



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

DESIGN SUSTENTÁVEL DE MOBILIÁRIO: CONSCIENCIALIZAÇÃO
PARA A CONSERVAÇÃO DOS BIVALVES E REAPROVEITAMENTO
DE RESÍDUOS ANTROPOGÉNICOS

2025



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

DESIGN SUSTENTÁVEL DE MOBILIÁRIO: CONSCIENCIALIZAÇÃO PARA A CONSERVAÇÃO DOS BIVALVES E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ANTROPOGÉNICOS

Hugo Correia da Guia



**INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO**

Hugo Correia da Guia

**DESIGN SUSTENTÁVEL DE MOBILIÁRIO: CONSCIENCIALIZAÇÃO
PARA A CONSERVAÇÃO DOS BIVALVES E REAPROVEITAMENTO
DE RESÍDUOS ANTROPOGÉNICOS**

Nome do Curso de Mestrado

Design Integrado

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor João Carlos Monteiro Martins

Agosto de 2025

AGRADECIMENTOS

A concretização deste projeto apenas foi possível graças ao apoio, incentivo e contributo das várias pessoas e entidades, às quais manifesto a minha mais profunda gratidão.

Ao meu orientador, Professor Doutor João Martins, pelo acompanhamento próximo, pela partilha de conhecimento e pelo apoio prestado em todas as fases desta investigação. Agradeço-lhe não apenas pelas orientações técnicas e científicas, mas também pela confiança depositada e pelo incentivo para ir mais além em cada etapa do projeto.

A todos os parceiros e entidades que disponibilizaram tempo, recursos e conhecimentos para apoiar este trabalho, tanto no domínio do design como em áreas complementares, contribuindo para que a investigação se enriquecesse com perspetivas e experiências diversificadas.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional ao longo de todo o percurso académico e pessoal, pela dedicação incansável em todos os momentos, tanto nos bons como nos menos fáceis. O vosso exemplo, resiliência e presença constante foram determinantes para que este projeto se tornasse realidade.

À minha família, pelo apoio contínuo, pela compreensão nas fases mais exigentes e pelos momentos de ânimo que ajudaram a manter a motivação.

Aos meus amigos, que de diferentes formas contribuíram para este processo, seja através de palavras de encorajamento, apoio logístico ou ideias partilhadas que ajudaram a clarificar caminhos.

À Nicole, pelo papel especial que desempenha na minha vida, pela paciência, pelo amor e pelo apoio incondicional, por me motivar a ser uma pessoa melhor todos os dias e por compreender e apoiar este processo mesmo nos momentos mais desafiantes.

À minha irmã, pelo companheirismo, pela motivação constante e pela capacidade de trazer leveza aos momentos mais exigentes, ajudando-me a manter o equilíbrio necessário para prosseguir.

A todos, o meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

Este trabalho de projeto investiga de que modo o design de mobiliário pode contribuir para a conservação dos bivalves de água doce, espécies em acelerado declínio em Portugal, articulando rigor técnico, responsabilidade ecológica e mediação cultural. O objetivo central consistiu em desenvolver uma peça de mobiliário que funcionasse simultaneamente como solução funcional e como instrumento de consciencialização ambiental. A investigação adotou uma metodologia mista, de carácter empírico e integrou dimensões qualitativas e quantitativas em três fases. A vertente qualitativa permitiu recolher dados interpretativos através de inquéritos, entrevistas e testes de conceitos, enquanto a vertente quantitativa possibilitou medir perceções, validar hipóteses e fundamentar decisões projetuais. O percurso metodológico combinou ainda revisão bibliográfica, análise de casos, construção de modelos e diálogo com especialistas e entidades parceiras, articulados numa rede territorial de apoio. Como resultado, foi concebida a banqueta Nauta, desenvolvida integralmente em plástico reciclado proveniente de fluxos pós-consumo e pós-industriais. O produto materializa princípios de bioinspiração em soluções formais e funcionais inspiradas nos bivalves, incorporando modularidade, desmontagem e reciclabilidade integral. Estima-se que cada unidade permita reaproveitar 10 quilogramas de plástico reciclado, informação comunicada ao utilizador através de uma amostra física acompanhada de código QR com dados técnicos e conceptuais. Apesar de a produção do protótipo final não se ter concretizado devido a constrangimentos industriais, o projeto demonstrou viabilidade técnica e delineou um plano de continuação com ações de validação física, consciencialização pública e avaliação do ciclo de vida. Conclui-se que o design pode assumir um papel de mediação entre conhecimento científico e experiência quotidiana, promovendo novas formas de sensibilização ecológica. O projeto reforça o potencial do design de mobiliário enquanto ferramenta estratégica de comunicação e conservação da biodiversidade, apontando caminhos futuros de investigação e aplicação prática.

Palavras-chave: Biodiversidade, Impactos antropogénicos, Bivalves de água doce, Design de Mobiliário, Consciencialização Ambiental, Bioinspiração.

ABSTRACT

This project investigates how furniture design can contribute to the conservation of freshwater bivalves, a group of species undergoing severe decline in Portugal, by articulating technical rigor, ecological responsibility, and cultural mediation. The main objective was to develop a furniture piece that functions both as a functional solution and as an instrument of environmental awareness. The research adopted a mixed empirical methodology that integrated qualitative and quantitative dimensions across three phases. The qualitative component enabled the collection of interpretative data through surveys, interviews, and concept testing, while the quantitative component made it possible to measure perceptions, validate hypotheses, and support design decisions. The methodological path further combined literature review, case study analysis, model construction, and dialogue with experts and partner entities, articulated within a territorial support network. As a result, the Nauta stool was conceived, designed entirely in recycled plastic sourced from post-consumer and post-industrial streams. The product embodies principles of bioinspiration in formal and functional solutions inspired by bivalves, incorporating modularity, disassembly, and full recyclability. Each unit is estimated to reuse 10 kilograms of recycled plastic, information communicated to the user through a physical sample of the material accompanied by a QR code providing technical and conceptual data. Although the production of a final prototype was not achieved due to industrial constraints, the project demonstrated technical feasibility and outlined a continuation plan including physical validation, public awareness actions, and life cycle assessment. It is concluded that design can act as a mediator between scientific knowledge and everyday experience, promoting new forms of ecological awareness. The project highlights the potential of furniture design as a strategic tool for communication and biodiversity conservation, pointing to future directions for research and practical application.

Keywords: Biodiversity; Anthropogenic impacts; Freshwater bivalves; Furniture Design; Environmental Awareness, Bioinspiration.

Índice geral

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Objeto de Estudo	15
1.2 Limitações do Estudo	17
1.3 Questão de Investigação	18
1.4 Hipótese de Investigação	18
1.5 Motivações	19
1.6 Objetivos.....	20
1.6.1 Objetivo Principal	20
1.6.2 Objetivos Específicos	20
1.7 Metodologia.....	21
1.7.1 Fase Exploratória	21
1.7.2 Fase Generativa.....	22
1.7.3 Fase Avaliativa	22
2. O PAPEL DO DESIGN NA CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DE ESPÉCIES EM VIAS DE EXTINÇÃO	23
2.1 Design para a Sustentabilidade.....	23
2.2 Desafios ambientais contemporâneos e o potencial transformador do Design	26
2.3 Design de mobiliário que integra o conceito de Sustentabilidade Ambiental.....	30
2.3.1. ecoBirdy	31
2.3.2. Extruplás.....	32
2.3.3. Pentatonic	33
2.3.4. O Atelier Lionel Jadot	35
2.3.5. Estudo de caso: a Coleção “Habitats” da empresa Vestre	37
2.3.6. Reflexão crítica sobre as práticas analisadas e contributo para a investigação.....	54
3. FUNDAMENTOS ECOLÓGICOS APLICADOS COMO BASE PARA UMA PROPOSTA DE DESIGN.....	55
3.1 Os Bivalves em Portugal	55
3.1.1 Introdução à classe Bivalvia.....	56
3.1.2 Biologia, morfologia e características dos Bivalves de Água Doce	57
3.1.3 Aspetos evolutivos dos Bivalves inspiradores para o Design	59
3.1.4 Ciclo de vida dos Bivalves	63
3.1.5 Principais espécies de Bivalves de água doce ameaçadas em Portugal e aspetos diferenciadores para o Design	65

3.1.6 Impactos antropogénicos nos bivalves de água doce: o crescente perigo dos microplásticos	70
3.1.7 Bivalves como bioindicadores e metáfora para o Design: uma perspetiva ecológica aplicada ao Design de Mobiliário	74
3.2 A Importância das intervenções para a conservação e reabilitação dos habitats aquáticos	77
3.3 Considerações sobre integração do conhecimento científico no processo de Design	80
4. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS POR INQUÉRITO	82
4.1 Elaboração do questionário e implementação do inquérito	82
4.2 Resultados	84
5. GERAÇÃO E TESTES DE CONCEITOS COMO INSTRUMENTO DE VALIDAÇÃO COMUNICACIONAL	87
5.1 Exploração visual: estudo cromático, <i>moodboard</i> e análise morfológica, anatômica e funcional dos Bivalves	87
5.2 Processo de <i>sketching</i> enquanto ferramenta de idealização	90
5.3 Estruturação de modelos com apoio a softwares 3D	91
5.4 Geração de conceitos	93
6. VALIDAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO E CONCEITOS GERADOS	97
6.1 O método Delphi	97
6.2 Aplicação do método Delphi	98
6.3 Resultados	99
7. VALIDAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO E CONCEITOS GERADOS ATRAVÉS DE ENTREVISTAS INDIVIDUAIS	100
7.1 O método de entrevistas individuais	100
7.2 Aplicação do método das entrevistas	101
7.2.1 Definição do público-alvo	101
7.2.2 Elaboração dos guiões	105
7.3 Resultados	106
8. REDE TERRITORIAL DE APOIO AO PROJETO	109
9. VISITA TÉCNICA À EMPRESA OIÁ PLAST	110
9.1 Considerações	115
10. EXPERIMENTAÇÃO FORMAL: DESENVOLVIMENTO DE MAQUETE E MODELO À ESCALA REAL	115
10.1 Definição do conceito final	115
10.2 Definição formal e funcional: aplicação da impressão 3D como ferramenta de experimentação projetual	117
10.3 Construção do modelo à escala real	119

10.4 Considerações.....	124
11. AVALIAÇÃO CENTRADA NA USABILIDADE E COMUNICAÇÃO DO PRODUTO	126
11.1 Realização de testes de usabilidade.....	126
11.2 Resultados.....	129
12. APRESENTAÇÃO CONCEPTUAL DO PRODUTO FINAL E POTENCIAL DE IMPLEMENTAÇÃO.....	130
12.1 Apresentação da banqueta NAUTA	130
12.2 Componente 1: Estrutura.....	134
12.2.1 Morfologia, narrativa e coerência funcional	135
12.3 Componente 2: base	137
12.4 Componente 3: interior e bolsa.....	140
12.5 Ferragens e componentes diversos	143
12.5.1 Componentes mecânicos.....	143
12.5.2 Sistema de iluminação e energia solar.....	144
12.6 Potencial de aplicação e Produção	146
12.7 Processos de acabamento e montagem.....	147
12.8 Premissas Futuras para o projeto.....	147
12.8.1 Viabilidade produtiva e materiais	148
12.8.2 Ergonomia, desempenho e durabilidade.....	148
12.8.3 Sistema elétrico e gestão de energia.....	148
12.8.4 Sustentabilidade e circularidade.....	149
12.8.5 Customização e variantes tipológicas	149
12.8.6 Parcerias e industrialização	149
13. CONCLUSÕES	149
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	152
APÊNDICES	160
Apêndice 1 Guiões de entrevista	160
Apêndice 2 Questionário do Inquérito	165
Apêndice 3 Resultados do Inquérito.....	169
Apêndice 4 Primeiro Momento dos Testes de Conceitos.....	177
Apêndice 5 Segundo Momento dos Testes de Conceitos.....	180
Apêndice 6 Terceiro Momento dos Testes de Conceitos	182
Apêndice 7 Quarto Momento dos Testes de Conceitos.....	182
Apêndice 8 Especialistas selecionados para o método delphi.....	185
Apêndice 9 Modelo de entrevista	189

Apêndice 10 Apresentação de Apoio aos Testes de Usabilidade com Utilizadores ..	191
Apêndice 11 Conteúdo da plataforma digital	196
Apêndice 12 Desenhos de produção da banqueta Nauta.....	200
Apêndice 13 Desenho de montagem da Banqueta Nauta.....	205
Apêndice 14 Desenhos de confeção da Banqueta Nauta.....	206

ÍNDICE DE IMAGENS

Figura 1- Diagrama da metodologia utilizada (Fonte: Autor)	21
Figura 2- Diagrama ilustrativo de economia circular (Fonte: Serviço de Estudos do Parlamento Europeu)	25
Figura 3- Cadeira “ <i>Butterfly</i> ” de Santo & Jean Ya (Fonte: Sohomod).....	28
Figura 4- Coleção “ <i>Leaf</i> ” (Fonte: Arper)	30
Figura 5- Da esquerda para a direita: Módulo de arrumação “ <i>Kiwi</i> ” e Candeeiro “ <i>Rhino</i> ” (Fonte: ecoBirdy)	32
Figura 6- Banco “ <i>Ribatejo</i> ” inserido no espaço. (Fonte: Extruplás)	33
Figura 7- Mostra da coleção “ <i>New Clothes</i> ”. (Fonte: Designboom).....	34
Figura 8- Cadeira “ <i>Bean Chair</i> ” estofada (Esq.) e em casco (Dir.). (Fonte: Starbucks)	35
Figura 9- Da esquerda para a direita: cadeira “ <i>Black Caterpillar</i> ” e Cadeira “ <i>Lost Highway</i> ”. (Fonte: 1stDibs).....	36
Figura 10- Interior do hotel <i>Mix Brussels</i> . (Fonte: 1stDibs).....	37
Figura 11- Coleção “ <i>Habitats</i> ” num contexto de stand de exposição. (Fonte: dezeen)	38
Figura 12- Produto “ <i>Leaf</i> ” em utilização (Fonte: Enki Magazine)	39
Figura 13- Estrutura do “ <i>Decay Edge</i> ” (Esq.) e produto em utilização (Dir.). (Fonte: Vestre).....	39
Figura 14- Produto “ <i>Decay Edge</i> ” em utilização no quotidiano urbano (Fonte: Vestre).....	41
Figura 15- Estrutura do “ <i>leaf</i> ” (Esq.) e produto em utilização (Dir.). (Fonte: Vestre)	41
Figura 16- Da esquerda para a direita: versão específica para abelhas; versão para múltiplos tipos de insetos; versão para abelhas solitárias e abelhões. (Fonte: Vestre).....	42
Figura 17- Estrutura do banco “ <i>House</i> ”. (Fonte: Vestre)	44
Figura 18- Local de habitação e descanso para diversas espécies. (Fonte: Heart of England Forest).....	45
Figura 19- Banco “ <i>House</i> ” em utilização e inserido no espaço. (Fonte: Vestre)..	46
Figura 20- Estrutura do banco “ <i>Log</i> ”. (Fonte: Vestre).....	47

Figura 21- Banco “Log” inserido no espaço. (Fonte:Vestre).....	48
Figura 22- Banco “Pile”. (Fonte: Vestre).....	49
Figura 23- Pilha de pedras pertencentes ao banco “Pile” em utilização e inserido no espaço. (Fonte: Vestre)	50
Figura 24- Produto “Wings”. (Fonte: Vestre).....	51
Figura 25- Produto <i>Wings</i> inserido no espaço. (Fonte: Vestre).....	53
Figura 26- Exemplares do bivalve de água doce “ <i>Margaritifera margaritifera</i> ” em diferentes estágios de desenvolvimento	56
Figura 27- Molusco bivalve a utilizar o seu pé para locomoção. (Fonte: Alamy) .	58
Figura 28- Esquema de um molusco bivalve. (Fonte: Instituto Português do Mar e da Atmosfera).....	59
Figura 29- Fóssil do período pensilvânico pertencente á espécie Genus <i>Allorisma</i> . (Fonte: Missouri Department of Natural Resources)	60
Figura 30- Comparação do estado da água antes (Esq.) e após (Dir.) um período de uma hora de filtração por bivalves num aquário de 18 litros. (Fonte: Whitney Laboratory For Marine Bioscience)	62
Figura 31- Representação do ciclo de vida dos mexilhões de água doce (Fonte: John Megahan/University of Michigan)	65
Figura 32- Sistema de avaliação definido pela União Internacional para a Conservação da Natureza. Fonte: Livro Vermelho dos Invertebrados de Portugal Continental	67
Figura 33- Mapas de Portugal a representar locais sob a influência de barragens e locais que estiveram secos pelo menos uma vez nos últimos 20 anos (Esq.) e locais com presença de bivalves invasores nos levantamentos realizados entre 2002–2004 e em 2022 (Dir.). As imagens que ladeiam os mapas mostram locais amostrados afetados por secas ou por barragens. (Fonte: Lopes-Lima, et al., 2023)	70
Figura 34- da esquerda para a direita; Microplásticos primários; Microplásticos secundários. (Fonte: Rewatergy)	71
Figura 35- Tipos de MPs identificados em diversas espécies de bivalves. (Fonte: Yang, et al., 2015).....	73
Figura 36- Cadeira “Eames Lounge Chair and Ottoman” inserida no espaço (Fonte: Herman Miller).....	79

Figura 37- Banco "Lagarta". (Fonte: SusDesign).....	80
Figura 38- Estudo cromático (Fonte: Autor).....	88
Figura 39- Análise morfológica das espécies (Fonte: Autor)	88
Figura 40- Análise anatômica e funcional das espécies (Fonte: Autor).....	89
Figura 41- Moodboard de mobiliário em plástico reciclado (Fonte: Autor)	90
Figura 42- Processo de sketching (Fonte: Autor)	91
Figura 43- Processo de modelação digital no programa SolidWorks (Fonte: Autor)	92
Figura 44- Exemplo de painel apresentado no primeiro momento (Fonte: Autor) 94	
Figura 45- Exemplo de painel apresentado no segundo momento (Fonte: Autor)	95
Figura 46- Exemplo de painel apresentado no quarto momento (Fonte: Autor)..	96
Figura 47- Mapa com a localização das entidades pertencentes à rede territorial (Fonte: Autor)	109
Figura 48- Entrada da empresa Oiá Plast (Fonte: Autor)	110
Figura 49- Da esquerda para a direita: Diversos tipos de plástico pré-processados; Plástico triturado separado cromaticamente (Fonte: Autor)	111
Figura 50- Máquina trituradora (Fonte: Autor)	111
Figura 51- Máquina injetora (Fonte: Autor).....	112
Figura 52- Moldes para injeção e produto resultante (Fonte: Autor)	112
Figura 53- Máquina de prensa (Fonte: Autor).....	113
Figura 54- Exemplos de placas produzidas na prensa (Fonte: Autor).....	113
Figura 55- Mesa construída a partir de placas produzidas na prensa (Fonte: Autor)	114
Figura 56- Painel de apresentação do conceito final (Fonte: Autor).....	116
Figura 57- Modelação digital no programa SolidWorks (Fonte: Autor)	117
Figura 58- Processo de impressão da maquete	118
Figura 59- Módulos em impressão 3D (Fonte: Autor).....	118
Figura 60- Da esquerda para a direita: Modelo impresso em 3D com assento fechado com pintura aplicada; Modelo impresso em 3D com assento aberto com pintura aplicada (Fonte: Autor)	119
Figura 61- Moldes em papel (Fonte: Autor)	120

Figura 62- Cartão canelado simples presente na empresa Bambu Verde (Fonte: Autor)	121
Figura 63- Módulos estruturais do produto (Fonte: Autor)	121
Figura 64- Esqueleto estrutural da base (Fonte: Autor)	122
Figura 65- Da esquerda para a direita: Saco com restos de espuma fornecido pela empresa Paulo Antunes Furniture; Rolo de tecido fornecido pela empresa Paulo Antunes Furniture (Fonte: Autor)	122
Figura 66- Marcações de corte no tecido (Fonte: Autor)	123
Figura 67- Componente estofado (Fonte: Autor)	123
Figura 68- Da esquerda para a direita: Modelo com assento fechado; Modelo com assento aberto (Fonte: Autor)	124
Figura 69- Da esquerda para a direita: Vista de topo da bolsa; Detalhe da bolsa com o fecho aberto (Fonte: Autor)	124
Figura 70- Sala multiusos do Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental de Viana do Castelo (Fonte: Autor)	127
Figura 71- Materiais para a apresentação a potenciais utilizadores (Fonte: Autor)	128
Figura 72- Apresentação do produto a potenciais utilizadores (Fonte: Autor) ...	129
Figura 73- Da esquerda para a direita: Renderização da banquetta inserida num ambiente contemporâneo com a tampa fechada; Renderização da banquetta inserida num ambiente contemporâneo com a tampa aberta (Fonte: Autor)	130
Figura 74- Escala do produto em relação ao utilizador (Fonte: Autor)	131
Figura 75- Exemplos de amostras de plástico reciclado em diferentes cores enviadas pela empresa Prodelix (Fonte: Autor)	133
Figura 76- Amostra de plástico reciclado com o código QR gravado (Fonte: Autor)	133
Figura 77- Conteúdo do código QR na plataforma digital preparada para leitura vertical (Fonte: Autor)	134
Figura 78- Comparação da forma do Nauta e das fases da vida dos bivalves de água doce (Fonte: Autor)	135
Figura 79- Comparação dos ganchos presentes no Nauta e do interior dos bivalves com as brânquias lamelares em evidência (Fonte: Autor)	136

Figura 80- Comparação das estrias radiais no topo do assento e dos padrões de estrias presentes em diversas espécies de bivalves (Fonte: Autor).....	137
Figura 81- Base da banquetta (Fonte: Autor)	138
Figura 82- Bivalve juvenil fixo no fundo do rio (Fonte: Alamy).....	138
Figura 83- Sistema de saliências e ranhuras do produto (Fonte: Autor)	139
Figura 84- Exemplar de concha de bivalve fossilizada. (Fonte: Missouri Department of Natural Resources)	139
Figura 85- Bolsa aberta (Fonte: Autor)	140
Figura 86- Comparação da forma da bolsa e do pé dos bivalves (Fonte: Autor).....	141
Figura 87- Da esquerda para a direita: Superfície estofada em espuma de alta resiliência; Manto de proteção dos bivalves (Fonte: Autor).....	141
Figura 88- Comparação do sistema de encaixe e abertura do nauta e do sistema natural dos bivalves (Fonte: Autor).....	142
Figura 89- Da esquerda para a direita: Detalhe das estrias radiais no topo do assento; Padrões de estrias presentes em diversas espécies de bivalves (Fonte: Autor)	142
Figura 90- Comparação da simetria de fecho da tampa do Nauta e de uma concha de bivalve (Fonte: Autor)	143
Figura 91- Íman com Ø15x3mm (Fonte: Leroy Merlin).....	143
Figura 92- Dobradiça com 65x35x3mm (Fonte: Leroy Merlin).....	144
Figura 93- Parafusos em aço inoxidável tamanho M5 (Fonte: Leroy Merlin)	144
Figura 94- Da esquerda para a direita: Base da banquetta com painel solar aplicado (Fonte Autor); Painel solar de 12V e 20W (Fonte: Energia Pura).....	145
Figura 95- Da esquerda para a direita: Fita LED com 3000k; Calha para fita LED (Fonte: Polegada).....	145

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Resumo técnico das espécies estudadas.....	69
Tabela 2- Lista com dados dos participantes segmentados por grupos (Fonte: Autor)	103
Tabela 3- Lista com dados dos especialistas convidados (Fonte: Autor)	185

1. Introdução

1.1 Objeto de Estudo

Esta investigação pretendeu averiguar em que medida a metodologia do design do produto, orientada para o setor do mobiliário, pode ser uma estratégia para auxiliar na mitigação de uma espécie local em vias de extinção.

