels: a) texture or volume, imposed by the minute elements that must be organized and adapted to the volume/form or function and b) differential or non-volumetric coloration presented directly on the surface of the scale and/or groups of scales. The greatest complexity lies in the first order pattern, governed by the type of distribution of the repetitive unit of vertebrates' integumentary or cutaneous system (most fish, reptiles, birds' feet). This distribution can be modeled (linearly or other) or random, but the shape, volume and dimensions are sufficiently regular and constant to allow the creation and projection of a tegument model for the bi-dimensional representation of zoological illustrations [7],[9]).

Digital techniques in Adobe PhotoShop, through the possibility of mechanizing the workflow and programming the automation of small repetitive tasks, are well adapted to the creation of this kind of pattern quickly, a valuable factor when it comes to creating scientific illustration with editorial purposes. The replication of volume effects through the emulation and real time renderization of volumetric effects (*layer styles*) doesn't harm the precision and quality of the end product, which would otherwise result in a most undesirable waste of time ([1],[6],[8]).

This study's goal was to develop a methodology for creating scaly organic models using expedite as well as scalable and adaptable methods for the illustration of scaly animals. The initial idea came from observing ceramic covered surfaces with different topographies: rooftops with interlocking and overlapping roof tiles, and greco-roman mosaic pavements. Two reptiles were then selected with different shapes and covered with two different types of scales, which led to the creation of two different approaches:

- A.the false smooth-snake (*Macroprotodon cucullatus*), with cylindrical volume and covered in roof tile-like scales;
- B.a lizard, specifically (*Chamaeleo chamaeleon*), with flattened volume and covered in mosaic-like scales.

2. Methodology

Roof tile type scales completely cover the skin and always contain overlapping areas from their medial or distal portions, which limit the external exposed areas. In the case of fish only a very small portion of the distal end of the scale is visible, with the rest hidden under the adjacent scales, while in snakes the overlap is more reduced though still very obvious; in both cases there is a need to individualize each and every single scale into isolated layers, as a way to guarantee that the necessary overlap is respected.

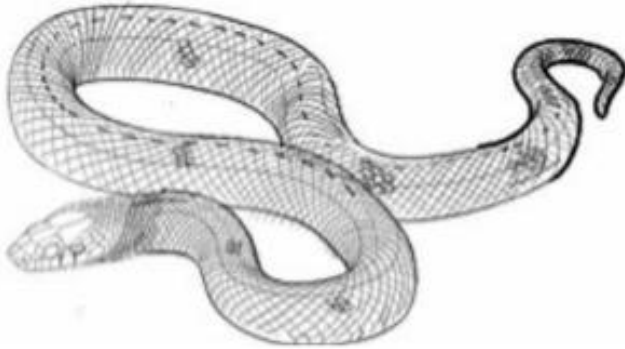
Mosaic type scales don't overlap each other, appearing entirely surrounded by a narrow band of naked skin. For that reason, the construction of this kind of pattern uses a smaller number of layers since several groups of layers can be renderized in a single layer. These clusters of scales can be sorted according to their shape and/or dimensions so they can later be duplicated and distributed in the area to be covered (*patchwork*) (Fig.1).

Fig. 1. *Macroprotodon cucullatus* and *Chamaeleo chamaeleon*
© Benny Trapp



Roof tile-like scales

Fig. 2. Sketch with scale pattern.



1. *Modeling of the distribution pattern (grid)*: Draw a sketch that models the fitting and distribution pattern of the scales, all along the body and already adapted to the volumetrics, using photographic references and/or other documents (literature) for comparison (Fig.2).

2. *Categorizing*: Draw one to several “base scales” according to the previously identified and determined typology (each “cell” in the grid) during the initial study (categorizing), creating a systematized library of base-scales (*master*). Create “edge-scales” to use in areas where the curvature of the body causes deformations of the 2D visualization of the scales (contours) or wherever the scales radically change shapes (like in the belly of the snake, for example) (Fig.3).

3. *Topography*: Create shadows and highlights that characterize the topography of each of the base-scales, through direct painting (definitive method) or by using *layer styles* to create the same effect in a non-permanent way (dynamic method). One option that can be used with either method is the *drop shadow* which creates a projected shadow (cast shadow) under the opaque object drawn on that layer which interacts with the underlying layers – enhancing the volume and individuality of the overlapping scales. Use ONLY a grayscale code (white for highlights, black for strong shadows, medium grays for neutral tones) (Fig.3).

Fig. 3. Topography of the individual scales (*layer style*) and their placement according to the established pattern.



4. *Placing Scales*: Import the *layer style* for each of the categorized base-scales. Duplicate the layers of these scales, carefully choosing those that match the body volume in shape and dimension, and place them within the grid. In order to save the computer's resources and improve the speed of processing the styles can be added only after duplicating all the scales. Position the new scales in each cell of the

grid, making sure that the order of the layers matches reality (such that a caudal scale isn't wrongly placed over a cranial scale) (Fig.4).

5. *Effects*: After completing the volumetric pattern of the scales these shall be placed in a *group* and a *blending mode* of the “contrast family” (*overlay, soft light, hard light, vivid light, linear light, pin light or hard mix*) is chosen for this group, checking the effects produced by the interaction of the various *blending modes* and the transparency of the group until the desired result is achieved. Only when no further changes are needed on the individual scales can the group be *merged* to free up the computer's resources. It is advised to save a backup file with the individual scales still intact before proceeding with the merge (Fig.4).

6. (Optional) All the pixels created by *layer styles* such as *drop shadow* or *outer glow* can be visually removed by use of *masks* applied to the offending *layers* or groups of layers. A quick and effective way of achieving this is using the original set of scales (before the merge), clearing all of their *layer styles* (select all, *clear layer style*), merging the group, selecting the pixels of the resulting layer (“*select pixels*”) and using the selection to create a mask that will remove all the shadows that fall outside of the animal’s edge (Fig. 5).

7. *Finishing*: To add color to the picture a base *layer* is created and on it the chromatic combination that makes the non-volumetric pattern is painted; the scales will be applied over this layer or layers (step 6). Finally, over all the other layers, a new general volume layer is created that will affect all of the colors and scales underneath (using a grayscale with a *blending mode* similar to the one used in the scales). The scale textures work independently from the colors and volumes so that one can be edited without changing the others (Fig. 6).

Mosaic-like scales

1. *Modeling of the distribution pattern*: Draw a sketch that shows the fitting and distribution of the generic scales as well as all those with diagnostic value (in this case, the wide head scales, the tubercles or spikes in the body), always adjusting for the volumetrics that should be rendered in studies of light and shadows (Fig. 7).

2. *Categorizing*: Similar to what was already described for the roof tile-like scales.

3. *Topography*: In a new layer paint a series of discrete spots, in 50% gray, each corresponding to the area of one scale, making sure

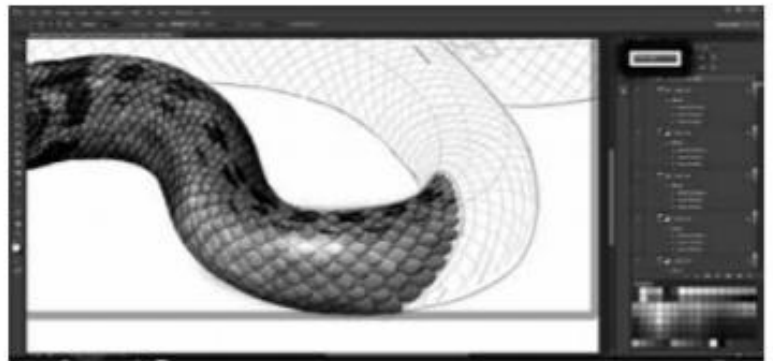


Fig. 4. Finishing the patterning and changing to an adequate *blending mode*.