Nesta investigação adotou-se um processo criativo e misto, integrando metodologias, materiais, tecnologias, técnicas e processos inovadores, em proveito de desenvolver um produto que traduzam a preocupação com a perda de biodiversidade e, particularmente, no que respeita à classe Bivalvia nas redes hidrográficas portuguesas e o impacto ecossistémico. Em 2023 foi feito em Portugal um levantamento das populações de mexilhões de água doce em 132 locais, abrangendo 15 bacias hidrográficas distintas, onde revelou um declínio generalizado de 60% no número de locais onde esta espécie se encontra e uma redução de 67% na abundância total de mexilhões de água doce ao longo das últimas duas décadas (Lusa, 2023).

Neste sentido, o presente estudo visa evidenciar que a capacidade de comunicação inerente ao design de mobiliário pode constituir uma estratégia eficaz para sensibilizar e mobilizar a sociedade relativamente à necessidade urgente de proteger e conservar estas espécies ameaçadas. No caso presente, o projeto foca-se na valorização da biodiversidade dos ecossistemas costeiros portugueses, com especial destaque para a fauna bentónica¹, nomeadamente bivalves ameaçados, propondo uma abordagem holística que articula contributos significativos dos domínios empresarial, académico e ambiental, resultando num produto de mobiliário que pretende promover uma consciência ecológica sustentada.

Para reforçar a relevância desta abordagem, importa considerar o impacto significativo que o rápido declínio destas espécies pode ter não só nos ecossistemas aquáticos, mas também na saúde humana (Público, 2023). O design

¹ Seres vivos que dependem de um substrato, seja consolidado como costões rochosos e recifes de coral ou inconsolidado como areia e sedimentos. (Bioicos, 2020).

de mobiliário assume aqui um papel duplamente estratégico: ao mesmo tempo que pretende sensibilizar para a proteção de espécies ameaçadas, como os mexilhões de água doce, também pretende contribuir para a reflexão sobre a interdependência entre os sistemas naturais e o bem-estar humano e como o conhecimento obtido pode refletir-se no projeto em design.

Atualmente as espécies de bivalves protegidas na União Europeia são inadequadamente monitorizadas, e mesmo as espécies classificadas como comuns deveriam receber mais atenção, visto que poderão estar impropriamente avaliadas (Lopes-Lima, et al. 2023, p.1). A condição destes seres vivos deve-se ao fato de serem espécies altamente sensíveis a perturbações de habitat e a uma “acumulação lenta e contínua de múltiplas ameaças, como mudanças no uso do solo e no clima, agricultura intensiva, espécies invasivas, eutrofização²e poluição”³ (Lopes-Lima, et al. 2023, p.2).

Neste sentido, há já algumas iniciativas para tentar resolver este problema da perda da biodiversidade como incluir as espécies na produção do recente Livro Vermelho dos Invertebrados de Portugal, onde se encontram todas as espécies ameaçadas e protegidas (ICNF, 2023), e atualmente encontra-se em desenvolvimento, desde 2018, um projeto da associação ambientalista Quercus, que tem como objetivo final inverter o processo de declínio continuado e acentuado das populações de bivalves, assim como proteger e recuperar os núcleos históricos destas espécies, abrangendo a avaliação da qualidade biológica e morfológica dos rios e o estado de conservação atual das populações dos bivalves em Portugal (DNótimas, 2020).

A implementação do Plano Estratégico para a Biodiversidade das Nações Unidas (CDB, s.d.) designou 2011-2020 como a Década da Biodiversidade e sublinha a necessidade de uma convivência harmoniosa com a Natureza,

² Processo pelo qual as águas de um rio ou de um lago, à custa de elementos provenientes de campos fertilizados, se tornam extraordinariamente ricas em nutrientes minerais e orgânicos, provocando excesso de vida vegetal, que dificulta e aniquila a vida animal, por falta de oxigénio. (Infopédia, 2025)

³ Tradução livre de autor: “slow, continuous accumulation of multiple threats, such as land-use and climate change, intensive agriculture, introduced species, eutrophication, and pollution” (Lopes-Lima, et al. 2023, p.2).

promovendo esforços globais para a conservação da vida no planeta. Este compromisso internacional serve como um enquadramento que reforça a urgência de ações integradas e interdisciplinares para enfrentar os desafios ecológicos contemporâneos.

Neste contexto, o design, enquanto disciplina inovadora e transversal com aplicação em áreas como a educação ambiental, a comunicação social, a sustentabilidade ambiental, a tecnologia, a inclusão social e a economia circular, poderá assumir um papel relevante ao integrar abordagens direcionadas à proteção de espécies ameaçadas, como os bivalves. Através de soluções criativas e sustentáveis, o design poderá não só sensibilizar a sociedade para a importância ecológica, económica e cultural destas espécies, como também aumentar a consciencialização humana para a sua preservação. O projeto em design alinhado com a visão da Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas⁴, poderá contribuir para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e assegurar um futuro sustentável, destacando a interdependência entre a biodiversidade e o bem-estar coletivo.

1.2 Limitações do Estudo

As limitações deste estudo relacionam-se com diferentes dimensões do processo de investigação e desenvolvimento do projeto.

Em primeiro lugar, destacou-se o levantamento escrito acerca das espécies em estudo, que se revelou desafiante devido à atualidade e especificidade do problema. A escassez de fontes consolidadas e atualizadas sobre determinadas espécies de bivalves, sobretudo em contextos locais ou regionais, dificultou a obtenção de dados sistematizados e cientificamente validados, exigindo um trabalho de pesquisa mais extenso e criterioso.

⁴ A Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas é um apelo para a proteção e revitalização dos ecossistemas em todo o mundo, para o benefício das pessoas e da natureza. Ela visa deter a degradação dos ecossistemas e restaurá-los para atingir objetivos globais. (UNEP, 2025)

Adicionalmente, verificou-se uma limitação relacionada com a disponibilidade das empresas envolvidas, uma vez que estas operam com prazos e dinâmicas distintas dos tempos académicos. Esta divergência dificultou o alinhamento entre o cronograma da investigação e a disponibilidade de colaboração das entidades parceiras, o que, por vezes, condicionou o ritmo do projeto e impôs ajustamentos metodológicos.

Importa ainda considerar os constrangimentos como elementos inerentes ao próprio processo de investigação. Estes incluem fatores imprevisíveis, tais como alterações no acesso a recursos, limitações logísticas ou operacionais e adaptações necessárias face à evolução natural do projeto. Tais constrangimentos, embora desafiantes, foram encarados como oportunidades para a reavaliação crítica de etapas e reforço da resiliência investigativa.

Por fim, a realização do protótipo, embora extremamente desejada e planeada, foi inviabilizada pelo custo elevado dos moldes necessários à execução do produto. Apesar de uma procura exaustiva e contínua por empresas parceiras que pudessem viabilizar a sua produção, não foi obtida qualquer confirmação efetiva de colaboração. Esta limitação condicionou a materialização física do projeto na fase final, restringindo a avaliação prática a modelos em outros materiais e representações técnicas.

1.3 Questão de Investigação

Em que medida o design de produto, orientado para o setor do mobiliário, pode atuar como uma estratégia de sensibilização e consciencialização acerca das espécies de bivalves de água doce em risco de extinção nos ecossistemas portugueses?

1.4 Hipótese de Investigação

A criação de uma peça de mobiliário que incorpore uma mensagem ambiental e surja como uma abordagem estratégica para sensibilizar e alertar a sociedade acerca da problemática do risco de extinção das espécies de bivalves de água doce em Portugal.

1.5 Motivações

As motivações para a escolha deste tema estão intrinsecamente ligadas à minha paixão pelo design de mobiliário, um interesse que sempre me acompanhou, mas que nunca tive a oportunidade de explorar profundamente até agora. Desde cedo, admirei a capacidade do mobiliário para unir diversos aspetos como funcionalidade, estética e uma narrativa que pode refletir explicitamente os valores e as necessidades da sociedade. Este projeto surge como uma oportunidade única de finalmente alinhar essa paixão com questões contemporâneas de grande relevância, explorando como o design pode contribuir para a reflexão crítica acerca dos desafios ambientais, incentivando uma maior consciência coletiva e uma aproximação mais sensível às dinâmicas entre o ser humano e o meio natural.

O design de mobiliário é, para mim, uma forma de expressão criativa que vai além da sua função prática. Este tema permite-me explorar o papel do design como um meio poderoso de comunicação e sensibilização. A possibilidade de desenvolver peças que não apenas sirvam como objetos utilitários, mas que também carreguem mensagens ambientais significativas, é algo que me motiva profundamente. Vi neste projeto a oportunidade de criar impacto positivo, inspirando mudanças de perceção e promovendo a reflexão sobre a forma como nos relacionamos com os recursos naturais e o ambiente.

Adicionalmente, o desafio de integrar materiais reciclados e de adotar processos de produção sustentáveis no design de mobiliário é algo que considero estimulante. Trabalhar com resíduos antropogénicos⁵ para criar soluções inovadoras e esteticamente agradáveis não só permite abordar o problema da poluição, mas também abre caminho para explorar novas possibilidades criativas. Esta abordagem combina o meu desejo de inovação técnica com um forte compromisso ético, refletindo a minha visão de um design que é simultaneamente responsável e inspirador.

⁵ Que é causado ou originado pela atividade humana (ex.: extinção antropogénica; resíduos antropogénicos). (Priberan, 2025)

A escolha deste tema reflete igualmente o meu interesse em explorar a interseção entre design, sustentabilidade ambiental e impacto social. Vejo o mobiliário como uma plataforma que conecta pessoas e ideias, um meio através do qual posso contribuir para um diálogo mais amplo sobre a necessidade de um futuro mais equilibrado. Este trabalho de mestrado é, para mim, mais do que um projeto académico, é uma oportunidade de alinhar as minhas competências e paixões com um propósito maior, criando um contributo significativo para o campo do design e para a sociedade como um todo.

Este projeto reflete, assim, uma vontade de integrar o design no movimento pela sustentabilidade, utilizando-o como um meio para interligar comunidades, instituições académicas, entidades ambientais e empresariais. É uma forma de unir a dimensão do design à responsabilidade ecológica, esperando criar um impacto positivo tanto no campo do design como na preservação do património natural.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo Principal

- Investigar de que modo o design de mobiliário pode ser utilizado como ferramenta de sensibilização para a conservação dos bivalves de água doce e como meio de valorização de resíduos **antropogénicos** no contexto da sustentabilidade ambiental.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Validar o design como instrumento de disseminação de uma mentalidade ecológica e sustentável na sociedade atual.
- Desenvolver soluções criativas e inovadoras que articulem design sustentável e preservação ambiental de forma tangível e impactante.
- Criar um sistema de mobiliário que transmita mensagens de conservação e consciencialização ambiental, promovendo a proteção das espécies estudadas.
- Apresentar o produto em cenários reais ou expositivos, avaliando a sua eficácia na comunicação de mensagens ambientais.

- Disseminar conhecimento sobre a interseção entre design, ecologia e sustentabilidade, reforçando o papel do design enquanto agente de transformação social.
- Produzir, pelo menos, um protótipo.

1.7 Metodologia

A metodologia adotada neste projeto baseou-se numa abordagem mista, estruturada em três fases complementares: exploratória-diagnóstica, generativa e avaliativa. Esta organização permitiu compreender o problema ecológico, desenvolver respostas de design informadas e validar a eficácia comunicacional da solução final. O processo foi concebido de forma interativa, garantindo uma articulação contínua entre investigação, experimentação e síntese projetual.

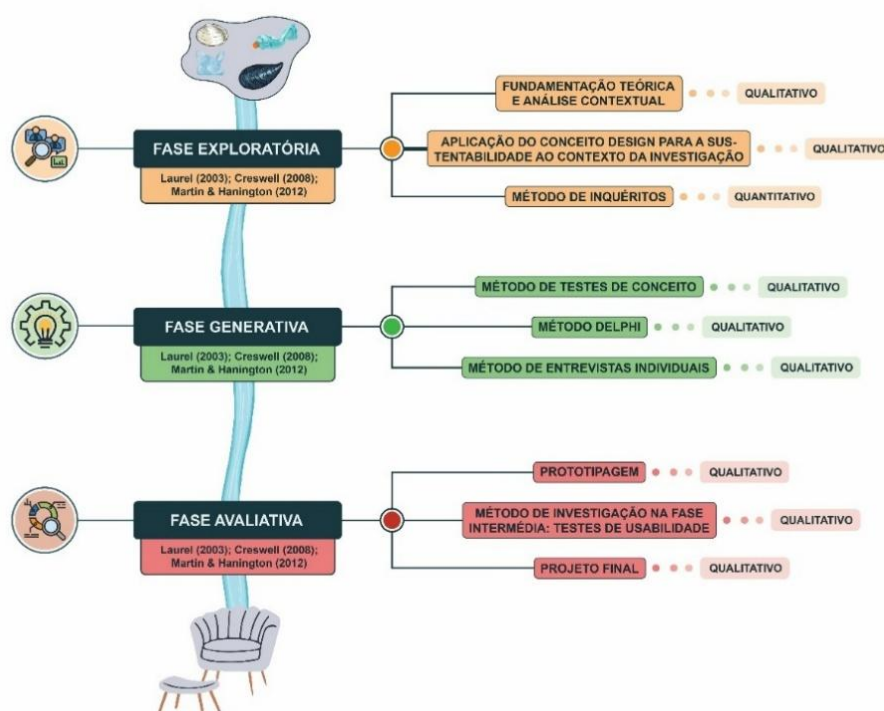


Figura 1- Diagrama da metodologia utilizada (Fonte: Autor)

1.7.1 Fase Exploratória

A fase exploratória teve como objetivo obter conhecimento sobre os bivalves de água doce, reconhecer percepções e comportamentos do público e recolher contributos especializados capazes de orientar o desenvolvimento do projeto. Esta etapa integrou entrevistas semiestruturadas a especialistas das áreas da biologia,

ecologia e conservação, permitindo clarificar conceitos e reconhecer fatores críticos associados ao estado das espécies estudadas. Paralelamente, a aplicação de um processo de consulta estruturada tipo Delphi possibilitou a obtenção de consensos qualificados relativamente às ameaças ecológicas mais relevantes e aos aspetos prioritários a comunicar. A este enquadramento somou-se um inquérito por questionário dirigido a um grupo diversificado de pessoas, que permitiu aferir o grau de desconhecimento existente sobre os bivalves de água doce, confirmando a pertinência de desenvolver estratégias de mediação acessíveis e visualmente apelativas.

1.7.2 Fase Generativa

A fase generativa centrou-se na exploração de soluções formais, materiais e comunicacionais que pudessem integrar a preservação ambiental no âmbito do design de mobiliário. O desenvolvimento de propostas incluiu processos de desenho exploratório, modelação tridimensional e estudo de analogias visuais derivadas da morfologia dos bivalves, orientando a busca por uma linguagem expressiva que relacionasse o objeto com os ecossistemas fluviais. Esta etapa recorreu ainda à construção de modelos preliminares, incluindo modelos em cartão e maquetes tridimensionais, que possibilitaram testar volumetrias, proporções e aspetos ergonómicos de forma rápida e interativa. A análise de materiais reciclados, sustentada por contacto direto com as entidades produtivas e por observação de processos de transformação, permitiu avaliar limitações e potencialidades do uso de plástico reciclado, contribuindo para a definição de soluções compatíveis com princípios de circularidade e comunicação ecológica. O resultado desta fase correspondeu à consolidação do conceito NAUTA, enquanto assento modular associado a mensagens ambientais.

1.7.3 Fase Avaliativa

A fase avaliativa teve como propósito verificar a pertinência, legibilidade e funcionalidade da solução desenvolvida. Para tal, recorreu-se à avaliação com utilizadores através de representações físicas do conceito, nomeadamente um modelo à escala real e uma maquete tridimensional, que permitiram recolher feedback sobre usabilidade, clareza semântica, e perceção das mensagens

relacionadas com a conservação dos bivalves. A análise destas interações possibilitou ajustar proporções, detalhes construtivos e opções formais. A avaliação técnica foi complementada através de contributos provenientes de especialistas ligados à produção e transformação de materiais reciclados, permitindo verificar a adequação das soluções estruturais, a exequibilidade material e a coerência entre forma, função e narrativa ambiental.

2. O papel do Design na conservação e preservação de espécies em vias de extinção

O design contemporâneo assume-se como uma disciplina estratégica capaz de responder a desafios ecológicos complexos, indo além da criação de produtos funcionais e esteticamente apelativos. No contexto atual de perda acelerada de biodiversidade e de crescente pressão sobre os ecossistemas, o design pode desempenhar um papel crucial na sensibilização da sociedade e na promoção de soluções sustentáveis. Mais do que projetar objetos, trata-se de pensar sistemas, processos e narrativas que integrem responsabilidade ambiental, circularidade e consciência cultural.

Neste capítulo, analisam-se os contributos do design sustentável enquanto ferramenta de transformação social e ecológica, explorando de que modo pode apoiar a conservação e preservação de espécies em vias de extinção. Através da revisão de conceitos, autores de referência e estudos de caso no setor do mobiliário, compreendeu-se como diferentes abordagens têm integrado práticas sustentáveis e de que forma estas poderiam servir de base e inspiração para o projeto.

2.1 Design para a Sustentabilidade

A sustentabilidade, enquanto conceito aplicado ao design, implica uma reconfiguração profunda em todo o ciclo de vida dos produtos, tendo como objetivo central a redução dos impactos ambientais associados à produção, consumo e ao descarte (Manzini & Vezzoli, 2002). Na realidade atual em que vivemos “a consciencialização acerca do problema ambiental – e as atividades daí derivadas – seguiu um percurso que vai do tratamento da poluição [...] à interferência nos processos produtivos que geram tal poluição [...], e ao redesenho dos produtos

num processo que se faz necessário” (Manzini & Vezzoli, 2002, p.19). Neste contexto, o design pode não apenas responder às exigências ecológicas, mas também promover mudanças culturais e comportamentais necessárias para uma sociedade sustentável.

A sustentabilidade ambiental associada à reutilização de resíduos e à inovação na escolha de materiais não é um conceito recente, mas parece adquirir atualmente uma nova relevância face à crise ambiental que desafia a sociedade contemporânea. Desde o impacto dos plásticos, um material multifacetado cujas capacidades moldaram a modernidade, até à consciencialização sobre a necessidade de regenerar os ecossistemas, o design posiciona-se como uma disciplina capaz de integrar soluções tecnológicas e ambientais. Assim, o design para a sustentabilidade não se limita à criação de produtos com menor impacto ambiental, mas promove a reformulação dos ciclos de vida dos produtos, contribuindo para um equilíbrio entre inovação e responsabilidade ecológica (Fuad-Luke, 2010).

Mais do que uma resposta reativa, o design de baixo impacto ambiental configura-se como um processo proativo que abrange todas as etapas do ciclo de vida de um produto, desde a conceção até ao fim de vida. Segundo Manzini & Vezzoli (2002), promover a eficiência dos recursos e minimizar a interferência no meio ambiente são princípios fundamentais para alcançar esta visão integrada. Este paradigma reforça a necessidade de repensar práticas de produção e consumo, colocando os impactos ecológicos como um eixo central nas decisões projetuais.

Neste âmbito, a abordagem *Cradle to Cradle*, proposta por Braungart & McDonough (2002), oferece uma reconfiguração radical do papel do design ao propor a substituição do paradigma linear (extração-produção-descarte) por um modelo cíclico, inspirado nos sistemas biológicos. Segundo os autores, o objetivo não é reduzir o impacto negativo dos produtos, mas eliminar completamente o conceito de desperdício, transformando todos os materiais em nutrientes para novos ciclos. Esta abordagem propõe a criação de produtos compostos por materiais técnica e biologicamente seguros, capazes de serem infinitamente reutilizados ou de se reintegrarem com segurança nos ciclos naturais. Tal visão

alinha-se com os princípios da Economia Circular⁶ (Figura 2), onde a regeneração é vista como parte estrutural do processo produtivo.



Figura 2- Diagrama ilustrativo de economia circular (Fonte: Serviço de Estudos do Parlamento Europeu)

Também Maciel (2021), ao abordar a articulação entre design e a sustentabilidade, destaca a importância de considerar as especificidades socioculturais e económicas na prática do design sustentável. Para a autora, o design deve assumir um papel ético, atuando como mediador entre os recursos naturais e os sistemas produtivos. Para além disso a autora afirma que o design sustentável não se constrói apenas a partir de processos limpos ou materiais ecológicos, mas sim de uma visão crítica das relações entre o homem, objeto e ambiente. Esta perspetiva valoriza o design como instrumento de transformação social, indo além da funcionalidade ou da estética.

O design, neste quadro, é convocado a transformar resíduos antropogénicos em recursos valiosos, alinhando-se a uma lógica de circuito fechado, onde os materiais, provenientes da biosfera ou da tecnosfera, mantêm-se em circulação contínua. Esta abordagem não se limita à mitigação de danos, mas promove uma

⁶ Modelo de produção e de consumo que envolve a partilha, o aluguer, a reutilização, a reparação, a renovação e a reciclagem de materiais e produtos existentes, enquanto possível. Desta forma, o ciclo de vida dos produtos é alargado. (Parlamento Europeu, 2023)

visão sistêmica na qual os fluxos entre o sistema tecnológico e o sistema natural são progressivamente equilibrados, idealmente aproximando-se de modelos de tecnociclos (Manzini & Vezzoli, 2002).

O designer, neste contexto, é mais do que um criador de produtos: é um agente de transição, responsável por propor soluções que promovam compatibilidade entre os sistemas naturais e industriais. A adoção de uma lógica de não-interferência ecológica, conforme proposta por Manzini & Vezzoli (2002), implica que o design se oriente por critérios de durabilidade, biodegradabilidade e eficiência energética, repensando não apenas os materiais utilizados, mas todo o modelo produtivo.

No âmbito do design de mobiliário, esta abordagem poderá refletir-se na adoção de materiais reciclados e biodegradáveis, que não apenas reduzem a pressão sobre os recursos naturais, mas também promovem uma consciencialização sobre a importância de escolhas mais sustentáveis. Este compromisso vai além da estética ou da funcionalidade, sendo fundamentado numa visão abrangente que considera o impacto ambiental ao longo de todo o ciclo de vida do produto. Como destacado por Manzini & Vezzoli (2002), o desenvolvimento sustentável requer uma mudança de paradigma, onde o design é chamado a propor soluções que minimizem os impactos ambientais e maximizem a compatibilidade com os ciclos naturais. Deste modo, defende-se que o design sustentável deve ser encarado como um processo evolutivo, adaptável às exigências contemporâneas, assegurando simultaneamente a preservação de recursos e a responsabilidade ambiental para as gerações futuras.

2.2 Desafios ambientais contemporâneos e o potencial transformador do Design

Nas últimas décadas, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2021), o mundo tem enfrentado desafios ambientais sem precedentes (UNEP, 2021). De acordo com Fuad-luke (2010) “As alterações climáticas, a crise financeira global e o esgotamento iminente de recursos

apresentam um trio de desafios interligados."⁷ (p.5). Esta realidade evidencia a urgência de novas abordagens que integrem sustentabilidade e inovação em todas as áreas da atividade humana, incluindo o design, pois "a sustentabilidade é uma oportunidade sem precedentes para o design se reinventar, conferindo-lhe um novo propósito, direção e motivação" (Chapman & Gant, 2007, p.140).

Neste contexto, o design assume um papel essencial ao interligar o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, contribuindo para a criação de soluções que conciliam funcionalidade, estética e responsabilidade ambiental. Como salientam Manzini & Vezzoli (2002), o design sustentável transcende a mera concepção de produtos, promovendo a desmaterialização como princípio fundamental, reduzindo o consumo de recursos e minimizando impactos ambientais. Além disso, a sustentabilidade ambiental não é apenas um objetivo a ser perseguido, mas representa uma oportunidade transformadora para redefinir o papel do design. A sustentabilidade é uma oportunidade sem precedentes para o design se reinventar, proporcionando novo propósito, direção e motivação. No setor do mobiliário, por exemplo, a aplicação do Eco-design (Fuad-Luke, 2010) não se limita à utilização de materiais reciclados e processos de produção mais eficientes. Trata-se de um processo de design que considera os impactos ambientais associados a um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a aquisição de matérias-primas até à produção, utilização e fim de vida. Paralelamente, o Eco-design procura melhorar os aspetos estéticos e funcionais do produto, com a devida consideração pelas necessidades sociais e éticas (Fuad-Luke, 2010). Esta abordagem demonstra como o design pode funcionar como um catalisador para mudanças sociais e ambientais positivas.

Inspirando-se na complexidade e resiliência dos ecossistemas, esta investigação explora como princípios naturais podem informar a criação de soluções criativas e sustentáveis. A bioinspiração constitui uma abordagem de design que procura interpretar princípios, estruturas e estratégias presentes nos sistemas biológicos, transformando-os em orientações conceptuais para a criação

⁷Tradução livre de autor: "The climate change, the global financial crisis, and looming resource depletion present a triad of interlinked challenges" (Fuad-luke, 2010, p.5)

de soluções humanas (Andrade, 2024). Esta perspectiva não visa reproduzir mecanicamente processos naturais, mas antes extrair deles referências formais, funcionais e comportamentais que contribuam para uma prática projetual mais integrada com os ecossistemas, promovendo soluções inovadoras que reconhecem a inteligência inerente ao mundo natural (Figura 3). Neste contexto, a regeneração dos ecossistemas torna-se uma prioridade, visto que "a nossa vida e a das futuras gerações depende do funcionamento no longo prazo daquele intrincado de ecossistemas que, por simplicidade, chamamos natureza" (Manzini & Vezzoli, 2002, p.27).



Figura 3- Cadeira “*Butterfly*” de Santo & Jean Ya (Fonte: Sohomod)

Esta abordagem não se limita a reduzir impactos ambientais, mas procura reimaginar como os recursos naturais e antropogênicos podem ser transformados em novos produtos que promovam simultaneamente a sustentabilidade e a preservação da biodiversidade. Pensando intrinsecamente sobre o assunto, pode-se concluir que a natureza ajusta a forma à função. Ao incorporar formas e princípios naturais, o design bioinspirado não apenas resolve problemas funcionais, mas também evoca uma ligação emocional e cognitiva. Como destacado por Fuad-Luke (2010), projetos que promovem uma consciência ecológica têm o potencial de aumentar a sensibilização dos utilizadores para questões ambientais, criando uma conexão mais profunda com o impacto das suas escolhas. Este processo consciencializa mais facilmente as pessoas sobre a interdependência entre inovação e responsabilidade ambiental.

A definição de desenvolvimento sustentável (WCED, 1987⁸) conforme articulado por Gro Harlem Brundtland (Encyclopedia Britannica, s.d.) no seu relatório “*Our Common Future*” refere que “o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que vai ao encontro das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atingirem as suas necessidades” (WCED, 1987). Este princípio orienta a abordagem material e criativa deste trabalho, promovendo soluções que pretendem respeitar os limites dos recursos naturais enquanto incentivam a regeneração ambiental.

Ao aplicar este conceito ao design de mobiliário, reforça-se a ideia de que escolhas conscientes na seleção de materiais e processos não apenas reduzem impactos ambientais, mas também capacitam os utilizadores a compreender a interligação entre consumo e preservação ecológica. Assim, o design sustentável emerge como uma ferramenta essencial para alinhar inovação com responsabilidade ética e ambiental. O design, enquanto disciplina multifacetada, pode estabelecer uma ligação intrínseca entre as necessidades do quotidiano das pessoas e questões críticas do nosso tempo, como a sustentabilidade e a preservação ambiental.

A fauna e a flora têm servido de inspiração para inúmeros projetos e coleções de produtos, consolidando a natureza como uma fonte inesgotável de ideias e soluções criativas. A Figura 4 apresenta uma coleção de mobiliário em que os produtos têm formas e detalhes inspirados diretamente na natureza, nomeadamente em folhas de árvores.

⁸ O conceito de “sustentabilidade ambiental” foi introduzido em 1987 pela WCED (World Commission on Environment and Development), uma comissão formada por membros da ONU. (Organização das Nações Unidas, 2025)



Figura 4- Coleção “Leaf” (Fonte: Arper)

Para além de criar objetos funcionais e esteticamente agradáveis, o designer poderá assumir um papel essencial como agente de mudança, reinterpretando a sua realidade para responder aos desafios contemporâneos. Esta capacidade de projetar novos produtos e redesenhar os já existentes transforma o design num veículo poderoso para transmitir mensagens ambientais, sensibilizando os utilizadores e promovendo uma transição para práticas mais conscientes e responsáveis. Assim, conceitos como o design bioinspirado não apenas celebram a natureza, mas também têm a capacidade de fomentar diálogos transformadores entre inovação, ética e sustentabilidade, essenciais para moldar o futuro.

2.3 Design de mobiliário que integra o conceito de Sustentabilidade Ambiental

A presente secção dedica-se à análise crítica de um conjunto de exemplos contemporâneos no domínio do design de mobiliário sustentável, com o intuito de compreender de que forma esta prática tem vindo a responder aos desafios ecológicos da atualidade. A seleção dos casos que se apresentam neste capítulo assentou numa metodologia qualitativa de observação e análise, tendo sido privilegiadas iniciativas que demonstram um compromisso efetivo com a sustentabilidade ambiental, não apenas ao nível da escolha de materiais, mas também no modo como incorporam uma mensagem educativa e transformadora na sua linguagem projetual.

Com esta seleção pretende-se evidenciar a diversidade de estratégias adotadas por diferentes entidades, desde marcas comerciais a ateliers independentes, que procuram integrar o reaproveitamento de resíduos na produção de mobiliário, explorando não apenas o seu potencial material, mas também a sua carga simbólica e comunicacional. Estes exemplos ilustram como o design pode desempenhar um papel ativo na promoção de comportamentos mais conscientes, contribuindo para a transição para modelos produtivos mais circulares e ambientalmente responsáveis. Ao mesmo tempo, esta análise fornece uma base teórica e crítica sólida para o projeto desenvolvido nesta investigação, permitindo consolidar diretrizes que conciliem inovação, estética, funcionalidade e impacto ambiental positivo, valorizando o design como instrumento de transformação ecológica e cultural.

2.3.1. ecoBirdy

A ecoBirdy, empresa belga fundada pelos designers Vanessa Yuan e Joris Vanbriel, e surgida no mercado em 2016, destaca-se pela implementação dum processo de reciclagem inovador que utiliza brinquedos de plástico descartados como matéria-prima para não apenas criar peças de mobiliário infantil totalmente recicláveis e com uma estética atrativa, mas também promover a consciência ambiental desde a infância (Salone del Mobile.Milano, s.d.).

Entre todas as peças da marca, as que mais se destacam na consciencialização da conservação de espécies são o módulo de arrumação *Kiwi* e a lâmpada *Rhino* (Figura 5), ambos fabricados com ecothylene que, segundo a marca, é um material único e exclusivo desenvolvido pela própria empresa (ecoBirdy, s.d.), promovendo a economia circular e reduzindo a necessidade de novos plásticos⁹. Assim, consegue promover a capacidade de um sistema produtivo que consiga responder à procura social de um bem-estar utilizando uma quantidade de recursos ambientais inferior aos níveis atualmente praticados. Estes produtos lúdicos, inspirados no kiwi e no rinoceronte, transformam objetos funcionais em

⁹ Foi feita uma tentativa de contacto com a empresa via email de modo a obter mais informações acerca do material e processos produtivos, no entanto, não se obteve resposta.

veículos de comunicação ambiental, promovendo uma ligação emocional entre os utilizadores e a natureza.



Figura 5- Da esquerda para a direita: Módulo de arrumação “Kiwi” e Candeeiro “Rhino” (Fonte: ecoBirdy)

Segundo a marca, o objetivo destas peças é incutir, especialmente nas crianças, uma compreensão da fragilidade dos ecossistemas e das espécies que dependem deles. Por exemplo, o módulo de arrumação Kiwi remete para a ave endêmica da Nova Zelândia, simbolizando a vulnerabilidade de espécies cujo habitat está em declínio. Já o candeeiro Rhino chama a atenção para a ameaça enfrentada pelos rinocerontes devido à caça furtiva e à destruição de habitats (ecoBirdy, s.d.).

Ao integrar mensagens ambientais no design, a ecoBirdy vai além da produção de mobiliário. A marca procura criar um impacto cultural, inspirando mudanças de comportamento e incentivando os consumidores a refletirem sobre as suas escolhas e os seus efeitos no planeta. Este esforço educativo é amplificado através de programas de sensibilização em escolas, onde a ecoBirdy partilha o seu processo de reciclagem e promove uma consciência ambiental entre as gerações mais jovens (DesignWanted, 2020).

Esta abordagem faz da ecoBirdy uma referência natural para este projeto de investigação, uma vez que demonstra que a estética e a funcionalidade podem coexistir com a responsabilidade ambiental, enquanto ajudam a sensibilizar a sociedade para a problemática de espécies ameaçadas e a promover uma relação mais harmoniosa entre a humanidade e a natureza.

2.3.2. Extruplás

Uma outra empresa que interessa ser exposta é a Extruplás, que desde a sua fundação em 2000 no Seixal, especializa-se na reciclagem de plásticos mistos para

a produção de mobiliário urbano em plástico 100% reciclado recolhido através dos sistemas de reciclagem nacionais. Deste modo, contribui para a redução da quantidade de plásticos acumulados em aterros ou dispersos no ambiente, e promove a sustentabilidade e a economia circular (Extruplás, s.d.).

Com este sistema de reaproveitamento de resíduos a empresa consegue oferecer alternativas sustentáveis e duradouras a materiais convencionais, como a madeira o que também contribui para a preservação de florestas, fundamentais para a sobrevivência de inúmeras espécies. Assim, a sustentabilidade da Extruplás vai além da reutilização de resíduos, influenciando positivamente a conservação de ecossistemas naturais. A filosofia da empresa ultrapassa o impacto ambiental imediato, pois ao educar consumidores e parceiros sobre os benefícios da economia circular e da reutilização de resíduos através do exemplo dado pelos seus produtos, a Extruplás posiciona-se como um catalisador de mudança, mostrando que a inovação no design pode estar ao serviço da preservação do planeta. Este contributo coloca a empresa como uma referência no setor do design sustentável, onde funcionalidade, responsabilidade ambiental e estética se interligam para um impacto positivo de longo prazo (Jornal de Negócios, 2014). A figura 6 apresenta um banco urbano da Extruplás, concebido inteiramente em plástico reciclado. Este exemplar evidencia a aplicação concreta da filosofia da empresa, aliando funcionalidade a uma abordagem de design orientada para a sustentabilidade.



Figura 6- Banco “Ribatejo” inserido no espaço. (Fonte: Extruplás)

2.3.3. Pentatonic

No domínio do design de mobiliário sustentável, destaca-se a empresa Pentatonic, fundada por Jamie Hall e Johann Boedecker, ex-funcionários da Nike e

da Levi's, respetivamente. A Pentatonic diferencia-se pela criação de mobiliário e utensílios domésticos inteiramente produzidos a partir de resíduos pós-consumo, promovendo uma abordagem inovadora e sustentável no design contemporâneo (Ideia Circular, 2017).

A empresa utiliza uma variedade de materiais reciclados, incluindo plásticos, metais e tecidos, transformando-os em produtos de alta qualidade e design apelativo. Por exemplo, na sua coleção "*New Clothes*", a Pentatonic desenvolveu cadeiras, mesas e outros acessórios utilizando resíduos têxteis misturados com resina, resultando em peças únicas e sustentáveis (Designboom, 2018). A figura 7 apresenta parte dessa coleção.



Figura 7- Mostra da coleção "*New Clothes*". (Fonte: Designboom)

Uma outra iniciativa da Pentatonic é a parceria com a Starbucks, onde resíduos plásticos das lojas foram transformados em mobiliário para os próprios estabelecimentos. Esta colaboração resultou na criação da "*Bean Chair*" (Figura 8), uma cadeira modular feita predominantemente de polietileno tereftalato. Este material plástico é recolhido nas lojas Starbucks, sendo posteriormente limpo, triturado e moldado para formar o casco da cadeira (Starbucks, 2017).



Figura 8- Cadeira “*Bean Chair*” estofada (Esq.) e em casco (Dir.). (Fonte: Starbucks)

A Pentatonic adota uma abordagem de economia circular, garantindo que os seus produtos sejam totalmente recicláveis no fim do seu ciclo de vida. Além disso, a empresa oferece um programa de recompra, incentivando os consumidores a devolverem os produtos usados para serem reciclados e reintegrados na cadeia de produção (Dezeen, 2017). Esta abordagem não só minimiza o impacto ambiental, mas também promove a consciencialização sobre a importância da reutilização de materiais e da conservação dos recursos naturais. A Pentatonic demonstra que é possível aliar estética, funcionalidade e responsabilidade ambiental no design de mobiliário, contribuindo para uma interação mais equilibrada entre os seres humanos e o meio ambiente.

2.3.4. O Atelier Lionel Jadot

Ainda dentro da esfera do design de mobiliário ecológico, destaca-se o Atelier Lionel Jadot, liderado pelo designer, arquiteto de interiores e artista belga Lionel Jadot. Descendente da renomada família belga de fabricantes de móveis Vanhamme, Lionel Jadot cresceu no atelier familiar, onde desenvolveu uma afinidade pela reutilização de materiais e pela criação de peças únicas a partir de sobras de produção (1stDibs, 2023).

A abordagem distintiva do Atelier Lionel Jadot centra-se na recuperação e reutilização de materiais descartados, transformando-os em peças de mobiliário e design de interiores que combinam estética e sustentabilidade. Por exemplo, a cadeira “*Black Caterpillar*” (Figura 9) foi criada a partir de sucata metálica proveniente de uma empresa que realiza cortes a laser de materiais para máquinas industriais. Estas sobras metálicas, com aparência inacabada, são reutilizadas para

formar a estrutura da cadeira em que ao ser posicionada diante de uma parede branca, projeta formas gráficas. Outro exemplo é a cadeira "*Lost Highway*", (Figura 9) composta por placas de asfalto reciclado unidas por hastes de aço recuperadas de empresas metalúrgicas. “Embora possa parecer improvável, esta peça oferece um conforto, demonstrando a capacidade do atelier em transformar materiais inusitados em mobiliário funcional e esteticamente apelativo.” (1stDibs, 2023).



Figura 9- Da esquerda para a direita: cadeira "*Black Caterpillar*" e Cadeira "*Lost Highway*". (Fonte: 1stDibs)

Em 2018, Lionel Jadot fundou os Ateliers Zaventem, um centro criativo situado numa antiga fábrica de papel do século XIX, nos arredores de Bruxelas. Este espaço acolhe diversos artesãos e designers que colaboram em projetos que enfatizam a sustentabilidade e a reutilização de materiais. Um exemplo emblemático desta colaboração é o hotel Mix Brussels (Figura 10), inaugurado em junho de 2024, onde Jadot, juntamente com 52 artesãos, criou interiores únicos utilizando materiais recuperados e peças de design personalizadas (1stDibs, 2023).



Figura 10- Interior do hotel *Mix Brussels*. (Fonte: 1stDibs)

“A filosofia do Atelier Lionel Jadot rejeita a uniformidade e a produção em massa, privilegiando a criação de objetos únicos que contam histórias através dos materiais reutilizados. Esta abordagem não só reduz o desperdício, mas também promove uma ligação emocional entre o utilizador e o objeto, sublinhando a importância da sustentabilidade no design contemporâneo.” (1stDibs, 2023).

Em reconhecimento ao seu contributo para o design sustentável, Lionel Jadot foi nomeado "Designer do Ano" na categoria de Hospitalidade pela Maison & Objet em 2024, destacando-se pela sua capacidade de integrar práticas ecológicas e artesanais no design de interiores e mobiliário (Maison&Objet, 2024).

Através do Atelier Lionel Jadot, o designer demonstra que é possível aliar criatividade, funcionalidade e responsabilidade ambiental no design de mobiliário, promovendo uma sinergia mais saudável entre a inovação humana e o ambiente natural.

2.3.5. Estudo de caso: a Coleção “Habitats” da empresa Vestre

A Vestre, uma empresa norueguesa de mobiliário urbano, que se distingue pelo seu compromisso com o design sustentável e a promoção da biodiversidade em ambientes urbanos. A sua coleção "*Habitats*" (Figura 11) exemplifica esta abordagem, integrando funcionalidades práticas com a criação de micro-habitats que favorecem a vida selvagem, ao mesmo tempo que promove uma maior ligação entre os espaços urbanos e a natureza (Vestre Habitats, s.d.). Este tipo de intervenção está alinhado com iniciativas como as da Oxford Biodiversity Network, e explora soluções para integrar biodiversidade em áreas urbanas através de

projetos sustentáveis que valorizam a coexistência entre humanos e natureza (Oxford Biodiversity Network, s.d.).



Figura 11- Coleção “*Habitats*” num contexto de stand de exposição. (Fonte: dezeen)

A empresa diz utilizar energia renovável e promover práticas de produção responsáveis, minimizando a sua pegada de carbono e reforçando a economia circular. Adicionalmente, 10% dos seus lucros anuais são destinados a iniciativas globais que apoiam a sustentabilidade, demonstrando o compromisso da marca com a responsabilidade social e ambiental (Vestre, s.d.).

Alexander Qual, designer de produto com mais de 20 anos de experiência, é motivado pelos processos de design que exigem conhecimento e percepção e dão vida a ideias inovadoras significativas (Vestre Habitats, 2021). Juntamente com o estúdio de design ARDE, fundado em 2015 pelo arquiteto e designer René Houghaard, comprometido em promover um impacto positivo no planeta onde habitamos, são responsáveis pela ideia e design da coleção “Habitats” para a empresa Vestre apresentado em 2021 (ARDE, 2024). Esta coleção destaca-se não apenas pelo seu design sustentável, mas também pelo papel inovador que desempenha no estudo da biodiversidade urbana. A Enki Magazine (2022) relata que através da utilização de tecnologias avançadas, como o DNA ambiental, os produtos da coleção são integrados em estudos de monitorização da biodiversidade, permitindo a deteção de espécies presentes no ambiente, muitas vezes de forma não invasiva. A figura 12 mostra o produto “*Leaf*” em utilização para monitorização de espécies.



Figura 12- Produto “Leaf” em utilização (Fonte: Enki Magazine)

Esta abordagem não só contribui para a compreensão mais detalhada dos ecossistemas urbanos, como também sensibiliza a sociedade para a fragilidade e potencial desaparecimento de espécies que passam despercebidas no cotidiano das cidades. Segundo a marca, ao combinar design funcional com ferramentas científicas, a mesma oferece um exemplo poderoso de como o mobiliário urbano pode transcender o seu propósito inicial, tornando-se uma plataforma para consciencializar sobre a importância da preservação da biodiversidade e inspirando ações em prol de espécies em vias de extinção. Este caso de estudo evidencia o impacto transformador do design sustentável quando aliado à ciência, reforçando a sua relevância no contexto do presente projeto.

Um dos produtos mais característicos da coleção “*Habitats*” é o “*Decay Edge*”, onde combina a funcionalidade de um compostor com a estética de uma floreira, permitindo a criação de micro-habitats vivos em ambientes urbanos (Figura 13).



Figura 13- Estrutura do “Decay Edge” (Esq.) e produto em utilização (Dir.). (Fonte: Vestre)

Este projeto inovador integra materiais como pedra, madeira, matéria orgânica, solo, plantas e água, proporcionando condições ideais para uma ampla variedade de organismos, incluindo borboletas, besouros, lagartas, minhocas, fungos, pequenos mamíferos e microrganismos (Vestre Habitats, s.d.). Ao transformar resíduos e elementos naturais em componentes de um produto funcional, o “*Decay Edge*” demonstra como o reaproveitamento pode beneficiar tanto a biodiversidade quanto os espaços urbanos. A flexibilidade do sistema, disponível em diferentes tamanhos e formatos, facilita a sua adaptação a variados contextos ambientais, desde parques urbanos até áreas residenciais. Segundo a Vestre a estrutura do produto também pode ser complementada com um banco montado na sua borda, ampliando o potencial de interação entre pessoas e a natureza. Este elemento multifuncional combina a utilidade com a capacidade de sensibilizar os utilizadores para a importância de preservar a biodiversidade

O “*Decay Edge*” destaca-se pelo seu enfoque em recriar uma “natureza desorganizada”, o que é um aspeto essencial para a sobrevivência de muitas espécies (Daily, 1997). Em contraste com a tendência urbana de transformar áreas verdes em espaços organizados e esteticamente controlados, este projeto promove habitats naturais que oferecem abrigo e alimento para insetos, répteis e pequenos mamíferos. A integração de elementos naturais que refletem ambientes “desorganizados” reconecta a sociedade à essência dos processos ecológicos, reforçando a importância de uma abordagem mais inclusiva na conservação da biodiversidade urbana.

A relevância educacional do “*Decay Edge*” é igualmente notável (Figura 14). Este produto não apenas promove a sustentabilidade ao reutilizar materiais naturais e orgânicos, mas também educa a sociedade sobre a necessidade de preservar habitats para organismos frequentemente negligenciados. Através da sua estrutura, ele comunica a importância de coexistir com outras formas de vida, tornando visível a ligação entre os ambientes urbanos e os ecossistemas que os sustentam. Ao transformar o mobiliário urbano num ecossistema funcional, o “*Decay Edge*” evidencia o papel do design enquanto ferramenta estratégica na conservação ambiental e na sensibilização pública (Architonic, s.d.).