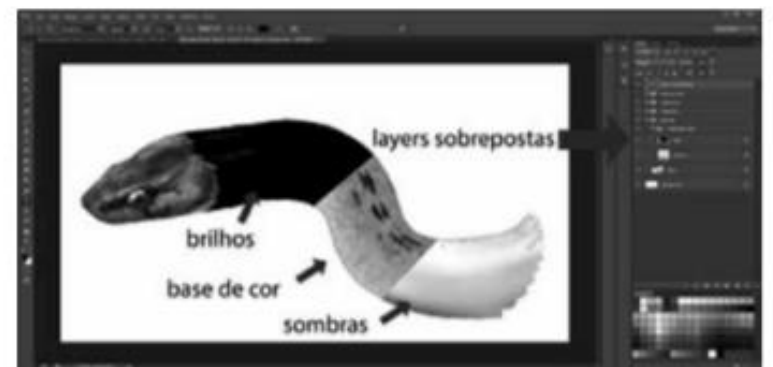
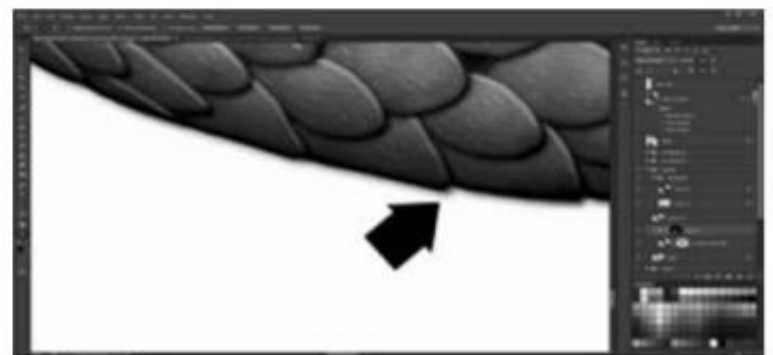


Fig. 5. Correcting the shadows created by the *layer styles*.

Fig. 6. Creation of the highlights and shadows layers to be placed over the texture base.



Fig. 7. Sketch with patterning of the important head scales and guidelines of the generic scales.

they are isolated and far enough from each other (respecting the natural portion of naked skin found between scales). Once a few neighboring test scales are created, a *layer style* is applied to the layer to create a volume similar to what is seen in nature. Try to achieve the shadows and highlights that mimic the volumetrics of the scales being replicated (options within the *emboss* category). Very protruding scales may benefit from a *drop shadow* style, which creates a shadow cast onto the body. Ensure that the space between the scales is big enough to avoid interference (too little separation causes a “fusion” of the neighboring areas) and adjust as needed; a spacing of 4 to 6 pixels is usually enough but it varies. The spacing must be maintained for all the scales within the same layer (Fig. 8).

Fig. 8. Group of a few scales to test the *layer style*.

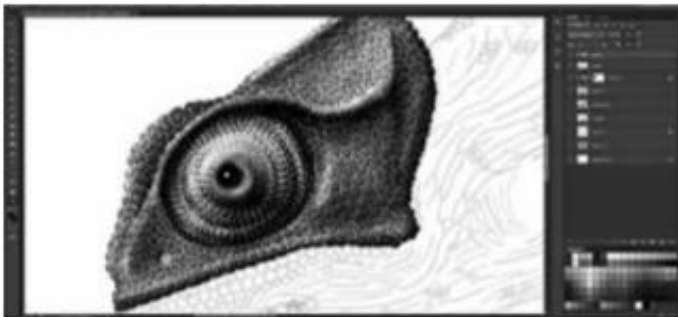


Fig. 9. The whole area was covered with hand drawn scales.

computer resources and improve the speed of processing, the styles not being actively used can be temporarily hidden. (Fig. 9).

5. *Patterning*: Whenever the target pattern is somewhat linear (ideally the guidelines would have been included in the sketch) a brush can be created with the shape of a typical scale through the option “*create brush preset*”; after adjusting the spacing and other properties in the brush palette, the automatically generated scales can be applied by drawing along the guidelines. Check if the minimum spacing between neighboring scales is being maintained. Any errors can be erased and repeated, if necessary by hand painting (Fig. 10).

6. *Effects*: After completing the volumetric pattern of the scales these shall be placed in a group and a *blending mode* of the “contrast family” (*overlay, soft light, hard light, vivid light, linear light, pin light* or *hard mix*) is chosen for this group, checking the effects produced by the interaction of the various *blending modes* and the transparency of the group until the desired result is achieved. Only when no further changes are needed on the individual scales can the group be merged to free up the computer’s resources. It is advised to save a backup file with the individual scales still intact before proceeding with the merge (Fig. 11).



Fig. 10. Creation of scales through customized brushes.

changes are needed on the individual scales can the group be merged to free up the computer’s resources. It is advised to save a backup file with the individual scales still intact before proceeding with the merge (Fig. 11).

7. (Optional) All the pixels created by layer styles such as *drop shadow* or *outer glow* can be visually removed by the use of masks applied to the offending layers or groups of layers. A quick and effective way of achieving this is creating an empty mask on one of the scales layers (before merging), select the pixels, invert the selection and, on the previously created mask, use the selection to erase all the cast shadows that fall outside of the animal's edge. (Fig. 12).

8. *Finishing*: To add color to the picture a base layer is created and on it the chromatic combination that makes the non-volumetric pattern is painted; the scales will be applied over this layer or layers (step 6). Finally, over all the other layers, a new general volume layer is created that will affect all of the colors and scales underneath (using a grayscale with a blending more similar to the one used in the scales). Basically, the scale textures works independently from the colors and volumes so that one can be edited without changing the others (Fig. 13).

3. Results

Both of the developed methodologies for depicting scales have shown great potential and adequacy for the illustration of a wide variety of scaly animals. The main advantage is the dynamic editing of these textures and their independence from the volumetric construction and color/patterning attribution. Another advantage is that the editable patterns can be easily reused and constructively adapted for similar species. (Fig. 14).

4. Discussion and Conclusion

Digital illustration, along with the methods created and developed here, is shown to be perfectly adapted to the stringent requirements and intense workload that are typical of editorial scientific illustration. The advantages of this technique have shown that it is extremely suitable for rigorous representation, and provides a high level of detail that is required for the creation of archetypes of this group of vertebrates, which are expected to represent the species, not only as a visual aid to diagnosis, but also for identification.

Digital techniques (especial Photoshop because of the versatility of its brushes and automated effects) allow us to create illustrations of large size and high detail, without spending any of the materials used up by traditional techniques, and in a shorter time. The technique suggested here provides a simple and quick way of creating scales that would otherwise

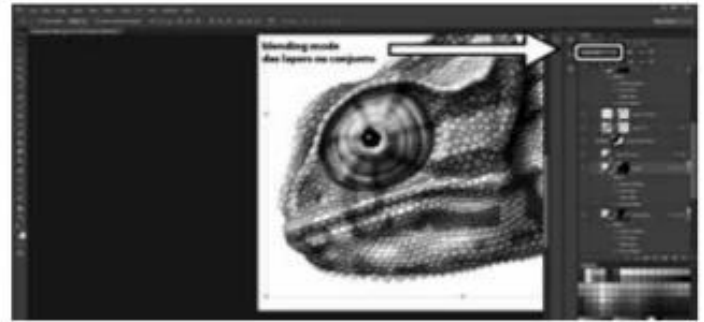


Fig. 11. Finishing the patterning and changing to an adequate blending mode.



Fig. 12. Correcting the shadows created by the layer styles.

Fig. 13. Creation of the highlights and shadows layers to be placed over the texture base.

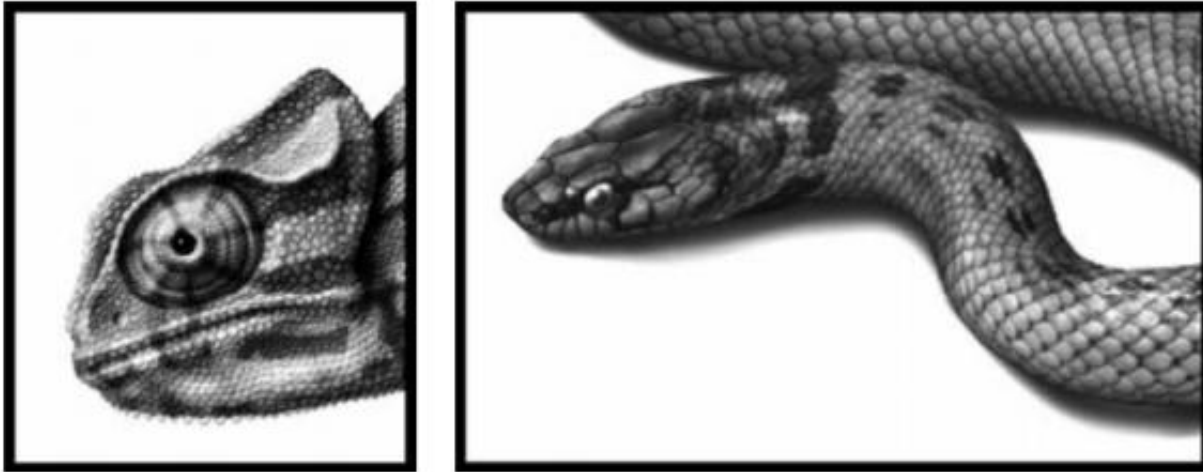


Fig. 14. Final illustrations of *Macroprotodon cucullatus* and *Chamaeleo chamaeleon*.
© Cláudia Barrocas & Fernando Correia

be painstakingly slow to digitally paint one by one. There is not a single traditional technique that can recreate scales with this amount of detail and in the timescales demanded by scientific illustration, not to mention with the option to change colors or patterns at any moment; the traditional technique that comes the closest to achieving these goals is gouache (tempera paint) but it requires working areas several times bigger than intended (so that details improve when shrinking the image), which requires even more time and materials. The degree of detail, flexibility and speed attainable with digital techniques make it an extremely attractive option for editorial scientific illustrators.

The flexibility of this method is most relevant, since the described proceedings can be imported and adapted to other specimens within the same species (creating figurative diversity, for example, in building an entire school from a single fish), to other similar species (for instance, within the same genus of chameleon) and even to unrelated groups with analogous integuments, from vertebrates (pangolin) to invertebrates (such as the wings of a Lepidoptera).

The technique explored here can even be adapted for use in other areas of scientific illustration to represent many different structures and natural patterns: feathers and hair can be created with a simple drop shadow effect, tree trunks can be made through emboss effects equipped with extra textures, thin arthropod segments (such as antennae) can be quickly and easily rendered and even cellular patterns can be created in a few minutes.

For the illustration of scaly integuments 2D digital illustration proves to be a reproducible and versatile technique, dynamically adaptable to different forms/volumes, with convincing, rigorous and quick results. The editable patterns of scales and the possibility of changing the underlying colors and patterns allow for the creation of multiple images from a single original model. The end result is true to the natural specimens, faithfully replicating reality and compiling within itself more information that could ever be achieved through, for example, a photograph.

5. References

1. Barrocas, C., Antunes, C., Correia, F.: Espécies Aquáticas Exóticas Invasoras no Rio Minho - A Ilustração Científica na Sensibilização/Educação de Setores Económicos Primários. Anais do 5º Encontro Brasileiro sobre Ilustração Científica (5º EBIC). Florianópolis/SC, Brasil (2016)
2. Barrocas, C., Antunes, C., Correia, F.: Espécies Aquáticas Exóticas Invasoras no Rio Minho - A Ilustração Científica Como Ferramenta Para a Sensibilização e Educação. VIII Simpósio Ibérico Sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Minho, Vila Nova de Cerveira. (2016)
3. Barrocas, C.; Correia, F.: Ilustração Entomológica - Um Método, Duas Técnicas Em Comparação. Congresso de Comunicação de Ciência - SciCom Pt, Lagos, Portugal. P. 70 (2015)
4. Correia, F.: Desenho Científico — O Outro Lado Da Comunicação Científica/Scientific Illustration - The Other Side Of Scientific Communication. *Linha do Horizonte*, n3: 18-53. (2013)
5. Correia, F.: A Arte da Técnica. *Advanced Photoshop (APS) Arte digital*, nº 11:30 (2008)
6. Correia, F.: Reciclar - Do Velho Fazer Novo. *Advanced Photoshop (APS)*, nº 11: 31-34 (2008)
7. Chang, C., Wu, P., Baker, R., Maini, P., Alibardi, L., Chuong, C.: Reptile scale paradigm: Evo-Devo, pattern formation and regeneration. *The International journal of developmental biology*. (2009)
8. https://help.adobe.com/archive/en/photoshop/cs6/photoshop_reference.pdf, accessed on May 2018
9. Hodges E, editor. *The Guild Handbook of Scientific Illustration*. Wiley Press. 2003.

Caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*), uma espécie invasora: sensibilizar para minimizar as consequências de uma introdução no Rio Minho

Barrocas, Cláudia¹, Antunes, Carlos² e Correia, Fernando¹

¹Laboratório de Ilustração Científica, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal; claudiabarrocas87@gmail.com

²Aquamuseu do Rio Minho, Parque de Lazer do Castelinho, 4920-290 Vila Nova de Cerveira, Portugal.

Resumo

A globalização tem promovido a introdução de vários tipos de organismos em áreas fora da sua área nativa. Algumas destas espécies introduzidas (exóticas) [1], graças a características intrínsecas que as dotam de um enorme potencial competidor pelos recursos locais [3], são capazes de estabelecer populações autossustentáveis adquirindo o caráter de invasoras.

As espécies exóticas invasoras (EEI) são uma das principais causas da perda de biodiversidade devido à sua capacidade para provocar danos nas espécies nativas e no meio ambiente [10]. Os ecossistemas de água doce têm sido especialmente afetados e depois de uma EEI se estabelecer numa área torna-se praticamente impossível de eliminar [13]. Embora várias destas EEI tenham sido introduzidas intencionalmente, outras surgiram acidentalmente, através das águas de lastro dos navios, ou associadas a plantas e animais ornamentais de aquário [11].

Uma das mais prejudiciais EEI é o caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*), que já se instalou em vários pontos da Europa e Estados Unidos [3]. Prevê-se que continuará a migrar e invadir toda a Península Ibérica, inevitavelmente chegando ao Rio Minho, caso não sejam implementadas medidas preventivas [5].

A sensibilização das populações locais, em especial da comunidade piscatória residente, para a problemática da introdução das EEI e do seu papel danoso para com o delicado equilíbrio destes ecossistemas fluviais e estuarinos, pode ser promovida através da criação de campanhas de consciencialização. Este é o objetivo maior deste trabalho, em colaboração com o Aquamuseu do Rio Minho (Vila Nova de Cerveira, Portugal), por forma a constituir uma peça vital na promoção das práticas de proteção dos recursos endógenos.

Estas campanhas de consciencialização e sensibilização pretendem comunicar novos conhecimentos e assim chegar à melhor forma de evitar que a espécie se venha a instalar e deteriorar este ecossistema já fragilizado, evitando também o prejuízo das indústrias de pesca locais [3]. Apresenta-se uma proposta para um póster, enquanto unidade comunicacional autónoma e de natureza predominantemente visual (tendo ilustrações científicas como parque imagético), dirigido aos pescadores locais, procurando alertá-los para a ameaça que este caranguejo representa para as suas atividades económicas e, simultaneamente, promovendo boas práticas de prevenção - sua introdução.

Palavras-Chaves: Espécies aquáticas invasoras; Caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*); Ilustração científica; Prevenção; Consciencialização/sensibilização; Unidade comunicacional

Introdução

Espécies exóticas invasoras

A globalização decorrente das atividades humanas, tem promovido a introdução de vários tipos de organismos em áreas fora da sua área nativa. Algumas destas espécies introduzidas (exóticas) são aí capazes de estabelecer uma população viável entre as comunidades nativas (alóctones). Algumas destas populações tornam-se autossustentáveis, migrando e colonizando novos nichos, adquirindo caráter de invasoras [13].

O carácter invasor deve-se às suas características intrínsecas que as dotam de enorme plasticidade ecológica e enorme potencial competidor pelos recursos locais como sejam uma grande tolerância às condições ambientais, gerações curtas, maturação sexual precoce, elevada fecundidade e plasticidade na dieta, e elevada capacidade de dispersão, aspetos que cumulativamente contribuem para a colonização bem-sucedida de novas áreas [3].

As espécies exóticas invasoras são uma das principais causas da perda de biodiversidade devido à sua capacidade inata para provocar danos direta e indiretamente nas espécies nativas e no meio ambiente [10]. Muitas destas foram introduzidas de forma intencional como é o caso das espécies piscícolas trazidas para fins de pesca desportiva e recreativa, consumo humano (aquacultura em viveiro) ou passatempo (criação em aquarofilia. No entanto outras foram introduzidas acidentalmente através das águas de lastro dos navios ou associadas a plantas e animais de aquário [11].