Figura 14- Produto “Decay Edge” em utilização no cotidiano urbano (Fonte: Vestre)

O produto “*Leaf*” destaca-se como um componente da mesma forma, a coleção “Habitats” destaca-se pela sua abordagem inovadora na promoção da biodiversidade em ambientes urbanos (Figura 15). Este produto, concebido como um hotel para insetos, combina uma estética minimalista e escultural, e é inspirado na forma de uma folha estilizada, promovendo um equilíbrio entre funcionalidade e estética. Além disso, o “*Leaf*” pode ser integrado em diversos contextos, desde canteiros e terraços até parques urbanos, adaptando-se facilmente a diferentes paisagens e reforçando o compromisso com a sustentabilidade e a proteção ambiental (Vestre, s.d.).



Figura 15- Estrutura do “*leaf*” (Esq.) e produto em utilização (Dir.). (Fonte: Vestre)

De acordo com a Vestre Habitats (s.d.) a funcionalidade do “*Leaf*” é potenciada pelas três versões desenvolvidas, abrangendo uma ampla gama de

necessidades dos insetos (Figura 16). A primeira versão é direcionada para abelhas e consiste num bloco de madeira com orifícios de diferentes diâmetros, cuidadosamente projetados para acomodar espécimes nas condições ideais. Este detalhe reflete um profundo entendimento dos hábitos reprodutivos das abelhas, uma vez que orifícios com profundidade insuficiente podem comprometer a deposição de ovos, especialmente os femininos, essenciais para a continuidade das populações. A segunda versão inclui uma estrutura metálica que protege materiais orgânicos variados no seu interior, oferecendo abrigo a múltiplos tipos de insetos, enquanto resiste à ação de pássaros e vandalismo. Por fim, a terceira versão é projetada especificamente para abelhas solitárias e abelhões, oferecendo ventilação ideal e um espaço protegido com uma área de pouso integrada, sublinhando o compromisso com a funcionalidade e o bem-estar dos insetos.



Figura 16- Da esquerda para a direita: versão específica para abelhas; versão para múltiplos tipos de insetos; versão para abelhas solitárias e abelhões. (Fonte: Vestre)

Um dos aspetos mais notáveis do “*Leaf*” é a atenção aos detalhes biológicos específicos, como a escolha de materiais orgânicos adequados e a exclusão de madeira tratada ou recentemente pintada, em que pode afastar os insetos. Este cuidado demonstra uma abordagem científica e informada, alinhada com o objetivo de preservar habitats urbanos de forma eficaz. Além disso, ao ser estrategicamente colocado em áreas públicas urbanas, o *Leaf* desempenha um papel educativo, sensibilizando para a crise da biodiversidade, onde mais de 40% dos insetos globais enfrentam risco de extinção (Vestre Habitats, s.d.).

O “*Leaf*” não é apenas uma solução estética e funcional, é um veículo de consciencialização ambiental. A forma de folha estilizada e os materiais escolhidos

estabelecem uma ligação simbólica entre natureza e design, evocando a importância dos insetos no equilíbrio dos ecossistemas urbanos e nos processos ecológicos, como a polinização e o controlo de pragas (Architonic, s.d.). Ao proporcionar abrigo para espécies como borboletas, besouros, abelhas e larvas, o “*Leaf*” reflete a interdependência entre biodiversidade e sustentabilidade, demonstrando como o design pode ser um catalisador para a mudança ambiental (Vestre Habitats, s.d.).

Assim, o produto “*Leaf*” transcende a mera funcionalidade de um “hotel de insetos”, integrando-se num contexto mais amplo de conservação ambiental e educação pública, exemplificando como o design pode unir ciência, sustentabilidade e estética, desempenhando um papel crucial na proteção da biodiversidade em áreas urbanas e na promoção de uma relação mais harmoniosa entre o ser humano e a natureza.

Outro produto emblemático da mesma coleção é o banco “*House*”, um banco que integra troncos e ramos organizados de forma a criar uma pilha estruturada de madeira. Este projeto permite que os utilizadores observem e experienciem o lento processo de decomposição, promovendo uma interação direta com a dinâmica dos ciclos naturais (Figura 17). A ideia de incorporar madeira em decomposição no mobiliário urbano não é apenas funcional, mas também educativa, ao revelar a importância destes processos para a biodiversidade (Vestre Habitats, s.d.).

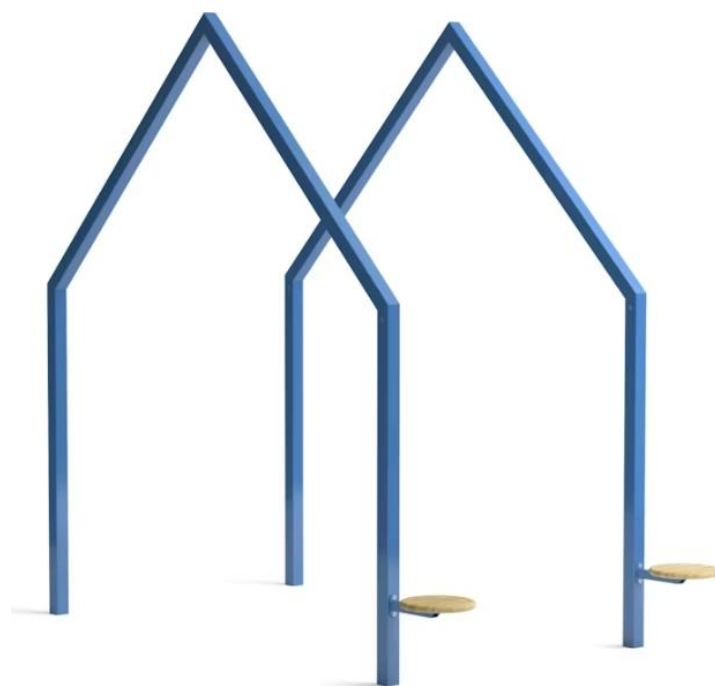


Figura 17- Estrutura do banco "House". (Fonte: Vestre)

A madeira morta, muitas vezes descartada em espaços urbanos devido à preferência por paisagens limpas e organizadas, desempenha um papel crucial na conservação de inúmeras espécies. Segundo a Vestre Habitats (s.d.) troncos e ramos em decomposição proporcionam habitats vitais para organismos como borboletas, besouros, lagartas, minhocas, fungos, pequenos mamíferos e microrganismos, tal como defende a *Heart of England Forest* (2021) ao destacar a importância que árvores ocas e madeira morta têm para diversas espécies, servindo como locais de nidificação e descanso, reforçando a interligação entre diferentes níveis da cadeia alimentar. (Figura 18)



Figura 18- Local de habitação e descanso para diversas espécies. (Fonte: Heart of England Forest)

A relevância do “*House*” reside na sua capacidade de recriar micro-habitats urbanos que sustentam processos ecológicos fundamentais. Ao contrário da prática comum de remover árvores mortas e madeira em espaços verdes, este equipamento celebra a importância da decomposição, permitindo que os seus utilizadores reflitam sobre o papel invisível, mas essencial, desempenhado por fungos, bactérias e invertebrados. Como destacado pela Vestre, “troncos aparentemente sem vida podem abrigar um universo fervilhante de espécies microscópicas e habitats.” (Vestre Habitats, s.d.), sublinhando assim a diversidade que emerge de processos naturais aparentemente simples.

Este produto transcende igualmente a funcionalidade ao incorporar uma dimensão educacional e simbólica. A presença do “*House*” em parques e espaços verdes urbanos (Figura 19) incentiva o público a reconhecer o valor ecológico de materiais muitas vezes considerados descartáveis. Mais do que um simples banco, é uma plataforma para consciencializar os utilizadores sobre a necessidade de preservar a biodiversidade e os ecossistemas urbanos (Architonic, s.d.).



Figura 19- Banco “House” em utilização e inserido no espaço. (Fonte: Vestre)

Além disso, a filosofia por trás deste produto reflete um esforço deliberado para inverter a tendência de perda de biodiversidade global. Como destacado pela marca, "um milhão de espécies de animais, plantas e fungos estão atualmente ameaçados de extinção." (Vestre Habitats, s.d.). Produtos como este demonstram como o design pode desempenhar um papel ativo na proteção de processos naturais essenciais, enquanto aumentam o conhecimento e a sensibilização para os desafios ecológicos.

Tal como outros equipamentos da mesma coleção o banco “House” vem reforçar o compromisso da Vestre em integrar biodiversidade e design. Ao adotar uma abordagem que promove a coexistência harmoniosa entre a funcionalidade urbana e os ciclos naturais, o produto não apenas apoia a vida selvagem, mas também inspira mudanças culturais e comportamentais. Este exemplo concreto de design sustentável ilustra como o mobiliário pode atuar como um veículo para conectar ciência, natureza e sociedade, criando soluções que combinam estética, inovação e conservação.

Na mesma linha de outros produtos da série “Habitats”, o banco “Log” emerge como uma solução que une design funcional e consciencialização ambiental, reafirmando o compromisso da Vestre com a biodiversidade urbana (Figura 20). Este produto permite organizar troncos e ramos em pilhas estruturadas, criando um ambiente propício para a decomposição natural, enquanto oferece ao utilizador uma experiência sensorial e educativa. Ao incorporar um banco, a estrutura “Log” convida os utilizadores a observar e a refletir sobre o processo de decomposição,

um fenómeno essencial para a manutenção da biodiversidade nos ecossistemas (Architonic, s.d.).



Figura 20- Estrutura do banco “Log”. (Fonte: Vestre)

Este produto, assim como os outros produtos da coleção vai além da funcionalidade estética ou utilitária. A sua estrutura suporta uma ampla variedade de organismos, incluindo lagartas, besouros, minhocas, microrganismos e fungos (Vestre Habitats, s.d.). Neste contexto, a EcoServants (s.d.) destaca que estes organismos desempenham papéis cruciais nos ciclos ecológicos, como decompositores e fontes de alimento para espécies superiores na cadeia alimentar, incluindo aves e pequenos mamíferos. Estende-se assim, que a disposição dos troncos e ramos nesta estrutura reflete um compromisso da marca em preservar habitats que muitas vezes são negligenciados em ambientes urbanos.

Este produto sublinha também a importância das árvores mortas e da madeira em decomposição como habitats essenciais para diversas espécies raras, como líquenes, musgos e plantas, que dependem destas condições específicas para prosperar. Além disso, árvores ocas e madeira morta são locais propícios para nidificação e reprodução de aves, ampliando ainda mais a interligação ecológica promovida pelo equipamento “Log” (Cavity Conservation Initiative, s.d.). De acordo com a Vestre Habitats (s.d.) a sua versatilidade em tamanhos e formatos permite uma integração eficiente em variados contextos urbanos, desde parques a pequenos espaços verdes (Figura 21).



Figura 21- Banco “Log” inserido no espaço. (Fonte: Vestre)

Para a Vestre Habitats (s.d.) o conceito por trás do “Log” reflete a motivação dos designers em destacar a importância da decomposição como um processo natural indispensável para a sustentabilidade do ecossistema. “Ao proporcionar uma estrutura organizada para este fenómeno, o Log transforma um processo muitas vezes invisível em algo tangível e educativo, aproximando os utilizadores das dinâmicas naturais que sustentam a vida.” (Vestre Habitats, s.d.). Este projeto, também ele minimalista e funcional promove uma conexão direta entre as pessoas e os ciclos ecológicos, parecendo querer reforçar a necessidade de proteger a biodiversidade e atuar como um catalisador para mudanças comportamentais, promovendo a consciencialização sobre a importância de habitats naturais, mesmo em áreas urbanizadas. “A ideia de observar a decomposição no centro da cidade reflete uma abordagem inovadora, onde mobiliário urbano se torna um meio para educar e sensibilizar a sociedade.” (Vestre Habitats, s.d.). Com este produto, a Vestre reafirma o papel do design sustentável na reabilitação ecológica, transformando elementos simples em ferramentas de consciencialização ambiental e preservação da biodiversidade.

Avançando na análise das peças que compõem a coleção “*Habitats*”, o banco “*Pile*” apresenta-se como uma solução versátil e inovadora que utiliza materiais excedentes, como pedras grandes e cascalho, para criar micro-habitats urbanos (Figura 22). Este produto reflete mais uma vez a abordagem da Vestre na promoção da biodiversidade através do design, demonstrando que elementos simples podem ter um impacto significativo na conservação e regeneração dos ecossistemas (Architonic, s.d.).



Figura 22- Banco “*Pile*”. (Fonte: Vestre)

A estrutura do banco “*Pile*” permite organizar pedras e cascalho em pequenas pilhas, criando variações de luz, temperatura e humidade. Estas condições são essenciais para a sobrevivência de organismos termofílicos¹⁰, como insetos e répteis, que dependem do calor armazenado pelas pedras para regular a sua temperatura corporal, dado que a sua desregulação afeta diretamente os seus processos fisiológicos e o desempenho geral (Nature Blog Network, s.d.). Além disso, estas pilhas proporcionam abrigo e alimento para uma ampla variedade de espécies, incluindo besouros, lagartas, minhocas, fungos, microrganismos e pequenos mamíferos, reforçando a importância da criação de habitats diversificados em áreas urbanas (Vestre Habitats, s.d.).

Segundo a marca, a flexibilidade desta estrutura, disponível em diferentes tamanhos e materiais, facilita a sua integração em parques, jardins e outros espaços públicos, permitindo que as pilhas de pedra funcionem como elementos delimitadores de espaços ou como indicadores de diferenças de nível em terrenos uniformes. Este aspeto funcional é complementado pela sua capacidade de criar microclimas que suportam espécies adaptadas a ambientes específicos, enriquecendo a biodiversidade urbana (Vestre Habitats, s.d.).

A motivação por trás do banco “*Pile*” está profundamente enraizada na ideia de *Deliberate disorder* como destacado pelo designer René Hougaard. A disposição

¹⁰Que vive ou se desenvolve em ambientes com temperaturas geralmente acima de 40 graus centígrados. (Priberan, 2025)

intencional de materiais naturais, como pedras partidas e tijolos ricos em cálcio, contribui para a criação de pequenos biótopos¹¹ em áreas pobres em nutrientes e expostas ao sol, promovendo o crescimento de plantas calcícolas e a sobrevivência de espécies que dependem dessas condições únicas. Esta abordagem sublinha a importância de integrar elementos aparentemente simples, mas ecologicamente significativos, no design de espaços urbanos (Vestre Habitats, s.d.).

Além do seu impacto ecológico, o “*Pile*” educa os utilizadores sobre o papel crucial da diversidade de habitats na sustentação da vida. Ao transformar materiais excedentes em estruturas funcionais e esteticamente agradáveis, este produto reforça a mensagem de que a reutilização criativa pode contribuir para a regeneração ambiental e a sensibilização pública (Figura 23). A experiência de observar a interação entre organismos e o micro-habitat criado pelas pilhas de pedra promove uma ligação direta entre as pessoas e os processos ecológicos, incentivando a proteção e valorização da natureza (Architonic, s.d.).



Figura 23- Pilha de pedras pertencentes ao banco “*Pile*” em utilização e inserido no espaço. (Fonte: Vestre)

Este produto, ao ser premiado com o *Danish Design Award*, exemplifica como o design sustentável pode ser uma ferramenta eficaz para a conservação da biodiversidade. Ao combinar funcionalidade, estética e impacto ecológico, este produto reforça a relevância do design perante os desafios ambientais

¹¹ Região geográfica onde o ambiente biológico e a distribuição da flora e fauna são uniformes. (Worldatlas, 2017)

contemporâneos, enquanto promove uma maior integração da natureza nos espaços urbanos.

Concluindo a análise desta coleção, o produto “*Wings*” (Figura 24) emerge como uma solução estratégica e funcional para enfrentar a falta de espaços seguros para a nidificação de aves, que segundo a UNDP Belarus (2022) é um dos desafios mais significativos da biodiversidade urbana. Este produto sublinha a importância de apoiar espécies que desempenham papéis ecológicos vitais, como o controlo de pragas e a polinização, ao mesmo tempo que promove uma interação mais direta entre os habitantes urbanos e a vida selvagem (Vestre Habitats, s.d.).



Figura 24- Produto “*Wings*”. (Fonte: Vestre)

O produto “*Wings*” é uma casa para aves, projetada para oferecer soluções práticas e adaptáveis à escassez de locais de nidificação em áreas urbanas. Muitas aves que nidificam em cavidades enfrentam dificuldades devido à remoção de árvores antigas e doentes, que tradicionalmente serviam como abrigo. Em florestas intensivamente geridas, parques e jardins, a falta de árvores com cavidades naturais representa um obstáculo significativo para a sobrevivência destas espécies. Neste contexto, o produto “*Wings*” apresenta-se como uma alternativa, contribuindo para a criação de habitats seguros através de caixas-ninho adaptadas a diferentes espécies e ambientes (Architonic, s.d.).

Estas casas, disponível em diversas variações, não apenas consideram os requisitos biológicos das aves, mas também integram elementos estéticos e funcionais que permitem a sua colocação em parques, jardins e outros espaços

urbanos. Esta versatilidade reflete-se na escolha de materiais e formas que se adaptam a diferentes contextos, promovendo a harmonização entre funcionalidade, sustentabilidade e integração paisagística (Vestre Habitats, s.d.).

A motivação dos designers da empresa por trás do projeto “Wings” enfatiza a importância das aves na manutenção do equilíbrio ecológico. Ao controlar pragas e facilitar a polinização, as aves desempenham um papel fundamental nos ecossistemas. No entanto, a crescente perda de habitats adequados e a intensificação das práticas de gestão florestal têm comprometido significativamente as populações de aves que nidificam em cavidades. O produto procura mitigar este impacto, criando oportunidades de nidificação seguras que permitam o estabelecimento de novas populações em áreas urbanas (Vestre Habitats, s.d.).

O “*Wings*” funciona como uma ferramenta de consciencialização ambiental, educando o público sobre a importância da preservação das aves e dos seus habitats. Através da observação direta das aves que utilizam estas casas-ninho, os utilizadores podem compreender melhor as necessidades ecológicas destas espécies e a sua interdependência com outros elementos da biodiversidade. “Este esforço de sensibilização é particularmente relevante num contexto em que mais de um milhão de espécies enfrentam risco de extinção devido à perda de habitats e outras pressões antropogénicas.” (Vestre, s.d.)

Por fim, o “*Wings*” evidencia o compromisso da marca em criar soluções de design que protejam e promovam processos naturais, ao mesmo tempo que reforçam a ligação emocional entre os utilizadores e o ambiente (Figura 25). Este produto não apenas aborda a questão prática da falta de locais de nidificação, mas também inspira uma maior responsabilidade ambiental, demonstrando como o design pode ser uma força transformadora na promoção da sustentabilidade e da conservação da biodiversidade urbana.



Figura 25- Produto *Wings* inserido no espaço. (Fonte: Vestre)

Sendo assim, esta coleção exemplifica como o design pode ultrapassar os seus propósitos tradicionais, tornando-se uma ferramenta ativa na promoção da biodiversidade urbana e na sensibilização para questões ambientais. Ao integrar elementos que favorecem a vida selvagem nos espaços citadinos, a Vestre contribui para cidades mais ecológicas, onde funcionalidade, estética e sustentabilidade coexistem de forma harmoniosa.

Além disso, o estudo desta coleção revela como o design pode ser utilizado de forma estratégica para abordar questões ecológicas complexas, traduzindo conceitos científicos em soluções tangíveis que geram impacto real nos ecossistemas urbanos. A abordagem adotada pela Vestre reforça a capacidade do design para interligar ciência, sociedade e inovação, utilizando materiais sustentáveis e formas inspiradas na natureza para criar produtos que não apenas desempenham funções práticas, mas também educam e sensibilizam os utilizadores.

Este caso é particularmente relevante para o processo do presente projeto, uma vez que demonstra como o design de mobiliário pode atuar como um meio eficaz de consciencialização e conservação. Através da análise da coleção “*Habitats*”, é possível compreender melhor as intersecções entre design sustentável, funcionalidade e ecologia, fornecendo *insights* valiosos para o desenvolvimento de novos projetos que integrem a preservação da biodiversidade como um dos seus principais objetivos. Assim, esta caso não só enriquece a base teórica do trabalho, mas também inspira soluções criativas e fundamentadas que

podem contribuir para a proteção dos ecossistemas aquáticos e terrestres, alinhando-se aos objetivos gerais do projeto.

2.3.6. Reflexão crítica sobre as práticas analisadas e contributo para a investigação

A análise dos projetos apresentados neste capítulo evidencia o papel fundamental do design sustentável na transformação da indústria do mobiliário e na promoção da consciencialização ambiental. Cada um dos casos estudados demonstra como o reaproveitamento de resíduos antropogénicos e orgânicos pode não só minimizar o impacto ambiental e contribuir para a preservação da biodiversidade, mas também sensibilizar a sociedade para a urgência de adotar práticas mais sustentáveis.

Através da exploração destas iniciativas, verifica-se que o design não está restrito apenas ao processo de desenvolvimento de objetos funcionais e esteticamente apelativos, mas também poderá ser uma poderosa ferramenta de comunicação e educação ambiental. A ecoBirdy, por exemplo, não se limita a criar mobiliário infantil reciclado, mas utiliza as suas peças para educar as gerações mais jovens sobre a importância da reciclagem e da conservação de espécies. De forma semelhante, a Extruplás, ao transformar plásticos mistos em mobiliário urbano, não só reduz o impacto ambiental, mas também demonstra, através dos seus produtos, que a reciclagem pode originar soluções viáveis e duradouras, desmistificando preconceitos sobre materiais reciclados.

No caso da Pentatonic, a sua abordagem evidencia como os resíduos pós-consumo podem ser transformados em produtos de elevado valor acrescentado. A parceria com a Starbucks e o desenvolvimento da *Bean Chair* não só exemplificam a circularidade no design, mas também desafiam a perceção dos consumidores sobre o que constitui "lixo", transformando-o em mobiliário funcional e sofisticado. De igual modo, o Atelier Lionel Jadot ultrapassa a mera reutilização de materiais, explorando narrativas e histórias através de objetos únicos que estabelecem ligações emocionais entre os utilizadores e os materiais reutilizados, reforçando a importância de dar uma segunda vida a elementos que, de outra forma, seriam descartados.

A coleção "Habitats" da Vestre vai ainda mais longe, demonstrando que o mobiliário pode não apenas reduzir o impacto ambiental, mas também atuar ativamente na regeneração da biodiversidade urbana. Produtos como o *Leaf*, que serve de abrigo para insetos polinizadores, e o *Decay Edge*, que recria micro-habitats para diversas espécies, sensibilizam a sociedade para a interdependência entre o ser humano e os ecossistemas naturais, desafiando a noção tradicional de mobiliário como um mero elemento decorativo ou utilitário.

A relevância desta análise para o presente projeto assenta, assim, na convergência entre design sustentável, reaproveitamento de resíduos antropogénicos, conservação da biodiversidade e consciencialização ambiental.

Mais do que apenas criar mobiliário a partir de materiais reciclados ou desperdícios, estas empresas demonstram que o design pode desempenhar um papel ativo na mudança comportamental, educando e inspirando os consumidores a refletirem sobre os seus hábitos de consumo e o impacto das suas escolhas no meio ambiente.

Estes casos fornecem, portanto, importantes referências para o projeto, validando a viabilidade da utilização de resíduos como matéria-prima no design de mobiliário, ao mesmo tempo que reforça a importância de integrar mensagens ambientais no próprio processo criativo. Ao refletir sobre estas soluções e as suas implicações, é possível estabelecer diretrizes para o desenvolvimento de um projeto que una inovação estética, funcionalidade e impacto ambiental positivo, utilizando o design não apenas como um meio de desenvolvimento de produtos, mas como uma ferramenta de transformação e sensibilização social.

3. Fundamentos ecológicos aplicados como base para uma proposta de design

3.1 Os Bivalves em Portugal

A natureza, enquanto entidade composta por uma intrincada rede de ecossistemas interdependentes, alberga uma vasta diversidade de formas de vida que transcendem a presença humana. Ao interagir com o meio ambiente, somos confrontados com uma miríade de espécies, abrangendo a fauna e a flora, muitas das quais desempenham papéis fundamentais na sustentação e equilíbrio dos

ecossistemas. Entre estas espécies, destacam-se aquelas cuja relevância é intrínseca à sobrevivência e bem-estar da humanidade, moldando os hábitos e estilos de vida contemporâneos.

3.1.1 Introdução à classe Bivalvia

A classe Bivalvia, cujos representantes são tanto objeto de admiração quanto de fascínio, evocando, simultaneamente, deslumbre e respeito conta com cerca de 20.000 espécies (ICNF, 2023). Estes organismos aquáticos amplamente reconhecidos pela sua importância ecológica e ambiental destacam-se pela sua presença em ambientes marinhos e de água doce. Esta diversidade é resultado de uma longa história evolutiva de aproximadamente 500 milhões de anos, durante a qual os bivalves desenvolveram características únicas que lhes permitiram prosperar em diferentes condições ambientais (ICNF, 2023).

Estes organismos, sendo moluscos aquáticos bentônicos, distinguem-se pela concha calcária composta por duas valvas articuladas, uma estrutura que protege o corpo mole do animal e desempenha funções essenciais na sua identificação taxonómica. (Figura 26). Estas espécies, filtradoras por natureza, possuem sistemas especializados para a respiração e alimentação, sublinhando a sua relevância ecológica nos ambientes aquáticos (Lopes-Lima, et al., 2023).



Figura 26- Exemplares do bivalve de água doce “*Margaritifera margaritifera*” em diferentes estágios de desenvolvimento

Os bivalves de água doce, apesar de representarem uma minoria em relação aos marinhos, possuem uma relevância significativa sendo que “ A lista de bivalves de água doce em Portugal inclui atualmente 17 espécies” (ICNF, 2023, p.23).

Além de purificarem a água, os bivalves são fundamentais para a manutenção dos ecossistemas aquáticos. Estabelecem relações simbióticas com bactérias, contribuindo para a decomposição de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes. Essas funções fazem destas espécies "guardiões ambientais, desempenhando funções vitais na promoção do equilíbrio ecológico." (Gonçalves, 2024, p.1).

Atualmente, os bivalves de água doce enfrentam um processo de extinção silenciosa impulsionado por uma combinação de fatores ambientais e atividades humanas. Estudos recentes, conduzidos por equipas internacionais, analisaram populações de mexilhões de água doce em 132 locais ao longo de 20 anos. Os resultados mostram uma redução de 60% no número de locais e de 67% na abundância total destas espécies. Estes dados sublinham a urgência de ações eficazes de conservação (Lopes-Lima et al., 2023, p.3).

3.1.2 Biologia, morfologia e características dos Bivalves de Água Doce

Os bivalves são organismos "filtradores, bentônicos, em sua maioria sésseis, e durante o seu ciclo de vida podem acumular substâncias presentes na água, independente da importância nutricional" (Beneditto, et al., 2022, p.1) e caracterizam-se pela presença de uma concha calcária dividida em duas valvas articuladas, unidas por um ligamento reforçado por uma charneira dotada de dentes que se encaixam em fossetas correspondentes. Esta estrutura, além de oferecer proteção ao molusco, desempenha um papel crucial na identificação taxonómica das espécies e constitui um exemplo de design biológico altamente funcional e eficiente, onde a interligação entre forma e função garante resistência e adaptabilidade ao meio. Inspirar-se nesta organização estrutural pode levar à conceção de peças de mobiliário que priorizem durabilidade, encaixes modulares e materiais resilientes.

O movimento das valvas é controlado pelo ligamento, que promove a sua abertura, enquanto os músculos adutores permitem o seu fecho. A concha é secretada pelo manto, uma camada interna que também envolve o corpo do animal, protegendo os seus órgãos vitais. O pé muscular, outra estrutura característica, confere mobilidade ao bivalve, facilitando o seu enterramento no substrato (ICNF, 2023). A biomecânica do pé muscular dos bivalves, que lhes permite movimentar-se e fixar-se a diferentes substratos, pode ser vista como um modelo para sistemas

de design flexíveis e adaptáveis, onde os materiais e formas se ajustam dinamicamente ao ambiente ou ao uso pretendido.

Os bivalves destacam-se por terem concentrado grande parte das suas inovações evolutivas nas modificações das brânquias e do pé, estruturas que lhes conferem eficiência na filtração e mobilidade. (Figura 27)



Figura 27- Molusco bivalve a utilizar o seu pé para locomoção. (Fonte: Alamy)

Em contraste, os restantes órgãos apresentam uma organização relativamente simples. Estes organismos não possuem rádula, uma estrutura típica de outros moluscos, nem uma concentração significativa de recetores sensoriais ou células nervosas que indique a presença de uma cabeça diferenciada. A simplificação da estrutura corporal dos bivalves e a especialização de algumas funções refletem um princípio de design minimalista e eficiente, onde a eliminação de elementos desnecessários aumenta a eficácia e a durabilidade do organismo. Esta lógica pode ser aplicada na conceção de mobiliário que priorize a simplicidade formal e a funcionalidade, evitando o desperdício de materiais e excessos decorativos.

Esta simplicidade funcional estende-se também ao seu modo de reprodução. Ao contrário dos rituais elaborados observados em outros moluscos, os bivalves, de forma geral, lançam os seus gâmetas na coluna de água, onde ocorre tanto a fecundação quanto o desenvolvimento inicial. Esta abordagem reprodutiva, embora básica, é eficaz e adaptada ao seu ambiente aquático (Biorede, s.d.). Este conceito de eficiência e pragmatismo no funcionamento biológico dos bivalves pode inspirar abordagens no design onde a funcionalidade é priorizada sobre o excesso de complexidade, resultando em peças de mobiliário sustentáveis e adaptáveis ao seu meio.

A respiração e a alimentação, são conduzidas às brânquias, onde partículas nutritivas são capturadas e o oxigênio é absorvido, e, posteriormente, sai pelo sifão exalante. As brânquias, assim, desempenham um papel duplo essencial, ao suportar tanto a respiração como a nutrição do organismo, evidenciando a complexidade funcional destes moluscos aquáticos (ICNF, 2023). Este sistema altamente eficiente de dupla função pode ser explorado no design através da criação de objetos multifuncionais que, tal como as brânquias dos bivalves, otimizam o uso de recursos e maximizam a sua utilidade num contexto sustentável. Além disso, a forma e estrutura das brânquias podem servir como inspiração para a conceção de peças de design fluídas e dinâmicas, promovendo a ideia de integração harmoniosa entre funcionalidade e estética. Na figura 28 é possível ver os elementos e a estrutura interna de um bivalve.

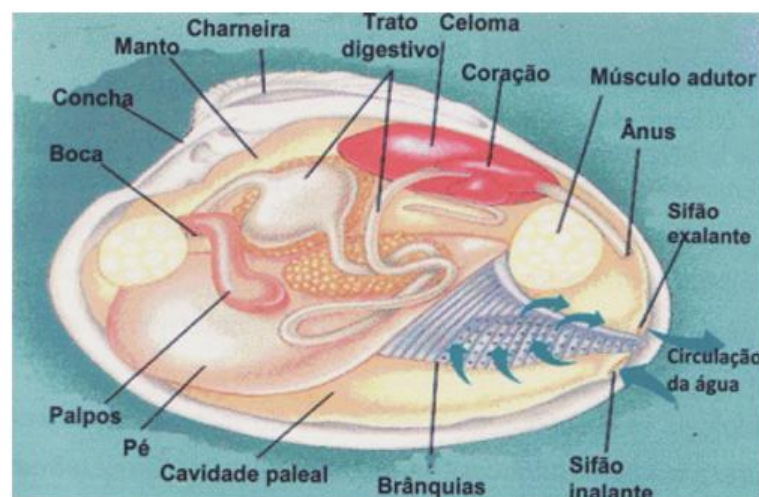


Figura 28- Esquema de um molusco bivalve. (Fonte: Instituto Português do Mar e da Atmosfera)

3.1.3 Aspetos evolutivos dos Bivalves inspiradores para o Design

Ao falarmos de evolução, reconhecemos um processo contínuo e dinâmico que ocorre ao longo de milhões de anos, impulsionado por fatores ambientais, genéticos e, mais recentemente, pela intervenção humana (OMSA, 2024). No caso dos bivalves, o início da sua trajetória evolutiva remonta ao período Cambriano, há cerca de 500 milhões de anos (OneGeology Kids, s.d.), quando os primeiros representantes do *Filo Mollusca* (BioDiversity4All, s.d.) começaram a diversificar-se (Figura 29). Nessa época, os bivalves desenvolveram estruturas corporais

adaptadas aos fundos marinhos, como conchas calcárias que lhes proporcionavam proteção e estabilidade, e sistemas de filtração que os tornaram essenciais para os ecossistemas aquáticos (ICNF, 2023).



Figura 29- Fóssil do período pensilvânico pertencente à espécie Genus Allorisma. (Fonte: Missouri Department of Natural Resources)

Esta evolução estrutural demonstra a forma como a natureza otimiza soluções para proteção, funcionalidade e sobrevivência, princípios fundamentais também aplicáveis ao design sustentável, onde a bioinspiração pode inspirar formas inovadoras de reutilização de materiais e adaptação ao meio ambiente.

Com o passar dos milénios, os bivalves evoluíram para ocupar uma vasta gama de habitats marinhos ajustando-se às condições específicas dos diferentes ambientes. Durante o Paleozoico e o Mesozoico, períodos marcados por grandes mudanças ambientais e geológicas (Encyclopedia Britannica, s.d.), a classe bivalvia “evoluiu, em vários momentos independentes, para ambientes de água doce” (ICNF, 2023, p.22), adaptando-se a rios e lagos. Essa transição envolveu alterações significativas no seu ciclo de vida, como a dependência de peixes hospedeiros para a reprodução, uma estratégia evolutiva crucial para garantir a sobrevivência em habitats fluviais. Este mecanismo, baseado na interdependência entre diferentes espécies, pode servir como uma analogia para o design colaborativo e modular, onde diferentes materiais e estruturas trabalham em conjunto para criar soluções sustentáveis e eficientes. Por este motivo, as espécies que habitam estes ambientes apresentam, frequentemente, uma maior

proximidade evolutiva com espécies marinhas do que com outras espécies residentes em habitats dulçaquícolas¹² (Biorede, s.d.).

As extinções em massa, como a do final do Permiano, há cerca de 252 milhões de anos, tiveram um impacto profundo na diversidade biológica global, incluindo os bivalves. Durante este evento, que resultou na extinção de cerca de 90% das espécies marinhas, os bivalves demonstraram resiliência notável em comparação com outros grupos, como os braquiópodes, que sofreram perdas muito mais significativas. Esta capacidade de sobrevivência está associada a fatores como a sua habilidade de se enterrarem em substratos, o desenvolvimento de conchas calcárias mais resistentes e a flexibilidade alimentar. Estes traços adaptativos permitiram que os bivalves ocupassem rapidamente os nichos ecológicos deixados vazios após o evento cataclísmico, iniciando uma diversificação significativa que moldaria a sua ecologia moderna (Mundo Ecologia, s.d.). Estas características de resistência e adaptação podem ser interpretadas no design como a necessidade de criar objetos resilientes e duradouros, que sejam capazes de enfrentar mudanças ambientais sem perder funcionalidade. Assim, o mobiliário sustentável pode incorporar princípios inspirados na evolução dos bivalves, explorando materiais resistentes e modulares que se ajustam ao uso prolongado e a novas necessidades.

A evolução dos bivalves é assim marcada pela sua capacidade de adaptação a mudanças ambientais graduais e abruptas. Ao longo do tempo, estas espécies desenvolveram estruturas anatómicas como sifões, que lhes permitem filtrar a água de forma eficiente e retirar nutrientes enquanto mantêm um posicionamento estável nos substratos (Figura 30).

¹² Todos os habitats permanentemente ou temporariamente cobertos com água doce, podendo variar conforme a localização, o regime hídrico, as propriedades físico-químicas da água, a extensão e a altura da coluna de água, e o tipo de margem. (Biorede, s.d)

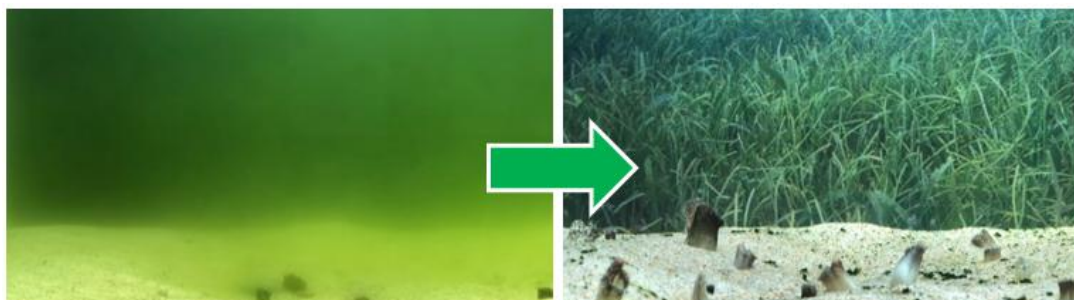


Figura 30- Comparação do estado da água antes (Esq.) e após (Dir.) um período de uma hora de filtração por bivalves num aquário de 18 litros. (Fonte: Whitney Laboratory For Marine Bioscience)

As conchas, compostas de carbonato de cálcio, não só proporcionam proteção contra predadores, mas também atuam como uma barreira contra condições ambientais adversas, como variações na temperatura e no pH da água. Esta adaptação pode ser traduzida no design através da exploração de materiais biodegradáveis ou recicláveis que mantenham resistência e longevidade, tal como os bivalves fazem na sua estrutura calcária. A capacidade de criar soluções que se regeneram ou minimizam o impacto ambiental é um dos princípios fundamentais do design sustentável (Fuad-Luke, 2010).

Estudos conduzidos por Costa (2019) indicam que o aumento das temperaturas, associado às alterações climáticas atuais, tem um impacto negativo nos processos metabólicos e na reprodução dos bivalves, levando a alterações nos seus ciclos de vida e, consequentemente, nas dinâmicas populacionais. Ao compreender a vulnerabilidade dos bivalves às alterações ambientais, é possível reforçar a importância de soluções de design que utilizem materiais de baixo impacto e incentivem práticas sustentáveis, reduzindo a pressão sobre os ecossistemas aquáticos.

Nos dias de hoje, toda a classe bivalvia enfrenta uma série de desafios que refletem a complexidade das mudanças atuais nos ecossistemas aquáticos. Como grupo resiliente, adaptaram-se a variações naturais ao longo de milhões de anos, mas a aceleração das transformações ambientais, maioritariamente, induzidas por atividades humanas, colocou novas pressões sobre as suas populações. Estas alterações afetam não só os seus habitats, mas também os seus ciclos de vida, padrões reprodutivos e a conectividade entre subpopulações. O design, como ferramenta de comunicação e sensibilização, pode ajudar a tornar visíveis estas

ameaças através de produtos que traduzam visualmente a fragilidade ecológica e incentivem mudanças comportamentais nos consumidores.

Compreender estas dinâmicas é essencial para estratégias de conservação que garantam a biodiversidade aquática e o equilíbrio dos ecossistemas. Integrar a história evolutiva dos bivalves no design permite criar peças que usam materiais reaproveitados e que comunicam a resiliência e a necessidade de adaptação

3.1.4 Ciclo de vida dos Bivalves

Os bivalves de água doce possuem um ciclo de vida complexo e altamente dependente das condições ambientais dos habitats fluviais. Este ciclo inicia-se com a reprodução, em que a fecundação ocorre geralmente no interior das brânquias das fêmeas, conhecidas como marsúpios. Durante este processo, os ovos são fertilizados através da superfície das brânquias, com os espermatozoides entrando na cavidade do manto pela corrente inalante, resultando no desenvolvimento de larvas especializadas chamadas gloquídeos (Lopes-Lima, et al., 2017). A necessidade de um ambiente estável para o desenvolvimento embrionário ressalta a importância de preservar os cursos de água onde estas espécies se reproduzem. Tal como os bivalves dependem da qualidade da água para garantir a continuidade da sua espécie, o design de mobiliário deve evitar a utilização de materiais que comprometam os ecossistemas aquáticos, promovendo escolhas que minimizem impactos ambientais negativos.

Nas espécies que ocorrem em Portugal, a fase larvar parasitária obrigatória apresenta adaptações morfológicas específicas que lhes permitem a fixação temporária a brânquias ou barbatanas de um peixe hospedeiro. A relação parasita-hospedeiro pode variar em especificidade, dado que “algumas espécies de bivalves dependem de um número limitado de possíveis hospedeiros (por exemplo *Margaritifera margaritifera* depende do salmão e da truta), ao passo que outras espécies têm uma grande diversidade de possíveis hospedeiros (por exemplo, o género *Anodonta*)” (ICNF, 2023, p.22). Este estágio parasítico é essencial para a sobrevivência dos bivalves, permitindo a dispersão das larvas e fornecendo nutrientes durante a metamorfose até à fase juvenil. A interdependência entre os bivalves e os seus hospedeiros reflete a complexidade das relações ecológicas, um conceito que pode ser transportado para o design, onde a interligação entre

materiais, formas e funcionalidades pode criar objetos mais adaptáveis e sustentáveis.

Após completarem a metamorfose¹³, os juvenis libertam-se dos hospedeiros e fixam-se no substrato do leito fluvial, onde continuam o seu crescimento até atingirem a maturidade. Esta estratégia reflete uma adaptação evolutiva crucial para assegurar a continuidade das populações em habitats dinâmicos e fragmentados (Ferreira-Rodriguez, et al., 2019). Assim como os juvenis de bivalves precisam de condições específicas para fixação e crescimento, o design sustentável deve ter em conta o ciclo de vida dos materiais utilizados, promovendo a reutilização e adaptação em vez do descarte imediato. A longevidade dos produtos deve ser encarada como uma prioridade, garantindo que o impacto ambiental seja minimizado ao longo do tempo.

O sucesso do ciclo de vida dos bivalves de água doce está intrinsecamente ligado à estabilidade ambiental. Estes organismos dependem de águas bem oxigenadas, com baixos níveis de poluição e substratos adequados para a fixação. Sedimentos instáveis ou finos em excesso podem obstruir os sistemas de filtração dos juvenis e adultos, reduzindo significativamente as taxas de sobrevivência (Lopes-Lima, et al., 2017). No design, a escolha dos materiais deve seguir raciocínio análogo. Os materiais devem ser adequados ao contexto de aplicação e não comprometer a funcionalidade do ambiente.

Os bivalves de água doce enfrentam ameaças significativas, muitas das quais resultam de atividades antropogénicas que afetam diretamente as taxas de sobrevivência das gloquídias e dos juvenis, visto estar comprovado que “Estruturas como barragens, comportas e esgotos suspensos também podem bloquear o movimento ou alterar as comunidades de espécies de peixes hospedeiros, tornando-os menos acessíveis aos bivalves, isolando populações e afetando o sucesso reprodutivo dos mesmo, além de contribuir para o esgotamento geral das comunidades.” (Ferreira-Rodriguez, et al., 2019, p.82).

¹³ Processo biológico pelo qual um organismo passa por mudanças significativas na sua forma e estrutura durante o seu ciclo de vida. (Science News Explores, 2023)

que estas espécies enfrentam, mas também a necessidade de intervenções coordenadas para mitigar o impacto humano e assegurar a sobrevivência de uma componente vital dos ecossistemas aquáticos de Portugal. Além disso, esta separação analítica permite observar padrões e inter-relações que poderiam passar despercebidos numa abordagem mais generalista. A forma como diferentes espécies respondem a ameaças comuns, como a poluição ou a destruição do habitat, pode oferecer insights importantes para a definição de estratégias mais abrangentes e eficazes de conservação.

Paralelamente, este levantamento constitui uma base essencial para a etapa criativa e de design, permitindo o desenvolvimento de estratégias informadas e eficazes que, ao integrar a comunicação visual e funcionalidade, possam sensibilizar a sociedade para a urgência de proteger estas espécies e os habitats a que pertencem. Ao estabelecer esta ligação entre ciência e design, reforça-se o potencial do mobiliário sustentável como veículo de consciencialização e impacto ambiental positivo.

A conservação da biodiversidade aquática em Portugal enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito aos bivalves de água doce, sendo que “Na União Europeia, espécies de mexilhões ameaçadas e protegidas não são adequadamente monitorizadas, enquanto as espécies consideradas comuns e amplamente distribuídas recebem ainda menos atenção.”¹⁴

Estes organismos desempenham papéis cruciais na manutenção da qualidade da água e no equilíbrio ecológico dos ecossistemas fluviais desempenhando “uma importante função de sentinelas da qualidade ambiental, uma vez que dependem simultaneamente das características físicas do habitat (hidromorfologia, hidrologia), químicas da água e substrato, e bióticas (ictiofauna, vegetação ripícola). Este facto torna-os, também, particularmente vulneráveis a

¹⁴ Tradução livre de autor: In the European Union, threatened and protected mussel species are not adequately monitored, while species considered to be common and widespread receive even less attention. (Lopes-Lima, et al. 2023, p.1).

alterações das características do seu habitat, razão pela qual são dos grupos animais mais ameaçados em todo o mundo.” (ICNF,2023, p.23).

Segundo o ICNF (2023) entre as espécies de bivalves de água doce mais ameaçadas em Portugal, destacam-se a *Margaritifera margaritifera* (CR), a *Unio tumidiformis* (CR), a *Anodonta cygnea* (CR), a *Anodonta anatina* (EN), a *Potomida littoralis* (EN) e *Unio delphinus* (EN) e o seu estado de conservação é determinado pelo sistema de avaliação definido pela União Internacional para a Conservação da Natureza como consta na figura 32.



Figura 32- Sistema de avaliação definido pela União Internacional para a Conservação da Natureza. Fonte: Livro Vermelho dos Invertebrados de Portugal Continental

Cada uma destas espécies apresenta características únicas e um papel específico nos ecossistemas que habitam, enfrentando, no entanto, pressões ambientais que comprometem a sua sobrevivência (ICNF, 2023). Deste modo, torna-se imperativo compreender o impacto da degradação dos habitats e outras ameaças específicas sobre estas populações. Apesar de todas partilharem um estatuto de conservação preocupante, a variação na sua biologia, distribuição e vulnerabilidades ambientais justifica uma abordagem individualizada, uma vez que as ameaças e estratégias de conservação não são uniformes para todas as espécies.