Os ecossistemas de água doce têm sido especialmente afetados pelas ocorrências destas espécies e os impactos daí decorrentes tendem a aumentar em crescendo, já que o número de espécies exóticas que aí se estabelecem não para de aumentar. Depois de uma espécie se estabelecer numa área, em termos ecológicos, torna-se extremamente difícil ou mesmo impossível de a remover ou eliminar, em termos logísticos, financeiros e ecológicos. Deste modo e com o objetivo de proteger a biodiversidade e minimizar custos torna-se assim bastante mais eficaz adotar uma postura preventiva [13].

A sensibilização das populações humanas locais, em especial da comunidade piscatória residente, para a problemática da introdução das espécies invasoras e do seu papel danoso para com o delicado equilíbrio destes ecossistemas fluviais e/ou estuarinos, pode ser promovido através da criação de produtos de apoio a campanhas de sensibilização e consciencialização, sejam eles destinados ao público escolar e/ou à sociedade em geral. Este é o objetivo maior deste trabalho, encetado em colaboração com o Aquamuseu do Rio Minho (Vila Nova de Cerveira, Portugal), por forma a constituir uma peça vital na promoção da proteção dos recursos endógenos, adotando medidas preventivas eficazes, e da sensibilização das populações para a necessidade de conhecer e preservar a fauna e flora autóctone que caracterizam importantes habitats do Rio Minho.

Uma das mais conhecidas espécies invasoras é o caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*), nativo do continente Asiático, mas que pode ser encontrado em vários pontos do hemisfério norte, sendo que a maioria das populações estabelecidas fora da sua área nativa estão distribuídas pela Europa e na costa oeste dos Estados Unidos [3]. Da análise dos modelos de distribuição deste crustáceo e dos seus comportamentos de

disseminação facilmente se prevê que este continuará a migrar e a invadir o continente Europeu enquanto existirem áreas com estuários adequados e temperaturas toleráveis, o que inevitavelmente acabará por incluir o Rio Minho, se não forem implementadas medidas preventivas adequadas [5].

Descrição do *Eriocheir sinensis*

A carapaça, de forma quadrangular, com uma largura entre 5 e 10 cm, e as pinças brancas, cobertas de cerdas semelhantes a pelos (especialmente densas nos machos adultos), são as principais características que distinguem este caranguejo de outras espécies de crustáceos europeus. A cor varia do amarelo ao castanho, mais raramente púrpura. Quando atingem 1 ou 2 cm de carapaça os machos e fêmeas podem ser distinguidos pela forma do abdómen que é redondo e largo na fêmea, mas afilado e estreito no macho. Ostenta quatro espinhos frontais bem marcados em cada lado da margem da carapaça e um entalhe localizado entre os olhos, flanqueado de cada lado por dois pequenos espinhos [6].

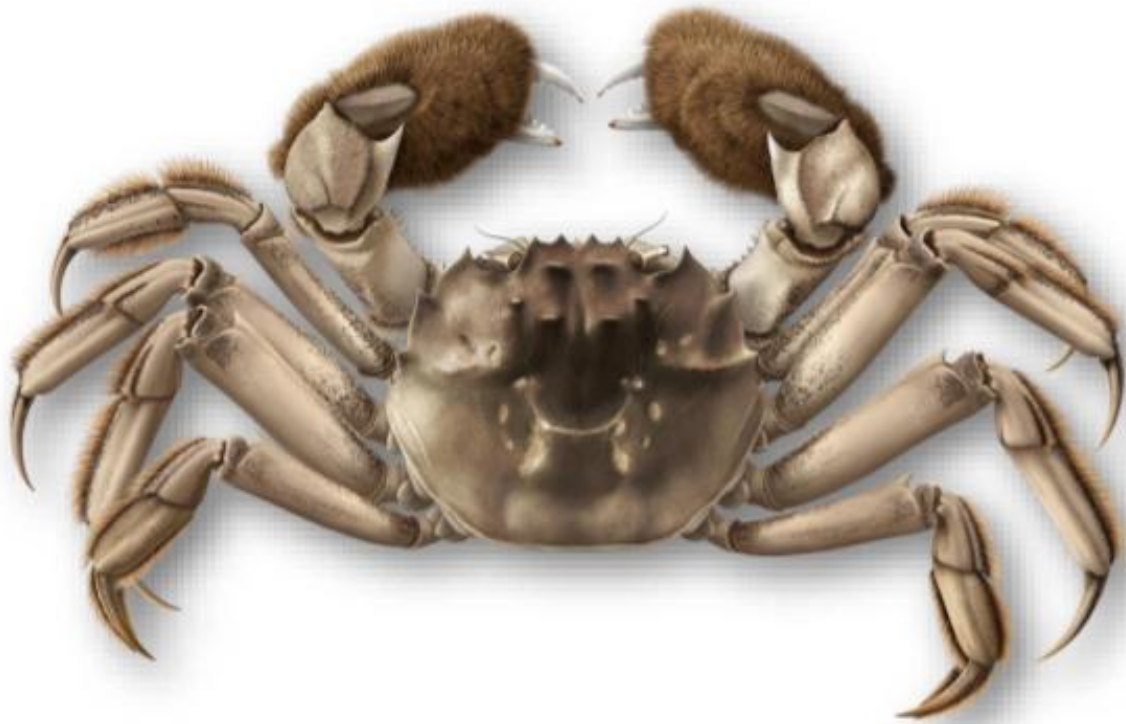


Fig 1. *Eriocheir sinensis* adulto.

Distribuição Nativa

Endêmico da região do Mar Amarelo, habita os rios, estuários e outros habitats costeiros nas regiões temperadas ou tropicais entre a Rússia e o Sul da China, a península da Coreia, Japão e Tailândia [8],[7].

Os caranguejos juvenis e adultos encontram-se numa grande variedade de habitats incluindo sistemas de água corrente (pequenos ribeiros, rios, canais) e lântica (lagos e lagoas), mesmo que as suas águas estejam poluídos. Conseguem sobreviver durante bastante tempo fora de água, 10 dias se dentro das suas tocas e em situação de seca, ou até 35 dias, se em campos húmidos [6].

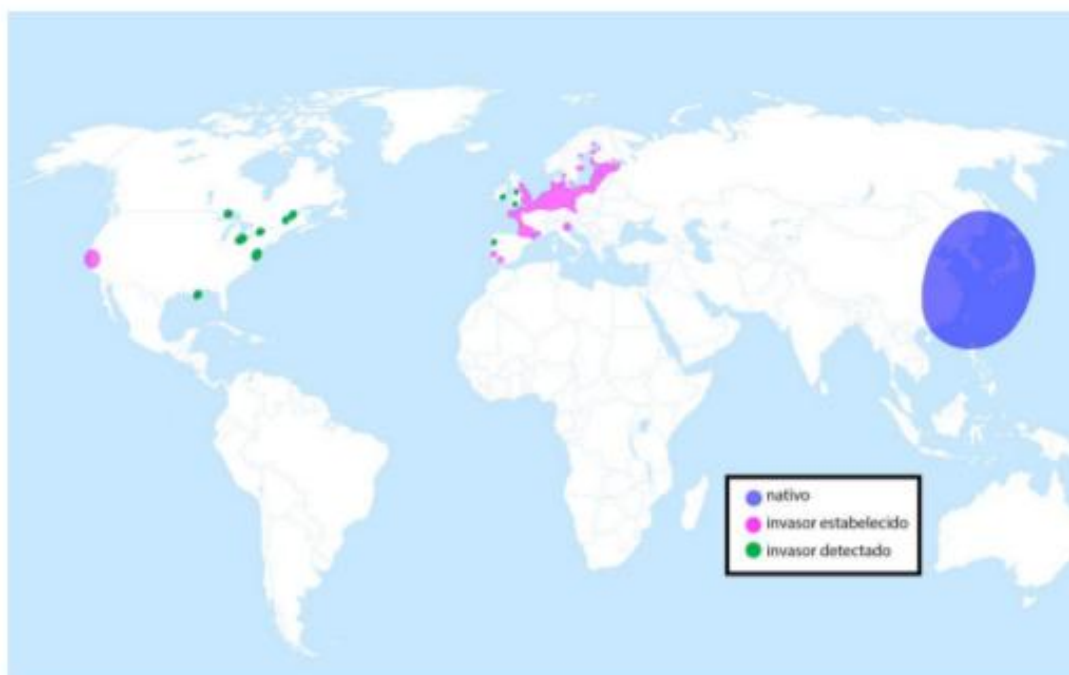


Fig.2 Mapa de distribuição do *E. sinensis*.