A necessidade de analisar cada espécie separadamente prende-se com a complexidade dos fatores que influenciam a sua sobrevivência e com a forma como esses fatores podem ser traduzidos em soluções de design eficazes. Algumas destas espécies, por exemplo, dependem exclusivamente de determinados peixes hospedeiros para completar o seu ciclo de vida, o que pode inspirar abordagens

interativas no design, explorando relações simbióticas entre diferentes formas de vida. Outras possuem preferências específicas de habitat, como águas mais oxigenadas ou substratos específicos, elementos que podem ser representados no material, na textura ou na forma dos objetos projetados. Compreender estas especificidades não só evita uma abordagem genérica e pouco impactante, mas também permite que o design comunique visualmente a fragilidade dos ecossistemas e a interdependência entre espécies, tornando a mensagem ambiental mais clara e acessível ao público.

A fragilidade dos habitats e a sensibilidade das espécies de bivalves analisadas reforçam a urgência de soluções criativas e sustentáveis que contribuam para a sua proteção. Compreender as particularidades de cada espécie não só permite uma abordagem mais precisa na conservação, como também possibilita a formulação de narrativas de sensibilização mais eficazes. O design de mobiliário inspirado nestas espécies pode comunicar visualmente a sua diversidade, destacando as especificidades de cada uma e tornando a sua proteção mais tangível para o utilizador. Neste contexto, o design de mobiliário pode desempenhar um papel crucial, não apenas ao sensibilizar a sociedade para a necessidade de conservação, mas também ao demonstrar, na prática, como o reaproveitamento de resíduos antropogénicos pode mitigar as pressões ambientais que ameaçam estas espécies. Desta forma, cada peça de design não será apenas um objeto sustentável, mas um meio educativo, representando as singularidades de cada bivalve e estimulando uma maior compreensão do público sobre a necessidade de estratégias de conservação distintas.

As espécies de bivalves analisadas neste estudo apresentam diferentes distribuições, vulnerabilidades e funções ecológicas. A Tabela 1, de forma sintética, os traços biológicos relevantes, o estado de conservação e as principais ameaças de cada espécie, bem como a sua relevância para a proposta de design.

Tabela 1- Resumo técnico das espécies estudadas

<i>Potomida littoralis</i>	<i>Anodonta anatina</i>	<i>Unio tumidiformis</i>	<i>Unio delphinus</i>	Margaritifera margaritifera	Espécie
Estuários e sistemas costeiros/estuários ibéricos	Distribuição ampla mas subpopulações em declínio	Bacias do Guadiana, Sado, Mira (populações restritas)	Presente em bacias seleccionadas (Portugal)	Rios atlânticos ibéricos / locais portuais	Distribuição
Vulnerável em vários locais; tendências populacionais decrescentes.	Sem proteção legal específica; declínio consistente; vulnerável localmente.	Populações locais frágeis; status preocupante em zonas específicas.	Classificada como <i>Em Perigo</i> ; declínio >50% em três gerações.	Espécie crítica / em declínio	Estado de conservação
Alterações hidrodinâmicas, poluição costeira, perda de habitat.	Qualidade de água reduzida; perda de conectividade; espécies exóticas.	Degradação de habitat; isolamento de subpopulações; eventos extremos.	Perda de habitat, poluição agrícola/industrial, barragens, espécies invasoras.	Fragmentação por barragens; degradação de habitat; poluição.	Principais ameaças
Estágios de desenvolvimento distintos; sensível a alterações de salinidade/fluxo.	Plasticidade ecológica; concha robusta e padrão variável.	Maturidade precoce (~2 anos); longevidade reduzida (<7 anos); adapta-se a habitats instáveis.	Ciclo de vida dependente de hospedeiros; adaptabilidade variável; potencial como bioindicador.	Longa longevidade; indicadores de integridade ambiental; sensível a alterações hidromorfológicas.	Traços ecológicos relevantes
Apoiar a leitura formal do assento (gradientes e estrias radiais).	Inspira escolhas estéticas (texturas/linhas) e ênfase na adaptabilidade do produto.	Permite explorar formas adaptáveis e tipologias modulares no design.	Modela a narrativa do ciclo de vida da NAUTA; padrão de concha e modularidade úteis em forma e cor.	Símbolo de fragilidade e resiliência; inspiração para narrativas de conservação e materiais duráveis.	Relevância para o projeto

3.1.6 Impactos antropogénicos nos bivalves de água doce: o crescente perigo dos microplásticos

Os bivalves de água doce enfrentam uma crescente ameaça devido às atividades humanas que alteram profundamente os seus habitats e ciclos de vida. Estes impactos antropogénicos refletem-se numa ampla gama de fatores que vão desde a poluição e fragmentação de habitats até às alterações climáticas e à introdução de espécies invasoras, dado que “a perda de espécies nativas e a invasão de bivalves não nativos, podem alterar as taxas dos processos ecológicos.”¹⁵ (Vaughn & Hakenkamp, 2001, p.2). A construção de barragens, açudes e outras infraestruturas altera significativamente o fluxo natural dos rios, isolando populações e comprometendo a dispersão de juvenis e a migração de peixes hospedeiros, elementos cruciais para o ciclo de vida dos bivalves. Paralelamente, a poluição agrícola e industrial contribui para a degradação da qualidade da água, afetando diretamente a sobrevivência destas espécies sensíveis (Lopes-Lima, et al., 2023) (Figura 33).

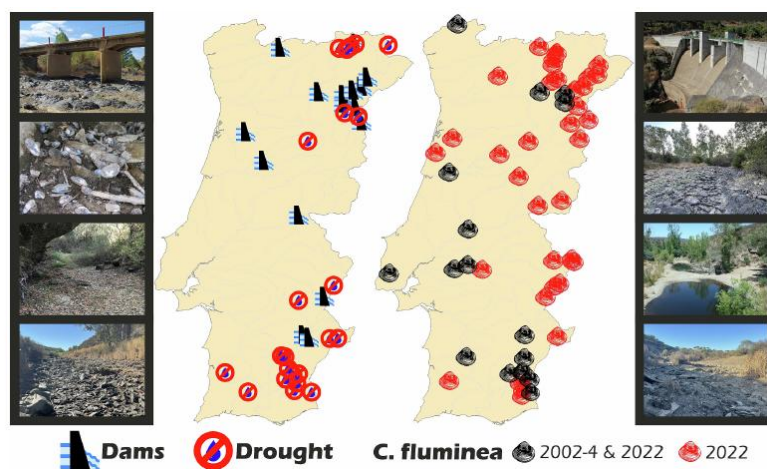


Figura 33- Mapas de Portugal a representar locais sob a influência de barragens e locais que estiveram secos pelo menos uma vez nos últimos 20 anos (Esq.) e locais com presença de bivalves invasores nos levantamentos realizados entre 2002–2004 e em 2022 (Dir.). As imagens que ladeiam os mapas mostram locais amostrados afetados por secas ou por barragens. (Fonte: Lopes-Lima, et al., 2023)

¹⁵ Tradução livre de autor: “the loss of native species and invasion of non-native bivalves, may alter rates of ecological processes.” (Vaughn & Hakenkamp, 2001, p.2)

Outro fator crítico que tem recebido crescente atenção nos últimos tempos é a presença de Microplásticos (MPs) nos ecossistemas aquáticos. Estudos indicam que a ingestão destas partículas pode interferir nos processos biológicos fundamentais dos bivalves de água doce, como a filtração e a reprodução, potencialmente exacerbando o seu declínio populacional (Silva, et al., 2021).

O impacto dos MPs sobre organismos filtradores como os bivalves pode ser comparado à problemática dos resíduos no design, onde materiais não biodegradáveis se acumulam no meio ambiente sem serem corretamente integrados em sistemas de reaproveitamento. Tal como os bivalves absorvem contaminantes sem possibilidade de os eliminar, o design tradicional frequentemente ignora o ciclo de vida dos materiais, contribuindo para a acumulação de resíduos plásticos (Braungart & Mcdougall, 2002). Assim, a adoção de práticas circulares no design pode funcionar como uma estratégia para mitigar este problema, reduzindo a produção de plásticos descartáveis e promovendo a reutilização de materiais.

Os MPs representam uma ameaça emergente aos ecossistemas aquáticos, incluindo os bivalves de água doce, devido à sua capacidade de acumulação e transporte de contaminantes químicos (Silva, et. al., 2024).

Estes pequenos fragmentos de plástico, são classificados em dois tipos principais, os primários e secundários. (Figura 34).

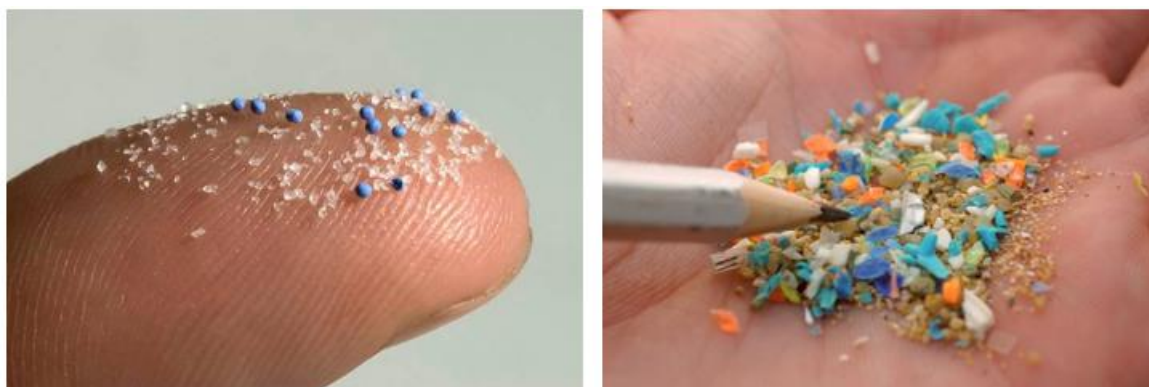


Figura 34- da esquerda para a direita; Microplásticos primários; Microplásticos secundários. (Fonte: Rewatery)

Os MPs primários são definidos como microesferas (APA, 2017) com menos de 5 mm de diâmetro fabricadas especificamente com esse tamanho para serem utilizadas em produtos como cosméticos e abrasivos industriais que entram

diretamente nos cursos de água através do sistema de esgoto. Em 2023, a sua produção na União Europeia “foi proibida em reconhecimento à gravidade do seu impacto na poluição ambiental.”¹⁶ (Kye, et al., 2023, p.3).

Os MPs secundários, "têm o potencial de continuar a surgir a partir de plásticos que já foram descartados e existem no ambiente natural."¹⁷ (Kye, et al., 2023, p.3), visto que resultam da degradação de materiais plásticos maiores, como sacos de plástico e garrafas que são transportados para os rios através do escoamento urbano e agrícola e se quebram em fragmentos menores devido à ação do sol, do vento e da água (Silva, et al., 2021). Este tipo de MPs pode resultar também de fibras têxteis sintéticas como poliéster e poliamida que são libertadas nas águas residuais durante a lavagem de roupas, sendo pequenas o suficiente para passar pelos sistemas de tratamento de águas residuais e acabar nos rios (Barbosa, et. al., 2020). Esta fragmentação do plástico ao longo do tempo reflete a necessidade urgente de desenvolver produtos duráveis e reutilizáveis, evitando que materiais não biodegradáveis se tornem contaminantes persistentes no meio ambiente. No contexto em que o presente projeto está inserido, isto reforça a importância da escolha de materiais sustentáveis, substituindo plásticos descartáveis por alternativas recicladas ou biodegradáveis que não contribuam para este ciclo de degradação ambiental.

O escoamento proveniente de áreas urbanas e agrícolas introduz diversos contaminantes, entre os quais os MPs, nos ecossistemas de água doce, intensificando a exposição de organismos filtradores a estas partículas. Os microplásticos entram nos habitats dos bivalves e são frequentemente ingeridos. Durante a alimentação, os bivalves filtram grande volume de água, o que os expõe diretamente aos MPs na coluna de água (Silva et al., 2021, p.4). Esta incapacidade dos bivalves de distinguir entre alimento e poluentes evidencia a necessidade de um design que promova maior responsabilidade na produção e descarte de

¹⁶Tradução livre de autor: “has been prohibited in recognition of the seriousness of its impact on environmental pollution” (Kye, et al., 2023, p.3)

¹⁷Tradução livre de autor: “have the potential to continue to arise from plastics that have already been discarded and exist in the natural environment.” (Kye, et al., 2023, p.3)

materiais plásticos, o que implica não apenas criar produtos esteticamente apelativos, mas também garantir que os seus resíduos não acabem por contribuir para a degradação dos ecossistemas.

Organismos filtradores são incapazes de distinguir entre partículas de alimento e contaminantes (Wright, et al., 2013). Esta característica coloca os bivalves de água doce em especial vulnerabilidade, visto que estas partículas podem acumular-se nos tecidos, interferindo nos processos metabólicos e fisiológicos (Kye, et al., 2023) (Figura 35), como “interferir na reprodução, impedir o crescimento e reduzir a absorção de nutrientes pelo organismo” (Silva, et al., 2021, p.4).

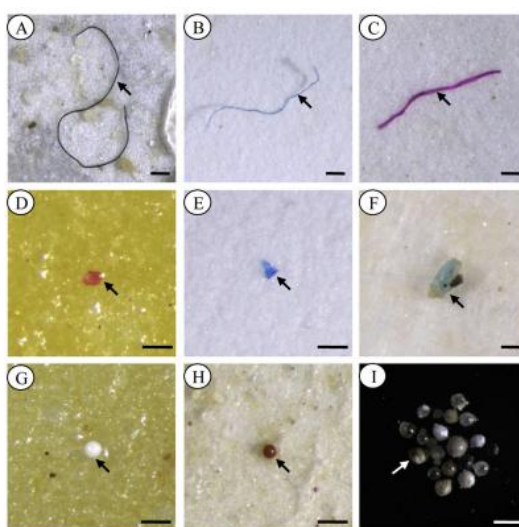


Figura 35- Tipos de MPs identificados em diversas espécies de bivalves. (Fonte: Yang, et al., 2015)

Da mesma forma que a poluição por microplásticos compromete o funcionamento ecológico dos bivalves, um design que ignora o impacto ambiental dos materiais utilizados perpetua um ciclo de degradação ambiental. O desenvolvimento de produtos sustentáveis deve priorizar materiais que, ao serem descartados, não causem impactos semelhantes aos dos MPs, incentivando uma transição para alternativas compostáveis ou recicláveis.

Os efeitos prejudiciais dos Mps não se limitam aos danos físicos. Eles também atuam como vetores de contaminantes químicos, agravando os impactos negativos sobre os organismos aquáticos. Os bivalves conseguem reter os MPs no seu organismo durante preocupantes 48 dias (Thompson, et. al., 2009) sendo que algumas espécies demonstraram serem capazes de ingerir partículas de MPs com

tamanhos entre 2 e 16 μm (Wright, et al., 2013) e a exposição prolongada a estas partículas pode comprometer funções ecológicas essenciais, prejudicando a saúde destes organismos e aumentando o seu risco de morte. Este impacto vai além dos bivalves, afetando outros organismos aquáticos e, indiretamente, a saúde dos ecossistemas (Wright, et al., 2013). Um caso relevante no contexto da interação ecológica é a relação simbiótica entre os bivalves de água doce e os peixes, dado que na fase larvar, os gloquídeos fixam-se nas brânquias ou barbatanas dos peixes, utilizando-os como hospedeiros temporários (Ferreira-Rodriguez, et al., 2019). Este vínculo biológico expõe os peixes a MPs acumulados nos bivalves, o que pode levar a uma redução na ingestão de alimentos, obstrução gastrointestinal e outras disrupções fisiológicas (Khan, et. al., 2024).

Assim, os MPs representam um desafio crescente para a conservação dos bivalves de água doce e a integridade dos ecossistemas aquáticos em geral. A necessidade de esforços integrados para mitigar a poluição por MPs e proteger habitats de água doce é cada vez mais urgente. A conservação destas espécies não é apenas uma questão ecológica, mas também de sustentabilidade, dado o seu papel vital no equilíbrio e funcionalidade dos ecossistemas fluviais. Neste sentido, o design pode desempenhar um papel ativo na mitigação deste problema ao reaproveitar resíduos plásticos retirados de ambientes aquáticos na produção de mobiliário. Esta abordagem não só contribui para reduzir a contaminação ambiental, mas também transforma um agente poluente num elemento funcional e esteticamente relevante, servindo como meio de sensibilização para a problemática dos MPs.

3.1.7 Bivalves como bioindicadores e metáfora para o Design: uma perspectiva ecológica aplicada ao Design de Mobiliário

Os bivalves, um dos grupos mais diversos de moluscos, desempenham um papel essencial no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, não apenas devido à sua contribuição direta como agentes de filtração, mas também como suporte fundamental à biodiversidade (Lopes-Lima, et al., 2023). Estas espécies ocorrem em habitats fluviais e marinhos e são reconhecidas como bioindicadores eficazes. Acumulam contaminantes em conchas e tecidos, fornecendo dados cruciais para a monitorização ambiental (Lopes-Lima et al., 2023). Este papel de bioindicadores

pode ser reinterpretado no design através da criação de objetos que simbolizem a necessidade de monitorizar o impacto humano nos ecossistemas, incentivando uma maior consciencialização ambiental entre os utilizadores.

A relevância ambiental dos bivalves encontra-se principalmente na sua capacidade de filtração, sendo estes organismos capazes de remover partículas suspensas, incluindo sedimentos e nutrientes em excesso, melhorando a qualidade da água. Estudos apontam que uma única espécie de bivalve pode filtrar dezenas de litros de água por dia (GIA, 2021), influenciando positivamente a transparência da água e promovendo a fotossíntese de vegetação submersa (ICNF, 2023). Esta função pode servir como um conceito inspirador para o design de mobiliário, explorando materiais e estruturas que remetam à ideia de purificação e regeneração ambiental, incentivando práticas de design sustentável que promovam a reutilização e o reaproveitamento de resíduos, tal como os bivalves desempenham um papel de regeneração nos ecossistemas aquáticos.

Adicionalmente, os bivalves de água doce desempenham um papel crucial nos ciclos biogeoquímicos¹⁸, onde “participam da ciclagem de nutrientes e são elos da base das cadeias e teias alimentares” (Beneditto, et al., 2022, p.2). Através da sua atividade de filtração e sedimentação, estas espécies ajudam a prevenir a eutrofização e a manter a estabilidade química dos ecossistemas aquáticos apesar de serem também vulneráveis aos efeitos negativos desse fenómeno (Beneditto, et al., 2022).

Além disso, os bivalves criam micro-habitats que favorecem a coexistência de outras espécies. As conchas vazias, por exemplo, servem como refúgio e substrato para invertebrados menores e até mesmo como local de reprodução para certas espécies de peixes. Este efeito de “engenheiros de ecossistema” reforça a sua relevância na manutenção de uma cadeia alimentar equilibrada (Sousa, et al., 2009). Este princípio pode ser aplicado no design de mobiliário através do desenvolvimento de estruturas multifuncionais que, tal como as conchas dos

¹⁸ Processo natural pelo qual elementos importantes para a vida, como carbono, oxigénio e nitrogénio, são movidos e reciclados no ambiente. (Encyclopedia Britannica, s.d.)

bivalves, possam oferecer proteção, abrigo ou suporte para outras funções no ambiente urbano, reforçando a ideia de um design que interage positivamente com o meio em que se insere.

A diversidade genética dos bivalves é também um fator crucial para a resiliência dos ecossistemas aquáticos, sendo que muitas espécies possuem adaptações específicas ao ambiente onde habitam, como a dependência de peixes hospedeiros para completar o seu ciclo de vida, uma característica única que demonstra a complexidade das interações ecológicas em habitats fluviais e marinhos (Reis, 2010). No design, este conceito de interdependência pode ser explorado através da criação de produtos modulares ou interconectados, inspirados no modo como diferentes organismos dependem uns dos outros para sobreviver, promovendo uma abordagem criativa e que consciencialize diretamente o utilizador acerca do valor ambiental destas espécies.

Adicionalmente, os bivalves também contribuem para a resiliência climática dos ecossistemas fluviais. A sua presença nos leitos dos rios ajuda a estabilizar os sedimentos, mitigando os efeitos de cheias e secas. Este aspeto é particularmente relevante em regiões onde as alterações climáticas têm intensificado eventos extremos, tornando os bivalves aliados naturais na regulação hidrológica dos rios (Griffith University, 2023). Da mesma forma, o design pode adotar estratégias que aumentem a resiliência ambiental, utilizando materiais biodegradáveis e explorando soluções que minimizem o impacto humano sobre os recursos naturais, alinhando-se com o papel regulador dos bivalves nos ecossistemas.

Os bivalves desempenham também um papel relevante no contexto educacional e cultural, servindo como símbolos de sensibilização para a importância da biodiversidade e dos serviços ecossistémicos (ICNF, 2023). A conservação destas espécies destaca a interdependência entre a saúde ambiental e as atividades humanas, reforçando a necessidade de gestão sustentável dos ecossistemas. Um exemplo desta sensibilização ocorreu na Finlândia, onde a empresa Stora Enso suspendeu operações de exploração florestal após danos detetados em populações de *margaritifera margaritifera* reconhecendo a importância de proteger habitats críticos e espécies ameaçadas (Reuters, 2024). Projetos de monitorização e reintrodução de bivalves de água doce podem, assim, integrar-se em iniciativas de educação ambiental, envolvendo comunidades locais

na proteção destas espécies e dos seus habitats. O design pode desempenhar um papel complementar nestas iniciativas ao criar produtos que transmitam visualmente a urgência da conservação e promovam o envolvimento direto das populações na gestão sustentável dos recursos naturais, estimulando uma consciência ecológica que vá além da mera preservação biológica.

Conclui-se que os bivalves de água doce são fundamentais para os ecossistemas fluviais devido à sua capacidade de filtração, estabilização de sedimentos e suporte à biodiversidade, desempenhando funções críticas como reguladores naturais da qualidade da água e promotores de resiliência climática. Esta multiplicidade de funções pode ser uma fonte de inspiração para o design sustentável, encorajando a criação de peças que, tal como os bivalves nos ecossistemas, possuam um impacto positivo e transformador no meio em que se inserem. Dado o seu papel indispensável para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, é crucial priorizar a sua conservação, assegurando a continuidade das funções ecológicas que desempenham e promovendo a integridade dos ecossistemas aquáticos.