Biologia Reprodutiva

O *E. sinensis* tem um ciclo de vida invulgar. Trata-se de uma espécie eurihalina (que tolera uma vasta gama de salinidades) e catádroma que passa a maior parte da vida em água doce mas precisa de regressar ao mar para se reproduzir. Machos e fêmeas deslocam-se rio abaixo durante o final do verão e atingem a maturidade sexual já nos estuários. Os adultos são semelparos, ou seja, morrem depois de acasalarem uma única vez. Após eclosão, as larvas são planctónicas durante um ou dois meses [14] e o desenvolvimento larvar ocorre na zona da foz. Após a última metamorfose os juvenis já formados assentam no fundo e vão-se deslocando gradualmente para águas mais doces para completarem o ciclo de vida [1].

Idade e crescimento

O caranguejo-peludo-chinês tem uma longevidade de 1 a 5 anos, sendo que o limite máximo é condicionado pelo tempo necessário para atingir a maturidade reprodutiva, já que o caranguejo só se reproduz uma vez antes de morrer. As longevidades mais curtas

entre 1 e 3 anos ocorrem em populações de aquacultura no sul da china, enquanto no norte da europa, onde o clima é mais frio, o tempo até à maturidade pode chegar aos 4 a 5 anos. O tempo necessário para o desenvolvimento dos estádios larvares também é influenciado pela temperatura e salinidade da água, sendo que nenhuma larva sobrevive para lá do primeiro estágio em águas abaixo dos 9°C. Em condições experimentais o crescimento dos juvenis é interrompido abaixo dos 7° e acima dos 30°C, pelo que a temperatura ideal ronda entre os 20 e os 30°C [14].

Alimentação

O *E. sinensis* adulto é omnívoro mas os hábitos alimentares são diferentes nos estádios de desenvolvimento: as larvas alimentam-se de fito e zooplâncton, enquanto os juvenis de plantas e os adultos sobretudo de animais (ovos de peixe, macroinvertebrados). Têm um apetite voraz que atinge o seu pico durante a estação de crescimento entre Julho e Setembro. Normalmente alimentam-se à noite mas quando se aproxima da plenitude da maturidade sexual, onde impera um acumulo energético, também procuram alimento de dia [1].

Vias de introdução

Vias naturais

O *E. sinensis* tem um forte instinto migratório e desloca-se naturalmente para o mar para se reproduzir, percorrendo distâncias de até 1500 km, enquanto os juvenis migram no sentido inverso, para encontrarem água doce [1].

Uma vez estabelecidos num novo habitat, o caranguejo-peludo-chinês consegue invadir e colonizar corpos de água próximos, quer seja por transporte larval, quer pela migração de juvenis. Depois de eclodir em água salobra os estádios larvais vagueiam até distâncias consideráveis pelas águas costeiras antes de assentarem. Os juvenis metamorfoseados são capazes de efetuar longas migrações ativas em direção a montante, o que introduz o caranguejo em novos sistemas de água doce adjacentes àquele onde já se estabeleceram. Esta deriva natural terá sido responsável pela proliferação do *E. sinensis* pela Europa de Norte, durante o século XX [14].

Vetores Humanos

É largamente aceite que a proliferação mundial do caranguejo-peludo-chinês se deveu a atividades humanas (causas antropogénicas) e não a causas naturais. Identificaram-se várias formas de introdução (intencionais e não intencionais) que explicam a introdução e traslado desta espécie de caranguejo por todo o mundo:

- Transporte de adulto ou juvenis alojados nas incrustações dos cascos [14].

As comunidades que incrustam os cascos dos navios são geralmente compostas por espécies sésseis, muito embora e ocasionalmente as espécies móveis também podem aderir momentaneamente. Por exemplo, foram encontrados espécimes de *E. sinensis*

dentro de conchas vazias de cirrípedes sobre a superfície dos cascos de embarcações. A importação ilegal para os mercados também é frequente [2].

- Transporte de larvas ou juvenis com a água de lastro [14].

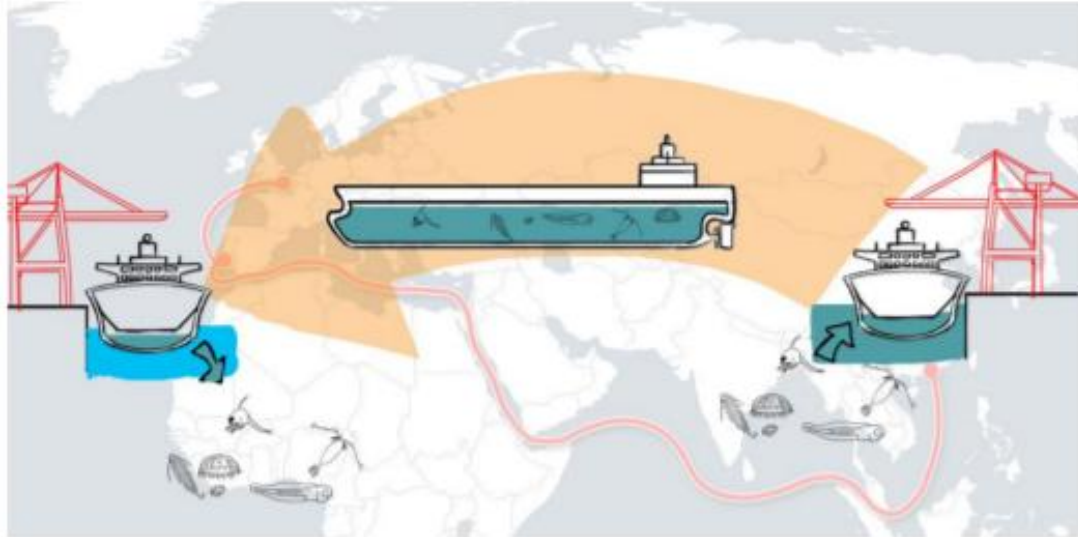


Fig 3. Introdução de espécies exóticas através do lastro dos navios.

Os navios comerciais são infames por transportarem organismos marinhos através das bacias oceânicas, nas águas com que enchem os tanques de lastro. Como consequência direta deste processo acabam por transportar larvas e caranguejos pós-larvares para qualquer parte do mundo, tanto das zonas originais como de outras já invadidas, mal as despejem ou permitam circulação de água onde aporte.

Há ainda a considerar outras vias:

- Transporte de adultos ou juvenis com produtos de pesca e de larvas na água de transporte de peixes vivos
- Fugas ou libertações de aquários públicos, privados ou de investigação
- Transferência intencional para criar um recurso alimentar [14].

No entanto é praticamente certo que a principal via de introdução do caranguejo-peludo-chinês foi a água de lastro dos navios. Apurou-se que o *timing* da invasão coincidiu com a mudança de lastro sólido (utilizado até então pelas frotas marítimas) para lastro de água do mar, nos navios europeus.

Depois de introduzido o *Eriocheir sinensis* mostra elevadas taxas de expansão, tanto pela costa, como pelo interior. No Reino Unido e Europa continental foram registadas taxas de expansão de 400km/ano ao longo da orla costeira, e de 50km/ano em sistemas interiores. Prevê-se que continue a expandir o seu território para sul e este [5].

Progresso da invasão

Introdução na Europa

Eriocheir sinensis fez a sua primeira aparição na Europa no início do século XX e a primeira explosão populacional, com relatos de milhões de juvenis a sair do mar e migrar por terra em direção a cursos de água doce, registou-se na Alemanha, em 1930 [1].

Depois de se estabelecerem na Alemanha, Países Baixos, Bélgica e França, a disseminação foi facilitada pela extensa rede de canais que liga os principais rios do Mar do Norte, Canal Inglês e costa atlântica da França. Em meados do século XX os caranguejos já tinham atingido o mar Báltico e sido detetados na Finlândia e Rússia. A expansão do caranguejo no Reino Unido foi lenta depois do primeiro relato no Tamisa nos anos 30 e não foi encontrado em números consideráveis, até aos anos 90. Só depois disso se começou a espalhar rapidamente por toda a bacia hidrográfica do Tamisa incluindo o rio Essex que entra pelo lado norte no estuário do Tamisa [5].

O primeiro relato de caranguejo peludo na América do norte surgiu em 1965, quando se encontrou um espécime num cano de recolha de água dos Grandes Lagos. Embora mais exemplares tenham sido encontrados na zona desde então, a população não parece ser ainda autossustentável [9].

Até à data a única população comprovadamente estabelecida na América do norte encontra-se delimitada à Baía de São Francisco, Califórnia. Ainda está por esclarecer se a introdução foi intencional, resultado de uma tentativa deliberada de estabelecer uma indústria pesqueira, ou se seguiu uma rota mais normal com a água de lastro a transportar larvas para a baía. Fosse qual fosse a rota de introdução, a partir dos anos 90 a população expandiu-se rapidamente mas não há ainda provas de que tenha estabelecido populações estáveis em mais nenhuma outra área, muito embora as condições sejam propícias à sua reprodução [5].

Presença Confirmada em Portugal

O estuário do Tejo assume especial relevância devido a tratar-se de um estuário com elevada diversidade de habitats e comportar um dos portos mais importantes a nível nacional, além de possuir diversas marinas de recreio com tráfego internacional significativo. Amostragens realizadas no estuário do Tejo confirmaram a presença significativa de *E. sinensis* nas zonas de menor salinidade do estuário e a sua ausência na região mais a jusante [3].

Limites à expansão futura

Não há dúvidas que o caranguejo-peludo-chinês vai continuar a espalhar-se pela Europa e América do norte. As limitações fisiológicas poderão impedir a expansão para leste em direção ao mar Báltico, essencialmente devido a fatores abióticos limitantes, como a baixa salinidade. No entanto a população deverá manter-se estável com a migração de adultos vindos do Mar do Norte. Nos Estados Unidos da América e no Canadá as baixas temperaturas juntamente com as características físicas dos estuários também deverão

limitar a proliferação a norte, pela costa oeste. Apesar de o *E. sinensis* ainda não ter atingido o hemisfério sul é muito provável que invada qualquer área onde se encontrem estuários adequados e se expanda por todas as zonas temperadas da África do Sul, Australásia e América do Sul. Tal perceção apoia-se no comportamento invasivo semelhante do *Carcinus maenas* que já foi introduzido na Austrália, África do Sul e América do Sul e continua a expandir-se nessas regiões. Por isso, excetuando o requisito adicional de acesso a rios adequados ao crescimento do adulto, não há qualquer razão para que o *E. sinensis* não invada também o hemisfério sul onde quer que as temperaturas sejam toleráveis [5].

Os caranguejos-peludos-chineses podem ser difíceis de detetar mesmo quando presentes. Ocorrem geralmente em águas rasas (menos de 6 metros de profundidade) em baías e estuários, bem como mais a montante em rios e ribeiros. Quando em água doce os caranguejos passam grande parte do tempo em tocas nas margens e debaixo de rochas [9].

Embora a presença de caranguejos reprodutores possa parecer impossível, é frequente as populações manterem-se confinadas a poucos efetivos populacionais, por muitos anos e em habitats de água doce, evitando assim a deteção, antes de se dar uma “explosão” populacional que subitamente os torna evidentes [12].

Hábitos daninhos

Sobre o habitat

Considerada uma das 100 “Piores Invasoras do Mundo” o impacto desta espécie torna-se mais óbvio durante as explosões populacionais [7].

Após a metamorfose e assentamento no fundo do estuário, o caranguejo-peludo-chinês juvenil procura abrigo entre seixos e pedras. Durante os anos seguintes migra lentamente rio acima, utilizando vários refúgios que estejam disponíveis. São notáveis escavadores, criando túneis nas margens macias dos cursos de água. Estes túneis podem chegar a um metro de comprimento e originam um depósito considerável de silte/limo nos fundos dos rios [5].

As margens dos rios protegem os terrenos adjacentes de inundações porque desviam e capturam o fluxo de água, por isso a erosão acelerada causada pelas tocas dos caranguejos podem ter consequências, tanto locais como mais abrangentes.

A continuação das escavações em margens recentemente colapsadas, juntamente com a ação das ondas, resulta na remoção contínua de sedimentos da margem. Os sedimentos removidos das margens aumentam a turbidez da água, o que afeta a qualidade da água e todo o ecossistema. Quando os sedimentos assentam no fundo cobre o habitat de muitos animais e plantas bentónicos; enquanto estão suspensos bloqueiam a luz solar para as plantas, obstruem as guelras dos peixes, reduzem o oxigénio dissolvido na água e depositam poluentes e metais pesados no rio [4].

Estas escavações são particularmente preocupantes em canais controlados por represas uma vez que o enfraquecimento ou destruição destas infraestruturas constitui uma séria ameaça às estratégias de controlo de inundações e abastecimento de água [6].



Fig 4. Erosão das margens acelerada pelas tocas de *E. sinensis*.

Sobre outras espécies:

O consumo de espécies nativas, incluindo macroalgas, invertebrados e peixes pode resultar numa redução significativa dos efetivos populacionais dessas espécies e até doutros crustáceos competidores deste caranguejo. De facto, algumas espécies de lagostim, especialmente as raras e ameaçadas, podem ser negativamente afetadas pelas abundantes populações de caranguejos porque partilham tanto o habitat, como os recursos alimentares [6].

Sobre o ecossistema em geral:

Redução de biomassa: os caranguejos adultos migram para longe dos sistemas de água doce e vão reproduzir-se e morrer nos estuários. Este fenómeno biológico é assim responsável por subtrair elevadas cargas de biomassa dos ecossistemas de água doce exportando-a para os estuários, o que pode ter impacto na cadeia alimentar dos primeiros, em particular quando grandes densidades de caranguejos migram ao mesmo tempo.

Redução da biodiversidade nativa: trata-se de um omnívoro oportunista que consome plantas aquáticas, macroalgas, detritos, ovos e larvas de peixe, e uma considerável variedade de macroinvertebrados.

Predação: muito embora o impacto da predação na população de peixes adultos possa ser considerada relativamente baixa (só 2.4% do conteúdo estomacal de caranguejos analisado na Alemanha consistia em peixe), também é verdade que o *E. sinensis* poderá reduzir as populações de invertebrados nativos, introduzindo assim uma alteração significativa na estrutura das comunidades bentónicas [6].

Sobre a população e a economia:

Para o público geral as preocupações centram-se no roubo de isco e nos danos ao material de pesca. Na Califórnia este caranguejo é um sério incómodo para os pescadores porque ataca uma grande variedade de iscos da pesca recreativa, desportiva, artesanal e/ou mais industrial, incluindo o lagostim-da-areia e o arenque [6]. Não raras vezes os caranguejos danificam as redes (fragilizando-as e diminuindo a resistência do emalhado em uso repetido), quando se alimentam dos peixes capturados.

Quando alcançam lagoas de aquacultura ao longo das suas migrações alimentam-se não só dos peixes ali criados, como também da ração com que são criados [2]. O *E. sinensis* reproduz-se e migra em número tão grande que bloqueiam condutas de água para irrigação e abastecimento. Além disso podem ficar presos em tanques anti-peixes (contentores temporários para onde os peixes são conduzidos antes de serem libertados mais a montante, impedindo que sejam acidentalmente aspirados pelas turbinas, em sistemas de irrigação ou produção de energia elétrica), atacando os peixes que lá se encontram e reduzindo a circulação de água, o que aumenta a mortalidade e requer elevados investimentos para prevenir a entrada dos caranguejos [6].

Também ocorrem entupimentos dos filtros de canos de colheita de água, como os coletores destinados às estações de tratamento de água para consumo, ou ainda aqueles que alimentam sistemas de arrefecimento industrial [7].

O impacto negativo do caranguejo-peludo-chinês foi particularmente óbvio durante os eventos em massa que ocorreram em águas alemãs. Cerca de 140 toneladas de caranguejos juvenis foram capturadas por ano durante as explosões demográficas do último século, e uma única rede recolhia entre 50-60 kg de caranguejos, por dia. O impacto económico causado por este invasor, só em águas alemãs, foi estimado em 88 milhões de euros desde a primeira ocorrência em 1912. Estes custos incluíram:

- Instalação e manutenção de aparelhos de captura (armadilhas e redes),
- Impacto na alimentação e na erosão das margens,
- Perdas na pesca comercial e aquaculturas (em estuários e em terra) [7]

No rio Tejo a sua presença acarreta prejuízos económicos por destruição das artes de pesca (aparelhos de captura) e foi confirmada a existência de um circuito comercial para o caranguejo-chinês capturado na zona do estuário do Tejo, mas não identificaram outros impactos significativos da espécie [3].