3.2 A Importância das intervenções para a conservação e reabilitação dos habitats aquáticos

A conservação e reabilitação dos habitats aquáticos, com destaque para os ecossistemas fluviais, exigem uma abordagem integrada que combine esforços de investigação científica, sensibilização pública e iniciativas práticas de proteção ambiental. O papel dos centros de investigação, como o CIBIO-InBIO¹⁹, é central nesse processo, dada a sua capacidade de produzir dados rigorosos e ações concretas para a preservação de espécies ameaçadas, como os bivalves de água doce. Estas instituições não apenas desenvolvem estudos aprofundados sobre os

¹⁹ O Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos da Universidade do Porto é uma instituição dedicada à pesquisa e conservação da biodiversidade, com foco em estudos sobre a diversidade biológica, ecologia e genética de espécies. O centro também desenvolve projetos de investigação aplicada para a gestão sustentável dos recursos naturais e a preservação dos ecossistemas. (CIBIO, 2025)

impactos ambientais, mas também implementam projetos de reprodução em cativeiro, monitorização populacional ou de reabilitação de habitats como o recente projeto “Recuperação e Proteção da Margaritifera margaritifera”, coordenado pela Quercus, o que cria bases científicas sólidas para políticas públicas eficazes (Quercus, s.d.).

Os estudos científicos desempenham um papel igualmente indispensável, fornecendo as bases para compreender os impactos das atividades humanas nos bivalves e nos seus habitats. A literatura científica sobre os efeitos de fatores como a poluição, as alterações climáticas e a introdução de espécies invasoras guia as intervenções de conservação e fundamenta a implementação de políticas ambientais visto que “a crescente urgência e complexidade dos desafios à sustentabilidade global exige novas abordagens para envolver o capital intelectual de comunidades especializadas em todo o mundo.”²⁰ (Driscoll, et al., 2012, p.1). Além disso, estas publicações incentivam a partilha de conhecimento entre especialistas, promovendo colaborações internacionais que beneficiam a proteção dos ecossistemas aquáticos (Scientific Publications, 2024).

Para além do conhecimento técnico gerado, a consciencialização pública é um elemento essencial para a conservação dos habitats aquáticos, sendo a educação ambiental, por meio de campanhas, materiais didáticos e exposições interativas, fundamental para sensibilizar a sociedade sobre a importância dos ecossistemas fluviais, sendo um forte exemplo disto o National Aquarium²¹, que aborda a poluição plástica através de limpezas, campanhas de consciencialização pública e ações para prevenir a poluição antes que ela ocorra (National Aquarium, s.d.).

Neste contexto, o design sustentável surge como uma ferramenta estratégica, capaz de traduzir conceitos de conservação em produtos tangíveis que promovem mudanças comportamentais e despertam interesse, o que é ilustrado por empresas

²⁰ Tradução livre de autor “The growing urgency and complexity of challenges to global sustainability demands new approaches for engaging the intellectual capital of expert communities worldwide.” (Driscoll, et al., 2012, p.1).

²¹ O National Aquarium é uma organização privada sem fins lucrativos que conecta as pessoas à natureza para inspirar compaixão e cuidado pelo nosso planeta oceânico. (National Aquarium, 2025)

como a Herman Miller, que oferece opções de mobiliário com materiais sustentáveis, como o Bambu, um tecido à base de plantas desenvolvido pela von Holzhausen, utilizado em cadeiras icônicas como a *Eames Lounge Chair and Ottoman* como se apresenta na figura 36 (The Verge, 2024).



Figura 36- Cadeira “Eames Lounge Chair and Ottoman” inserida no espaço (Fonte: Herman Miller)

O mobiliário, por exemplo, pode desempenhar um papel significativo ao comunicar valores de preservação e sustentabilidade, utilizando formas, materiais e narrativas que reforcem a ligação emocional entre os utilizadores e a causa ambiental. Além disso, o design sustentável pode atuar como um elo entre ciência e sociedade, unindo funcionalidade e estética para criar produtos que refletem os valores da conservação. Uma demonstração deste princípio é a empresa Susdesign que concebe e implementa projetos sustentáveis que visam gerar impactos globais significativos. A figura 37 apresenta um desses projetos, o sistema de assentos modular “*Lagarta*”, que segundo a própria empresa, este produto para além de ser interativo e lúdico, é feito de cortiça expandida aglomerada, segundo a própria Susdesign, o tipo mais sustentável de compósitos de cortiça, e finalizado com verniz à base de água.



Figura 37- Banco "Lagarta". (Fonte: SusDesign)

Com a colaboração de uma ampla rede internacional de especialistas e inovadores, esta empresa promove a transição de pessoas, organizações e instituições para práticas orientadas pela sustentabilidade, integrando inovação, responsabilidade ambiental e eficiência sistêmica (Susdesign, 2023). Assim, as intervenções para a reabilitação e preservação dos habitats aquáticos transcendem o âmbito científico, integrando educação, inovação e criatividade num esforço coletivo em prol da sustentabilidade e do equilíbrio ecológico.

As ações locais e globais são também um elemento-chave para a reabilitação dos habitats (Funds for NGOs, 2024). Iniciativas conjuntas entre governos, organizações não-governamentais e comunidades locais têm o potencial de restaurar ecossistemas degradados e aumentar a resiliência dos habitats. A implementação de políticas internacionais, como as diretrizes da União Europeia para a proteção de habitats naturais, representa um exemplo de como a cooperação global pode contribuir para a sustentabilidade ambiental a longo prazo (Comissão Europeia, s.d.).

3.3 Considerações sobre integração do conhecimento científico no processo de Design

A investigação sobre estas espécies, ainda que inserida num projeto de design de produto, constituiu uma etapa fundamental para a construção de uma proposta conceptualmente informada, ética e sensível às urgências ambientais contemporâneas. A abordagem desenvolvida ao longo deste capítulo permitiu uma imersão na complexidade ecológica das espécies em causa, bem como nos fatores

que condicionam a sua sobrevivência, dos quais se destacam os impactos antropogénicos, nomeadamente os associados à poluição por microplásticos.

Ao invés de uma abordagem meramente generalista sobre a Classe Bivalvia, optou-se deliberadamente por uma análise sistematizada das espécies ameaçadas em território nacional. Esta escolha metodológica revelou-se decisiva, uma vez que possibilitou a identificação de particularidades morfológicas, biológicas e simbólicas de cada espécie, dados que de outro modo, permaneceriam invisibilizados ou reduzidos a generalizações. Por exemplo, a compreensão do ciclo de vida específico de *Unio delphinus*, cuja fase larvar se encontra estreitamente dependente de peixes hospedeiros, revelou-se essencial para conceitualizar formas de representação simbólica da fragilidade e interdependência dos ecossistemas aquáticos ao evidenciar que a sobrevivência da espécie depende de uma relação ecológica complexa e invisível, cuja rutura compromete todo o ciclo reprodutivo.

A totalidade do conteúdo abordado nas secções anteriores, da morfologia à ecologia e da evolução ao valor ambiental foi tratada não como fim em si, mas como ferramenta de base para o pensamento projetual. A investigação científica, nestes moldes, cumpriu a função de ancorar o processo de design em dados concretos, permitindo que a peça a desenvolver transcenda a função utilitária e se afirme como veículo de consciencialização ambiental, simbólica e ética.

Complementando esta base teórica e ecológica, importa sublinhar que, no contexto do design em que o presente projeto está inserido, a incorporação deste conhecimento não se limita a uma representação visual das espécies em risco, mas amplia-se para uma estratégia de comunicação ambiental que utiliza o mobiliário como meio educativo. A materialização destas ideias poderá assumir diversas formas, desde texturas inspiradas nos padrões das conchas até estruturas que evoquem a importância da filtração e regeneração dos ambientes aquáticos. Segundo Papanek (2005), o design, quando bem fundamentado, torna-se uma ponte entre ciência e sociedade, transformando informação ecológica complexa em experiências visuais e táteis que despertam a consciência ambiental do público.

4. Recolha e análise de dados por inquérito

Para complementar a base teórica e ecológica previamente estabelecida, recorreu-se ao inquérito por questionário como instrumento de recolha de dados junto da população em geral. Esta abordagem permitiu aferir o grau de consciencialização da população relativamente à conservação dos bivalves de água doce e à perceção do potencial simbólico e funcional de peças de mobiliário com valor educativo e ecológico.

A aplicação do inquérito revestiu-se de particular importância numa investigação em design centrada no utilizador, pois permitiu recolher dados empíricos diretamente associados ao público-alvo, informando decisões projetuais com base em necessidades reais, valores culturais e expectativas sociais. Deste modo, os inquéritos não apenas legitimaram o processo de design com dados quantitativos, como reforçam o compromisso do projeto com uma abordagem verdadeiramente participativa e contextualizada.

O inquérito foi implementado através de um questionário digital, concebido para atingir um público heterogéneo, não especializado, sendo estruturado em torno de três eixos principais: conhecimento ecológico, perceção simbólica e estética, e recetividade a produtos sustentáveis com propósito de sensibilização. O objetivo não foi apenas obter dados estatísticos, mas, sobretudo, compreender o grau de conexão entre o utilizador final e o conceito para o produto

4.1 Elaboração do questionário e implementação do inquérito

A construção do questionário²² baseou-se numa abordagem metodológica mista de inspiração quantitativa e qualitativa, conforme sugerido por Creswell (2014), procurando captar tanto dados objetivos de conhecimento como perceções subjetivas e atitudes simbólicas. A estruturação das secções seguiu os princípios de clareza, coerência temática e progressão cognitiva com vista a fomentar o envolvimento do participante e a minimizar enviesamentos interpretativos. O

²² Ver apêndice 2: Questionário do Inquérito

questionário foi composto por sete secções, num total de 17 questões, distribuídas entre formatos de escolha múltipla, resposta curta e caixas de verificação múltiplas, de forma a cruzar análise estatística com variáveis de leitura interpretativa.

A primeira secção não incluiu questões, funcionando como introdução informativa. Teve como função garantir transparência e consentimento informado, em linha com as boas práticas metodológicas em investigação social (Creswell, 2008). Explicita o enquadramento académico, os objetivos do estudo e os princípios de anonimato e voluntariedade. Esta introdução reforça a credibilidade do inquérito e contribui para a taxa de resposta (Bernard, 2006).

A segunda secção incluiu três questões de carácter etário e demográfico e relativas ao género. A recolha destes dados permitiu segmentar as respostas e cruzar perfis sociodemográficos com níveis de literacia ecológica e atitudes estéticas, conforme recomendado em estudos sobre perceção do design sustentável (Fuad-Luke, 2010).

A terceira secção avaliou a literacia ecológica básica dos participantes relativamente aos bivalves de água doce, incorporando quatro questões, sendo que a presença de uma questão de resposta aberta permitiu ainda identificar padrões discursivos, conforme defendido por Bernard (2006) em metodologias mistas.

Composta por quatro questões, a secção 4 procurou conhecer a receptividade do público ao design como ferramenta de comunicação ecológica. Esta secção testou a predisposição dos participantes para aceitar objetos com funções comunicativas e estéticas enquanto ajudou a perceber as tendências tipológicas mais aceitas.

A quinta secção testou a hipótese do design como dispositivo simbólico e emocional. Com isto foram analisadas as respostas simbólicas e estéticas do público a objetos de design com mensagens ambientais implícitas ou explícitas, em consonância com autores como Papanek (2005), que defendem a responsabilidade ética do designer enquanto mediador.

A sexta secção integrou dimensões comportamentais, explorando a propensão dos participantes para agir ou modificar comportamentos com base em estímulos de design. Através desta abordagem, avaliou-se o potencial performativo do design ecológico, isto é, a capacidade de gerar transformações de atitude e disposição para o consumo ético, como discutido por Manzini & Vezzoli (2002).

Na última secção, o participante foi convidado a refletir livremente, caso deseje, sobre a temática abordada, permitindo captar dimensões que escapem ao formato fechado do questionário. Esta estratégia qualitativa procurou fomentar a emergência de discursos espontâneos e dar voz ao sujeito da investigação valorizando a complexidade interpretativa das reações ao design com preocupações ambientais.

O questionário foi implementado através da plataforma Google Forms, de modo a facilitar a participação remota e garantir a recolha sistemática de dados. A sua divulgação foi feita utilizando dois canais principais: a rede social Instagram, onde foi partilhado em formato de histórias, e servidores da comunidade Discord relacionados com design. Esta estratégia de distribuição procurou alcançar públicos diversificados, abrangendo tanto utilizadores com afinidade direta pelo tema do design como participantes externos, permitindo recolher contributos de diferentes perfis e contextos.

4.2 Resultados

A análise dos resultados obtidos²³ através do questionário digital revelou informações valiosas acerca da perceção pública relativamente aos bivalves de água doce, à sustentabilidade e ao potencial do design de mobiliário enquanto ferramenta de sensibilização ambiental. Participaram no inquérito 112 indivíduos de diferentes faixas etárias. A faixa predominante foi a dos 26–35 anos (58%). Seguem-se os grupos 18–25 (16,1%), 36–50 (10,7%), <18 (8,9%) e >50 (6,3%). Esta amostra é maioritariamente jovem-adulta e possivelmente mais recetiva a temáticas ecológicas. Relativamente à distribuição geográfica dos participantes, verificou-se que a maioria dos inquiridos reside no Norte do país (45,6%), seguido pelo Sul (32,1%), pelo Centro (20,5%) e, em menor número, pelas Ilhas (1,7%). Esta distribuição evidencia uma predominância da região Norte, o que pode estar associado à maior facilidade de difusão do questionário nessa área, mas ainda

²³ Ver apêndice 3: Resultados do Inquérito

assim garante uma representação de diferentes territórios nacionais, permitindo observar percepções variadas em função do contexto geográfico.

Em relação ao conhecimento prévio sobre os bivalves de água doce, observou-se um elevado grau de desconhecimento: 68,8% dos inquiridos nunca tinham ouvido falar destes organismos. Este valor reforça a pertinência do projeto na medida em que revela uma lacuna significativa na literacia ecológica da população. Além disso, 86,6% dos participantes desconheciam que estas espécies estão em risco de extinção em Portugal, sinalizando uma oportunidade clara para ações de comunicação ambiental eficazes.

Apesar da predominância da faixa etária entre os 26 e os 35 anos na amostra, os dados indicam que este grupo revelou-se também o menos informado sobre a existência e o estado de conservação dos bivalves de água doce. Verificou-se que, mesmo entre participantes jovens, habitualmente mais expostos a conteúdos digitais sobre ambiente e sustentabilidade, a consciência sobre esta problemática permanece reduzida. Tal constatação reforça a ideia de que a falta de informação sobre os bivalves não é apenas uma questão geracional ou de desinteresse, mas sim uma lacuna generalizada de comunicação e educação ambiental.

Contudo, apesar do desconhecimento inicial, a grande maioria dos respondentes demonstrou sensibilidade para a importância ecológica destes organismos: 52,3% consideraram o desaparecimento dos bivalves como “extremamente impactante” para os ecossistemas aquáticos, e 31,5% como “muito impactante”, totalizando mais de 83% de respostas que atribuem um grau elevado de impacto ecológico à sua extinção.

No que diz respeito à capacidade do design para comunicar causas ambientais, 72,8% dos participantes afirmaram acreditar plenamente nesse potencial, e 25% reconheceram essa possibilidade dependendo da abordagem, denotando uma ampla aceitação da proposta de integrar preocupações ambientais no design de produto.

Quando questionados sobre o impacto simbólico de uma peça de mobiliário feita com resíduos e inspirada em espécies ameaçadas, 62,5% afirmaram que se sentiriam mais sensibilizados, enquanto 33% responderam “talvez”, demonstrando a força do apelo estético e temático como mecanismo de consciencialização.

Relativamente à tipologia de mobiliário mais eficaz para transmitir mensagens ambientais, as banquetas surgiram como a escolha mais referida, seguidas por mesas de apoio, cadeiras, bancos e estantes.

Quanto à disposição para adquirir produtos com propósitos conservacionistas, 92,9% dos participantes responderam que “depende do valor adicional”, e 7,1% afirmaram estar dispostos a fazê-lo mesmo com um custo superior, sugerindo uma sensibilidade crescente à causa, mas condicionada por critérios económicos.

A questão sobre se o design pode efetivamente alterar comportamentos ou promover consciencialização revelou que 40,2% acreditam que isso ocorre com frequência, enquanto 55,6% consideram que acontece “em certos contextos”, o que indica um reconhecimento generalizado do papel transformador do design.

No que se refere aos elementos mais sensibilizadores num objeto com mensagem ecológica, destacaram-se preferências em materiais reciclados e uma estética que remeta para a causa o que indicou uma valorização simultânea de atributos materiais, simbólicos e éticos no design ambientalmente consciente.

No campo da comunicação visual, 61,6% dos inquiridos afirmaram que a presença de símbolos visuais, aumenta significativamente a perceção de ligação à natureza, e 31,3% indicaram um aumento moderado, validando a eficácia de estratégias visuais subtis e simbólicas na evocação de temas ecológicos.

Finalmente, no que diz respeito à preferência de linguagem visual, 49,1% demonstraram preferência por mensagens subtis e sensoriais, 40,2% valorizam essa abordagem desde que a estética seja apelativa, e apenas 10,7% preferem mensagens diretas, o que sugere que a maioria do público valoriza uma abordagem estética sofisticada e não intrusiva na comunicação de causas ambientais.

Em síntese, os dados recolhidos através dos inquéritos validaram a hipótese de que o design de mobiliário, especialmente quando sustentado por uma narrativa ecológica e por materiais com valor simbólico e ambiental, possui um potencial comunicativo significativo, concluindo-se que pode ser eficaz na promoção da sensibilização para a conservação de espécies ameaçadas como os bivalves de água doce.

5. Geração e testes de conceitos como instrumento de validação comunicacional

Para validar a eficácia simbólica e comunicacional das propostas desenvolvidas, foram implementados os testes de conceitos. Através desta abordagem, procurou-se compreender como as ideias eram percebidas por potenciais utilizadores, avaliando a sua clareza, relevância e impacto emocional. Esta estratégia teve como objetivo assegurar que o objeto de design transcendia a sua funcionalidade, e se assumia como veículo de transmissão de valores e preocupações ecológicas.

5.1 Exploração visual: estudo cromático, *moodboard* e análise morfológica, anatómica e funcional dos Bivalves

A componente visual do projeto desempenhou um papel crucial na construção da mensagem ecológica pretendida, contribuindo para a sua eficácia simbólica e comunicacional. Neste sentido, a fase de exploração visual centrou-se em três eixos principais: estudo cromático, análise de formas e padrões visuais das espécies de bivalves, e elaboração de um *moodboard* representativo das abordagens estéticas adotadas por marcas de design sustentável que recorrem a materiais reciclados.

O estudo cromático (Figura 38) foi conduzido com base na observação de espécies de bivalves de água doce e dos respetivos habitats naturais, tendo como objetivo identificar uma paleta de cores que traduzisse visualmente a ligação ao meio aquático e à biodiversidade ameaçada. O estudo revelou que as tonalidades predominantes associadas aos bivalves e aos ecossistemas fluviais onde habitam são o verde, o castanho e o azul.

Considerou-se que o verde simboliza a vegetação ribeirinha e o equilíbrio ecológico, enquanto o castanho remete para o fundo dos rios, a matéria orgânica e a concha dos próprios bivalves. O azul, por sua vez, está diretamente ligado ao elemento água e à noção de pureza, fluidez e vida. Estas três cores funcionam, assim, como elementos simbólicos essenciais no reforço da identidade ecológica do projeto, proporcionando coerência estética e comunicacional ao objeto de design.



Figura 38- Estudo cromático (Fonte: Autor)

Paralelamente ao estudo cromático, procedeu-se à análise morfológica de diversas espécies de bivalves de água doce (Figura 39), com o objetivo de identificar formas, texturas e padrões estruturais recorrentes que serviram de inspiração formal para o desenvolvimento do produto. Foram observados elementos como estrias radiais e concêntricas, texturas rugosas, formas ovóides e simétricas, bem como repetições geométricas subtis na superfície das conchas.

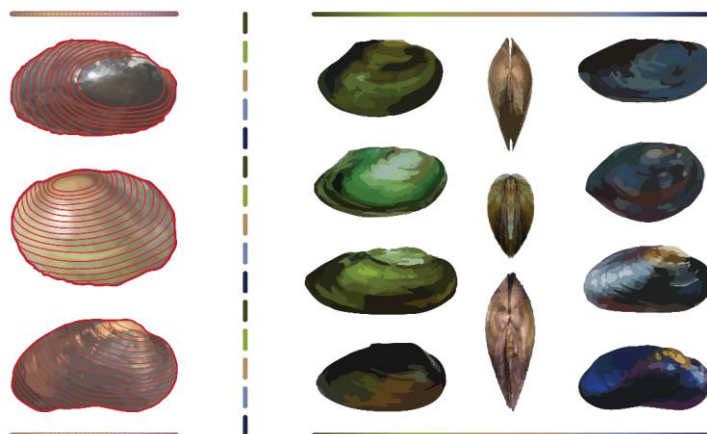


Figura 39- Análise morfológica das espécies (Fonte: Autor)

Esta análise visual permitiu criar uma base formal onde a bioinspiração se torna evidente ao traduzir padrões naturais em elementos projetuais. A incorporação destas formas contribuiu para uma aproximação sensorial e simbólica dos conceitos à fauna aquática.

Adicionalmente, foi feita uma análise anatômica e funcional dos bivalves (Figura 40), que sintetiza os principais elementos das diversas espécies. Esta estrutura gráfica serviu como ferramenta de sistematização visual, destacando componentes essenciais como os músculos adutores, brânquias, sifões, pé e charneira, bem como padrões de simetria e características do ciclo de vida. A identificação destes elementos permitiu uma compreensão mais aprofundada da morfologia interna e externa das espécies, reforçando a abordagem de bioinspiração do projeto. Este exercício analítico forneceu informações formais e estruturais que levaram a decisões de design mais fundamentadas, assegurando uma ligação coerente entre biologia, função e estética no desenvolvimento da proposta projetual.



Figura 40- Análise anatômica e funcional das espécies (Fonte: Autor)

Por fim, foi elaborado um *moodboard* visual (Figura 41) com referências a peças de mobiliário produzidas por diferentes marcas internacionais que trabalham com plástico reciclado, como a Pentatonic, ecoBirdy, Tiptoe, DesignByThem, LifestyleGarden, entre outras. Este estudo visual procurou identificar tendências estéticas contemporâneas, soluções formais inovadoras e materiais com valor simbólico e ecológico, de modo a informar criticamente o desenvolvimento da proposta projetual.

O *moodboard* evidencia a diversidade de abordagens formais e cromáticas utilizadas no design de mobiliário que minimiza o impacto ambiental, servindo como

ferramenta de inspiração visual e de orientação estética. Estas referências reforçaram a viabilidade da reutilização de resíduos plásticos como matéria-prima para a criação de peças apelativas e conscientes, enquanto demonstraram o potencial comunicacional do design de mobiliário quando orientado por princípios ecológicos.



Figura 41- Moodboard de mobiliário em plástico reciclado (Fonte: Autor)

5.2 Processo de *sketching* enquanto ferramenta de idealização

O processo de *sketching* (Figura 42) assumiu um papel central enquanto ferramenta de idealização durante as fases iniciais do desenvolvimento do projeto. Através da representação gráfica espontânea e exploratória, foi possível traduzir visualmente os primeiros conceitos emergentes, possibilitando a sua análise, reformulação e comunicação de forma rápida e acessível.