Gestão e prevenção

Como é habitual acontecer com espécies invasoras, os esforços de controlo do caranguejo-peludo-chinês geralmente só começam quando o problema se torna evidente. Na Europa houve necessidade de implementar medidas de controlo por causa dos enormes prejuízos detetados, que afetam a economia local e regional [5].

O controlo do caranguejo-peludo-chinês é difícil por causa da sua abundância, ubiquidade, elevada taxa de reprodução e grande tolerância fisiológica. Os programas de

erradicação e as barreiras de migração mostram-se infrutíferos se incidindo sobre populações estabelecidas e autossustentáveis. Apesar dos maiores esforços desenvolvidos, não existe à data nenhuma estratégia de controlo verdadeiramente eficaz e os esforços de erradicação têm-se revelado pouco eficazes [6]. No entanto podem ser aplicadas regras e instrumentos regulatórios em áreas onde a espécie ainda não ocorre, através de medidas proactivas (ao invés de meramente reativas) e incidindo sobre o controlo e gestão das águas de lastro, bem como no controlo do comércio de espécimes vivos [7].

Medidas de controlo:

Estabelecimento de medidas para prevenir a introdução do crustáceo: restrições nas descargas de águas de lastro e tratamento biológico da mesma (desinfecção e/ou filtragem da água no momento da recolha e da eliminação).

Utilização de armadilhas para capturar juvenis durante a sua migração. A armadilhagem de adultos foi utilizada nos rios da Alemanha, durante o princípio dos anos 30 e no rio Weser, tendo-se mostrado insustentável. De facto foram removidas centenas de milhares de caranguejos ao longo da campanha e chegaram a ser subtraídos cerca de 30.000 caranguejos, por dia [5].

Medidas preventivas nos EUA

A propagação do caranguejo-peludo-chinês no Reino Unido durante o século XX levou à criação de legislação preventiva pelos Estados Unidos da América para tentar evitar a introdução mesmo quando ainda só existiam alguns relatos isolados no lago Erie e no rio Mississippi. A lei foi aprovada e instaurada em 1989, proibindo a importação, transporte ou posse de caranguejos vivos. No entanto, devido à falta de controlo das descargas de lastro e à possível introdução deliberada para abastecer a comunidade chinesa residente em São Francisco, a população de caranguejos estabeleceu-se na Baía de São Francisco, nas bacias de Sacramento e San Joaquin e em muitos outros afluentes já em finais dos anos 90 [5].

Informação e consciencialização

Este invasor ocorre na Europa desde há quase 100 anos e por isso muitos já acreditam que esta espécie pertence às nossas águas. As iniciativas para aumentar a consciencialização têm sido limitadas a publicações esparsas e pouco direccionadas ou incisivas, em jornais locais ou regionais disponíveis ao público. A percepção geral é de que nada pode ser feito para controlar o caranguejo-peludo-chinês [7].

Valorização

Para a aquacultura

Desde o início dos anos 90 a aquacultura do caranguejo começou a alargar-se na China para satisfazer a crescente procura por um produto nutritivo e de elevado valor comercial,

utilizando para isso lagos, tanques e arrozais para o crescimento extensivo de adultos. O rápido desenvolvimento da aquacultura de *E. sinensis* na China aumenta as probabilidades de que esta atividade se expanda para outras zonas do extremo oriente, facilitando a propagação deste caranguejos invasores a partes do mundo onde ainda não ocorra [5].

Para a pesca

Recentemente começou a estudar-se a possibilidade de explorar a população de caranguejos do rio Tamisa, estudando os seus contaminantes para verificar a segurança para o consumo humano; os resultados sugerem que os níveis de contaminação são suficientemente baixos para permitir o consumo seguro em quantidades limitadas. Por isso, a possibilidade de estabelecer uma indústria de pesca centrada neste crustáceo está em aberto. Também na Baía de São Francisco os níveis de contaminação por metais pesados (com mercúrio) mostraram ser seguros para consumo humano, e nos Países Baixos já há registos de caranguejos capturados e vendidos no mercado internacional [5].

Conclusão

As invasões biológicas são consideradas eventos de baixa probabilidade mas de impacto elevado e normalmente irreversível, pelo que se torna urgente adotar medidas concretas de prevenção e gestão do fenómeno. Uma vez estabelecida uma espécie num novo habitat, torna-se muito difícil a sua erradicação ou o simples controlo dos respetivos impactos, diretos e indiretos. O *E. sinensis* devido ao seu valor económico já foi alvo de inúmeros estudos, quer nos locais onde é nativa, quer também nos locais onde foi introduzida, por aí atingir elevadas densidades populacionais e produzir significativos impactos no ecossistema. No entanto e em Portugal o estado atual das populações desta espécie ainda é praticamente desconhecido.

Assim sendo e de forma preventiva, a realização de ações/campanhas de sensibilização assentes na imagética científica e na comunicação eficaz, junto dos pescadores da bacia hidrográfica do Minho, resulta ser de crucial importância. Estas campanhas de consciencialização devem ser erigidas com o intuito de contribuir com novos conhecimentos e assim chegar à melhor forma de se conseguir evitar que a espécie se venha a instalar e prejudicar esse ecossistema ripícola (já fragilizado pela presença de outras invasoras), evitando também a sua interferência com as indústrias de pesca aí instaladas e em equilíbrio. Essa sensibilização também deveria ser fomentada junto das populações piscatórias e do público escolar, de forma continuada, para alertar e criar memória sobre a problemática das espécies exóticas no geral e desta espécie em particular [3].

Apresenta-se para isso uma proposta de um póster, dirigido especialmente aos pescadores locais, procurando alertá-los para a ameaça que esta espécie representa para as suas atividades económicas e promovendo boas práticas de prevenção da sua introdução (Fig 5).

nome comum: **Caranguejo-peludo-chinês**

nome científico: *Eriocheir sinensis*

habitat: rios e estuários

característica principal: pinças peludas

Este **terrível invasor** que veio da China, escondido nas águas do lastro dos navios ou junto com peixe importado, cresce e prolifera muito mais depressa que as espécies nativas, rapidamente atingindo um elevado número de indivíduos que competem pelos recursos locais, além de comerem o isco e danificar armadilhas ou outras artes de pesca (como as redes).

Por outro lado ajuda a que a erosão das margens se dê forma mais rápida, graças às tocas que escava, acabando por turvar a água (sufocando outros animais!).

Como já está instalado em vários rios europeus e também no Tejo, muito em breve poderá chegar ao **Rio Minho!**

Mas, com a AJUDA de todos isso pode ser evitado!

Armazéns *
Cabos *
Tanques *

*** Helice**

Os caranguejos ou as suas larvas minúsculas podem esconder-se!

não despejar isco na água; colocar as sobras num caixote do lixo, em saco fechado, longe de cursos de água.

não devolver à água os caranguejos capturados; identificar, destruir (congelando ou preservando em álcool), e comunicar a captura de espécimes suspeitos às autoridades competentes.

inspeccionar todas as superfícies da embarcação, artes de pesca, roupa, equipamento e rebuques à saída, removendo toda a vegetação ou lama e deixando todo o material biológico em terra firme.

esvaziar, enxaguar, desinfetar (com água quente, água sob pressão ou laviva) e **secar** durante pelo menos 5 dias todas as embarcações antes de as colocar noutra curso de água.

Fig 5. Projeto de um poster destinado à sensibilização e mobilização da comunidade piscatória para a iminente invasão do *E. sinensis*.

Referências

1. CABI - Invasive Species Compendium: *Eriocheir sinensis* (Chinese mitten crab) (Outubro 2018). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/84120>
2. Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) Ecological Risk Screening Summary. (Abril 2018). https://www.fws.gov/fisheries/ans/erss_high_risk.html
3. Coelho, A. F. S. (2013). Distribuição e abundância da espécie exótica *Eriocheir sinensis* no estuário do Tejo (Dissertação de Mestrado)
4. Eberhardt, A., J. Pederson and B. Bisson (2016). Rapid Response Plan for Management and Control of the Chinese Mitten Crab - Northeast United States and Atlantic Canada. New Hampshire, MIT and Maine Sea Grant Programs.
5. Francis, R. A. (2012). A Handbook of Global Freshwater Invasive Species. Abingdon: Earthscan
6. Global Invasive Species Database (2018) Species profile: *Eriocheir sinensis*. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=38>
7. Gollasch, S. (2011): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Eriocheir sinensis*. – Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, 2018
8. Gollasch, S. (2006). DAISIE – Species Factsheet: *Eriocheir sinensis*. <http://www.europe-alien.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50176#>
9. Mitten Crab Watch, (2018). <https://mittencrab.nisbase.org/pages/faq>
10. NOBANIS (2015). Invasive Alien Species: Pathway Analysis and Horizon Scanning for Countries in Northern Europe.
11. Rivas-Rodríguez, S. et al (2011). Vectores, antigüedad y procedencia de las especies alóctonas de agua dulce naturalizadas en Galicia. Nova Acta Científica Compostelana (Biología)
12. Ruiz, Gregory & Fegley, Lynn & Fofonoff, Paul & Cheng, Yongxu & Lemaitre, Rafael. (2006). First records of *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (Crustacea: Brachyura: Varunidae) for Chesapeake Bay and the mid-Atlantic coast of North America. Aquatic Invasions. 1. 137-142. 10.3391/ai.2006.1.3.7.
13. Secretariat of NOBANIS (2012). Riskmapping for 100 nonnative species in Europe. Copenhagen.
14. Veilleux, É. & Lafontaine, Y. (2007). Biological Synopsis of the Chinese Mitten Crab (*Eriocheir sinensis*). Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2812

66 RETRATOS NATURAIS

Vamos desenhar... um exótico vison



Vison-americano (*Neovison vison*) em técnica digital (AFS)

© Claudio Barcos & Lili Associação Científica ULA

O Homem representa, hoje em dia, uma cada vez maior força, capaz de impactar e mudar o Mundo, tal e qual como o conhecemos e de onde não podemos fugir. Esse desconhecido e crescente poder vem acompanhado por uma maior responsabilidade — ou deveria... Mas na maior parte dos casos não conseguimos enxergar todas as consequências que podem advir dessas nossas ações

As espécies exóticas invasoras encaixam nesse perfil de acontecimentos onde as intervenções humanas podem ser desastrosas e danosas. Estes organismos, sejam plantas, animais ou outros seres, são introduzidas num novo ecossistema no qual irão proliferar (infestação), pois encontram aí boas condições de subsistência, por vezes perante uma completa ausência de predadores naturais. Devido ao seu elevado poder competitivo, os inicialmente poucos indivíduos reproduzem-se sem travão gerando populações viáveis, dotadas de elevada plasticidade adaptativa e enorme capacidade dispersiva.

Como resultado deste fenómeno, as populações nativas e por vezes também o Homem, acabam por ser prejudicadas. Em termos bem simples, o aparente benefício (estético, económico, outros) decorrente destas práticas (importação, criação, etc.) traz consigo uma pesada fatura que se irá pagar a médio ou longo prazo. São disso exemplo as acácias/mimosas, nas plantas, o lagostim-vermelho-americano, nos invertebrados, ou o vison-americano, nos vertebrados. E é sobre este último que nos iremos debruçar no intuito de simultaneamente também damos a conhecer a problemática da ilustração mamológica, uma das subcategorias da ilustração zoológica.

O vison-americano (*Neovison vison*) é um carnívoro semi-aquático, de pequenas dimensões, que tanto se alimenta de peixes

ou diminutos mamíferos, como também preda crustáceos, anfíbios, as aves e até invertebrados. Muito apreciado na indústria das peles, foi trazido da América do Norte para a Europa no início do século passado, para intensiva criação em quintas. Devido a incúria dos criadores, libertações indevidas ou fugas, este mustelídeo começou a colonizar a Europa e chegou a Portugal na década de 80, provavelmente oriundo da região da Galiza. De caminho, tomou-se um acérrimo competidor do visão-europeu (*Mustela lutreola*), lutando pelos recursos e até estrategicamente pelas fêmeas, apesar de não produzirem híbridos — os machos acasalam com fêmeas europeias mais cedo que os nativos, levando a que estas não voltem a acasalar nessa temporada reprodutiva.

Urge assim fazer uso de todos os instrumentos ao dispor para criar campanhas de sensibilização que promovam o declínio populacional, ou mesmo contribuam para erradicar destas espécies exóticas. Sabendo que a imagem é um veículo primordial no cumprimento dessa missão, nada melhor que desenhamos este invasores, para melhor os poderemos dar a conhecer à sociedade em geral, e assim melhor identificar e detectar no decorrer dos morosos processos de controlo de danos que acabam por causar ao nosso delicado ecossistema luso.

O primeiro passo é edificar a pose e, para tal, é necessário observarmos cuidadosamente



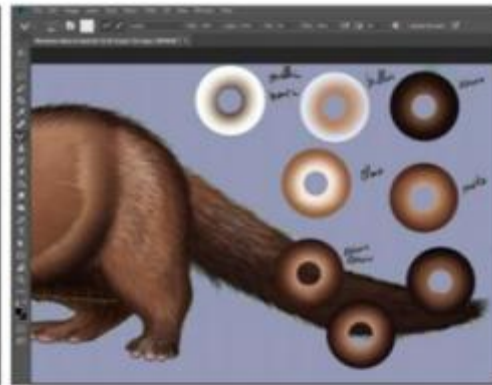
© Cláudia Barrocas & Luís Forgas Correia - eBioArt Lab

Desenho preliminar com estudo de volumetria (A) e orientadores de pelagem (B), a vermelho, para a conformar aos acidentes superficiais do corpo

o seu comportamento, para que a postura em que será representado também esteja cientificamente correta e de acordo com o perfil típico deste mamífero. Estes estudos devem ser feitos ao estilo *fieldsketching*, com lápis de grafite ou caneta esferográfica, e o objetivo maior é a captação da vista mais adequada derivada daquela forma orgânica, mais do que acumular detalhes pommerizados nesse desenho inicial. De seguida, depois de digitalizado o desenho preliminar de contorno e já num programa de pintura (como o Adobe Photoshop), recorre-se à análise de múltiplas referências visuais e descritivas, para melhor se aferir a anatomia externa. Sobre esse preliminar procede-se a vários ensaios gráficos até que o jogo de luzes e de sombras consigam traduzir a volumetria mais adequada à pose escolhida. Este é o momento ideal para se fazerem os estudos da pelagem, criando uma cartografia dos vários tipos de pelos (ex. pelos mais curtos dispostos no focinho; pelos mais compridos, na cauda), bem como a sua topografia ao longo da pele — em que os pelos se moldam à superfície do volume, conferindo naturalidade a todo o conjunto. Para pintar esses pelos devem ser criados pincéis personalizados, um para cada tipo de pelo (tipologia base: pelos longos e finos; curto e grossos; curvos, direitos) usando *Edit>Define Brush Preset*, ajustando-se cada novo pincel na paleta *Brush Settings*. A pelagem do vison-americano tem duas



Personalização dos pincéis para desenvolvimento da ilustração em técnica digital (APS)



Pincéis para uso em modo Mixer Brush, por forma a conseguir desde os pelos mais esbranquiçados (círculos mais claros), aos mais negros (círculos mais escuros)

camadas de cores diferentes, uma externa de pelos rijos e oleosos, e uma outra subjacente com pelos mais finos e claros. Além disso, como cada pelo individual é mais claro na raiz do que nas pontas traduz uma dualidade bitonal a replicar. Para conseguir esse efeito deve utilizar-se o *Mixer Brush* o qual permite "clonar" esses gradientes de cores claro-escuro e riscar sucessivamente pelos com essas características, em *layers* separadas (agrupadas em pastas hierarquizadas e sistematizadas segundo tipos de pelagem). Terminado o projeto segundo este processo — o qual é algo moroso, mas capaz de criar uma textura hiper-realista, credível e sedosa — ainda podem ser feitos ajustes para

obter pelagens com cores diferentes para caracterizar diferentes fenótipos (morfotipos). Para tal recorre-se ao *adjustment layers* (contraste, saturação) seguidas da reposição dos brilhos perdidos (por sobreposição de uma réplica não-saturada da ilustração completa e compactada numa única *layer*, em modo *color dodge*).

Texto e composições/ilustrações
Fernando Correia/Cláudia Barrocas
 Biólogos e Ilustradores científicos
 Dep. Biologia, Universidade de Aveiro
 fcorreia@ua.pt
 www.efecorreia-artstudio.com