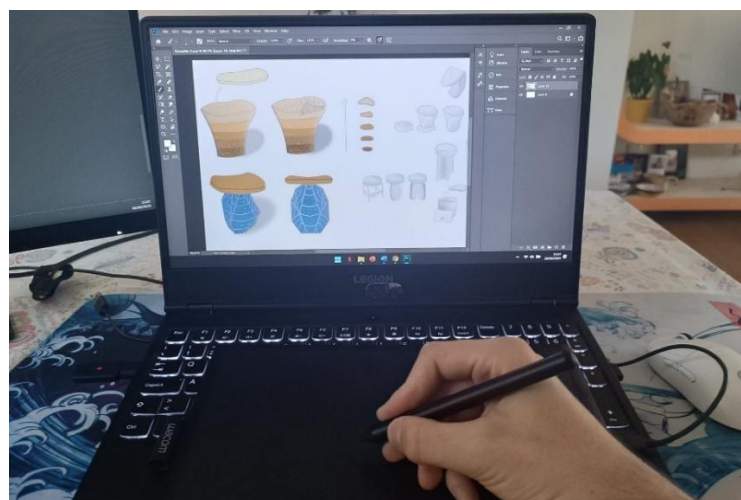


Figura 42- Processo de sketching (Fonte: Autor)

Esta prática, permitiu estruturar pensamentos, testar soluções formais e estabelecer relações simbólicas entre os dados recolhidos na fase exploratória e os objetivos comunicacionais do projeto. Ao não exigir um elevado grau de fidelidade ou rigor técnico, o *sketching* viabilizou uma abordagem flexível, criativa e iterativa, essencial para o amadurecimento das ideias numa fase ainda incipiente do processo.

Para além do seu valor enquanto instrumento de geração de alternativas, o *sketching* revelou-se igualmente eficaz numa primeira fase da mediação do diálogo com os participantes envolvidos nos testes de conceito como apresentado no ponto 5.6 deste relatório. As representações gráficas funcionaram como estímulo visual, facilitando a compreensão dos temas abordados e potenciando o envolvimento crítico e reflexivo dos interlocutores.

Neste contexto, o *sketching* não se limitou a ser uma etapa auxiliar do processo criativo, mas consolidou-se como um meio operativo de investigação visual, alinhado com os princípios do design centrado no utilizador e com a necessidade de integrar contribuições externas desde as fases preliminares do projeto.

5.3 Estruturação de modelos com apoio a softwares 3D

Após a fase de *sketching*, que permitiu a exploração inicial de ideias e a sua comunicação de forma espontânea e acessível, procedeu-se à estruturação de

modelos tridimensionais com recurso ao software de modelação digital SolidWorks (Figura 43).

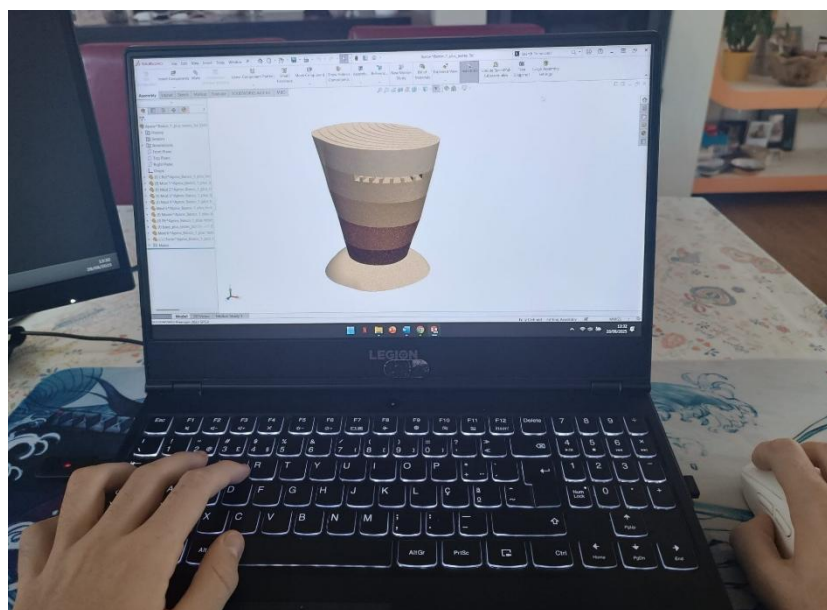


Figura 43- Processo de modelação digital no programa SolidWorks (Fonte: Autor)

Esta etapa visou a transição para um grau superior de definição formal, funcional e dimensional das propostas desenvolvidas, contribuindo para uma representação mais rigorosa e fundamentada dos conceitos projetuais.

A modelação tridimensional permitiu visualizar de forma clara a volumetria, proporção e funcionamento das peças de mobiliário concebidas, facilitando a análise estrutural e o aperfeiçoamento de detalhes construtivos e simbólicos. Através do ambiente digital, foi possível testar diferentes soluções formais, materiais e compositivas, avaliando a sua viabilidade técnica e o seu impacto visual em contexto simulado.

Este processo teve ainda uma função essencial na comunicação com os participantes envolvidos nas etapas seguintes de validação, nomeadamente os testes de conceito e as entrevistas individuais. Os modelos 3D forneceram um suporte visual mais concreto e detalhado, permitindo aos interlocutores uma compreensão aprofundada das intenções do projeto e fomentando um diálogo mais informado e crítico.

5.4 Geração de conceitos

Sem recorrer ainda à implementação plena da proposta, os testes de conceitos viabilizaram uma aproximação preliminar entre o projeto e o seu público-alvo, permitindo verificar se as ideias-chave comunicavam com clareza e pertinência os valores ecológicos que lhes estão subjacentes. Como tal, este método revelou-se particularmente adequado aos objetivos desta fase da investigação, funcionando como mecanismo de afinação conceptual e comunicacional, e respondendo de forma coerente à estrutura metodológica delineada para o projeto. Com o intuito de assegurar a inteligibilidade simbólica e emocional dos conceitos apresentados, foram utilizados diferentes meios de representação, que se complementaram no processo de comunicação visual.

A seleção do perfil dos participantes para os testes de conceitos exigiu uma reflexão metodológica cuidadosa, dado que o produto desenvolvido não se destina a um público-alvo de nicho, mas antes a um público alargado e transversal. A problemática abordada na investigação, centrada na conservação dos bivalves de água doce e na crítica ao excesso de resíduos antropogénicos, diz respeito a toda a sociedade, pelo que qualquer indivíduo adulto pode, em teoria, ser considerado um destinatário legítimo da mensagem veiculada pelo projeto.

Contudo, a necessidade de definir um recorte operativo levou à consideração dos dados recolhidos na fase anterior da investigação, através do método de inquérito. Esses dados demonstraram que a faixa etária dos 26 aos 35 anos revelou níveis mais baixos de conhecimento sobre a problemática dos bivalves e menor familiaridade com questões ecológicas associadas a habitats aquáticos. Com base nesse indicador empírico, optou-se por utilizar esta faixa como ponto de partida para a definição do público dos testes de conceitos, uma vez que representa um grupo com maior necessidade potencial de consciencialização.

Este recorte permitiu concentrar a análise num segmento populacional representativo, sem comprometer a natureza aberta e inclusiva da proposta. A escolha reforça ainda o carácter orientado da investigação, tal como proposto por Laurel (2003), que defende que o design deve ser informado por pessoas reais em contextos reais, mesmo quando se trabalha com sistemas simbólicos e projetos não convencionais. Assim, os participantes foram selecionados não apenas pela

sua posição etária, mas também pela sua predisposição para refletir criticamente sobre os estímulos apresentados. No total, participaram quinze indivíduos, todos adultos entre os 26 e os 35 anos, residentes em contexto urbano, com escolaridade mínima ao nível do ensino secundário e utilizadores regulares de produtos de mobiliário contemporâneo. Embora não tenha sido realizada uma caracterização individualizada mais detalhada, esta descrição geral permitiu enquadrar o grupo de forma suficiente, assegurando a adequação da seleção ao objetivo da investigação. O processo de testes de conceitos desenvolveu-se em quatro momentos sequenciais e cumulativos, assumindo um papel central na validação simbólica, funcional e comunicacional das propostas desenvolvidas, permitindo aferir a sua pertinência face aos objetivos do projeto e ao perfil dos públicos visados.

No primeiro momento²⁴, os participantes foram expostos a painéis com um conjunto de *sketches* organizados por tipologias de mobiliário: cadeiras, estantes, mesas de centro, bancos e banquetas representando diferentes explorações formais e conceptuais associadas à problemática em estudo (Figura 44).

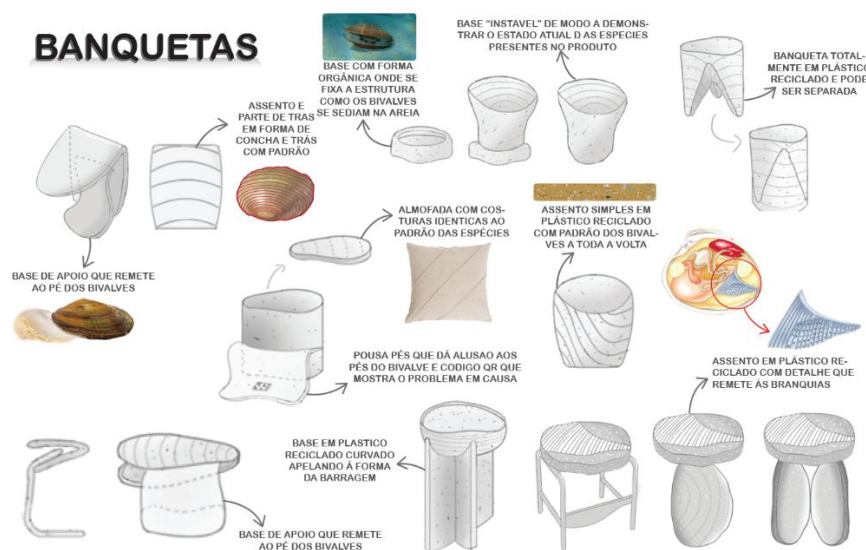


Figura 44- Exemplo de painel apresentado no primeiro momento (Fonte: Autor)

As reações recolhidas permitiram identificar, por um lado, elementos formais valorizados, e por outro, críticas dirigidas a propostas cuja abordagem se focava

²⁴ Ver apêndice 4: Primeiro Momento dos Testes de Conceitos

excessivamente na problematização ecológica como representações visuais de barragens ou poluição. Ficou claro que, embora os participantes reconhecessem a importância das questões levantadas, existia uma resistência à incorporação direta de problemáticas negativas na estética dos objetos, especialmente em contextos domésticos ou de uso cotidiano.

Com base nestes contributos, foram desenvolvidos modelos tridimensionais digitais que integravam os pontos fortes anteriormente identificados, dando origem ao segundo momento de apresentação. Nesta segunda fase²⁵, foram novamente apresentados painéis (Figura 45) onde novamente observou-se um claro reforço do interesse por propostas que recorriam à morfologia dos bivalves enquanto fonte de inspiração visual e simbólica.



Figura 45- Exemplo de painel apresentado no segundo momento (Fonte: Autor)

Apesar do elevado interesse demonstrado pelo uso de plástico reciclado como material principal, os participantes evidenciaram preferência por abordagens que celebrassem a espécie em si, em detrimento de estratégias mais explícitas de crítica ambiental. Tal orientação apontou para a necessidade de reenquadrar a mensagem ecológica de forma mais subtil e integrada na própria linguagem formal do objeto.

Em resposta a este posicionamento, reformulou-se a estratégia de apresentação dos conceitos no terceiro momento²⁶, abandonando a categorização por tipologias de mobiliário. Em alternativa, os conteúdos foram organizados

²⁵ Ver apêndice 5: Segundo Momento dos Testes de Conceitos

²⁶ Ver apêndice 6: Terceiro Momento dos Testes de Conceitos

segundo categorias inspiradas diretamente nos elementos morfológicos, anatômicos e funcionais dos bivalves. Esta reformulação revelou-se significativamente mais eficaz, gerando maior interesse, envolvimento e valorização por parte dos participantes, os quais reconheceram o potencial evocativo, educativo e simbólico destas categorias.

Finalmente, no quarto momento²⁷, foram apresentados novos painéis (Figura 46) com modelos tridimensionais, agora aplicando os princípios identificados na terceira fase em objetos concretos de mobiliário.



Figura 46- Exemplo de painel apresentado no quarto momento (Fonte: Autor)

Esta última ronda de validação evidenciou um elevado grau de aceitação das propostas, sendo as banquetas particularmente destacadas pelos participantes. Justificaram a sua preferência com base na versatilidade funcional e na facilidade de integração em ambientes variados, como espaços de convívio informal ou zonas de espera, realçando a adequação entre forma, função e narrativa ecológica.

Este processo, estruturado de forma iterativa e fundamentado na escuta ativa dos participantes, demonstrou a importância da adaptação progressiva das propostas em resposta a feedback qualificado. Confirmou-se, assim, a relevância da validação qualitativa enquanto instrumento metodológico essencial na consolidação simbólica e projetual de objetos de design com vocação crítica, comunicacional e ecológica.

²⁷ Ver apêndice 7: Quarto Momento dos Testes de Conceitos

6. Validação da investigação e conceitos gerados

O método *Delphi* foi selecionado para esta investigação devido à sua capacidade de integrar a participação direta de especialistas em diversas áreas relevantes para o tema em análise. Este método permitiu recolher opiniões qualificadas e conselhos fundamentados, que se apresentaram como contributos credíveis e viáveis para o desenvolvimento do projeto.

A escolha dos especialistas identificados e caracterizados na tabela 2²⁸ foi baseada nas suas experiências profissionais, publicações académicas e competências específicas, garantindo que as respostas obtidas através do inquérito fossem especializadas e diretamente orientadas para a problemática abordada neste estudo.

6.1 O método Delphi

O método *Delphi* caracteriza-se essencialmente, pela aplicação de um questionário estruturado²⁹ a um grupo de participantes identificados na tabela 2 com conhecimento especializado e compreensão nas áreas pertinentes ao tema em estudo. No contexto deste projeto, foi aplicado a diferentes perfis de profissionais, abrangendo distintas disciplinas, com destaque para o design, dada a relevância e o potencial interesse que este tema pode suscitar neste campo. Segundo Turoff & Lindstone (2002) para alcançar uma combinação bem-sucedida, é essencial contar com três grupos de intervenientes: os *stakeholders*, que são um grupo de indivíduos responsáveis pela tomada de decisões, que deve estar envolvido em todas as etapas do processo; os especialistas, que possuem conhecimentos técnicos ou experiência relevante para o contexto; e os facilitadores, que desempenham um papel crucial ao promover a clareza, estruturar o processo, sintetizar informações e estimular a colaboração eficaz entre os participantes.

²⁸ Ver apêndice 8: Especialistas selecionados para o método delphi

²⁹ Ver apêndice 9: Modelo de Entrevista

Neste sentido, para o primeiro grupo de intervenientes foram selecionados representantes de entidades parceiras e colaboradores com ligação direta ao setor do design de mobiliário sustentável e à conservação ambiental. Para o segundo grupo foram incluídos académicos e profissionais com experiência em design, ecologia aquática e materiais sustentáveis, assegurando diferentes perspetivas disciplinares relevantes para o estudo. Finalmente, para o terceiro grupo, o papel foi assumido pelo investigador, responsável por estruturar o processo, gerir as interações e sintetizar os contributos recolhidos, garantindo a coerência metodológica do método Delphi no âmbito desta investigação.

6.2 Aplicação do método Delphi

A fase inicial deste método consistiu na identificação de profissionais com perfil técnico e científico relevante, recorrendo à análise de currículos académicos, publicações e projetos desenvolvidos.

Após a definição do painel de peritos, foram selecionados treze especialistas cujas áreas de atuação se relacionavam diretamente com os objetivos desta investigação. Este grupo incluía biólogos e ecologistas com experiência em habitats dulçaquícolas, investigadores com trabalho reconhecido em conservação de espécies invertebradas, e designers com práticas centradas na sustentabilidade e no reaproveitamento de resíduos. A intenção foi garantir um leque de contributos interdisciplinares que reforçassem a solidez teórica e a pertinência prática do projeto.

Deste conjunto, dois especialistas aceitaram participar ativamente no estudo. Os restantes apresentaram diferentes justificações: dois recusaram por indisponibilidade e nove não responderam, mesmo após reenvios e contactos de seguimento. As entrevistas decorreram exclusivamente por correio eletrónico, devido à dispersão geográfica dos especialistas e à impossibilidade de agendamento presencial, sendo este o meio mais viável para garantir a recolha de dados no tempo útil da investigação.

O questionário estruturado enviado incluiu questões abertas e organizadas, organizadas por eixos temáticos, e foi concebido com o objetivo de recolher pareceres informados sobre aspetos cruciais do projeto. Considerando as

especificidades profissionais dos inquiridos que aceitaram responder, não foram necessárias adaptações ao questionário.

Este procedimento visou maximizar a qualidade das respostas obtidas, respeitando os princípios do método Delphi, nomeadamente a confidencialidade, o distanciamento entre os participantes, e o tempo necessário para uma reflexão individual ponderada.

Dos treze especialistas contactados apenas o professor Ronaldo Sousa e a professora Simone Varandas responderam.

6.3 Resultados

A utilização do método Delphi, inicialmente planeada como uma estratégia metodológica central nesta investigação, visava garantir a participação de especialistas de diferentes áreas disciplinares com o objetivo de validar, enriquecer e orientar as decisões do projeto. Este método, pela sua natureza estruturada e interativa, tinha o potencial de fornecer contributos relevantes, permitindo a construção de um corpo de conhecimento mais sólido e interdisciplinar, alinhado com a complexidade do tema abordado.

No entanto, apesar dos esforços investidos na seleção criteriosa dos especialistas e na elaboração de um questionário adequado, a taxa efetiva de participação revelou-se insuficiente para a prossecução da técnica nas suas fases subsequentes. Com apenas duas respostas completas obtidas, de um total de treze convites, não foi possível garantir a massa crítica necessária à análise comparativa, ao cruzamento de opiniões ou à identificação de consensos, elementos fundamentais para a eficácia do método Delphi.

Neste sentido, e considerando que a qualidade e a fiabilidade dos resultados desta técnica dependem da existência de interação entre os peritos ao longo de diferentes rondas, concluiu-se que não estariam reunidas as condições metodológicas mínimas para a sua plena implementação. Assim, optou-se por não prosseguir com as fases seguintes previstas no modelo original, redirecionando a investigação para abordagens complementares que permitissem avançar de forma consistente com os objetivos definidos, nomeadamente através do método de entrevistas individuais.

Esta decisão, embora não prevista inicialmente, reforça a necessidade de flexibilidade metodológica em investigações com forte componente interdisciplinar, onde fatores externos, como a disponibilidade dos participantes, pode condicionar o desenrolar do processo. A limitação aqui registada não compromete a integridade do projeto, mas antes reafirma o compromisso com a qualidade científica e com a adequação dos métodos às circunstâncias reais da investigação.

7. Validação da investigação e conceitos gerados através de entrevistas individuais

No âmbito da abordagem metodológica mista adotada, a recolha de contributos especializados foi inicialmente planeada com base no método Delphi. A seleção deste método visava garantir a integração de perspetivas informadas de especialistas em áreas-chave para o desenvolvimento do projeto. Contudo, como anteriormente exposto, a escassez de respostas obtidas inviabilizou a continuidade do processo nas suas fases subsequentes, exigindo a reformulação da estratégia de validação qualitativa prevista.

Face ao contexto exposto no ponto anterior, optou-se pela realização de entrevistas individuais como alternativa metodológica viável, orientada para a obtenção de contributos especializados e reflexivos, em consonância com os objetivos da investigação. Esta escolha privilegia uma abordagem qualitativa, interpretativa e flexível, ajustada às condições reais do processo de investigação.

Assim, a decisão de recorrer a entrevistas individuais surgiu como opção metodológica coerente com os pressupostos teóricos e as exigências contextuais da investigação em design.

7.1 O método de entrevistas individuais

Este momento consistiu na aplicação de entrevistas individuais enquanto método qualitativo, com o intuito de validar e aprofundar os conceitos previamente desenvolvidos. Assim, foram selecionadas entidades com conhecimento técnico, científico e ativista relevante nas áreas da ecologia, design e sustentabilidade, promovendo uma compreensão mais densa dos desafios e oportunidades inerentes à problemática em estudo.

Estas entrevistas permitiram aceder a perspetivas especializadas e, simultaneamente, identificar lacunas e pontos de fricção entre a teoria e a realidade prática. Através desta abordagem, confirmou-se a pertinência de associar o design de mobiliário a causas de ativismo ambiental, reforçando a sua capacidade comunicacional e simbólica. Constatou-se ainda que, para além da forma ou função, a eficácia de um objeto como agente de consciencialização depende fortemente da autenticidade do seu discurso material e conceptual.

Emergiu, portanto, a necessidade de garantir coerência entre materiais, processos e narrativas, de modo a legitimar o impacto do projeto perante públicos diversos e evitar dissonâncias na receção da mensagem.

7.2 Aplicação do método das entrevistas

7.2.1 Definição do público-alvo

A definição do público-alvo para a realização das entrevistas individuais nesta fase da investigação foi orientada por uma estratégia metodológica consciente da importância de recolher contributos especializados que permitissem validar qualitativamente a proposta desenvolvida. Conforme defendido por Laurel (2003), a investigação em design deve ser entendida como uma prática interpretativa e adaptável, exigindo, por isso, a integração de múltiplas perspetivas que permitam aceder à complexidade dos fenómenos em estudo.

Neste contexto, foram definidos cinco grupos distintos de participantes, com base nas suas áreas de atuação e na natureza do contributo esperado para o projeto: investigadores da área da conservação, profissionais de design, agentes da indústria ecológica e especialistas em comunicação ambiental. Esta organização permitiu garantir uma abordagem interdisciplinar, reunindo visões provenientes de domínios científicos, técnicos e sociais complementares.

O primeiro grupo foi constituído por dois investigadores e técnicos com experiência consolidada nas áreas da ecologia aquática e da conservação de habitats dulçaquícolas. A sua participação teve como principal finalidade assegurar o rigor científico da componente ecológica do projeto, bem como aferir a relevância e a correção dos conteúdos simbólicos associados às espécies de bivalves abordadas. Estes especialistas contribuíram para a validação conceptual da

proposta, permitindo confirmar se o design de mobiliário pode, de facto, funcionar como veículo eficaz de consciencialização ecológica baseado em conhecimento rigoroso.

O segundo grupo incluiu dois profissionais do design com experiência relevante no domínio do design sustentável, com especial interesse na integração de resíduos, economia circular e inovação ecológica. A participação destes designers permitiu refletir criticamente sobre o posicionamento do design enquanto prática capaz de articular funcionalidade, simbolismo e responsabilidade ambiental. Estes contributos foram particularmente importantes para avaliar a coerência projetual da proposta, bem como a sua pertinência face aos paradigmas atuais da disciplina.

O terceiro grupo foi representado por uma profissional da indústria ecológica, cuja prática se foca na transformação de resíduos plásticos em materiais para o design. A sua colaboração possibilitou uma análise da viabilidade técnica e material do projeto, evidenciando os desafios e oportunidades associados à reutilização de resíduos antropogénicos na produção de mobiliário. O seu testemunho ajudou também a clarificar a relação entre inovação material e discurso ecológico no contexto da produção industrial contemporânea.

O quarto grupo integrou um especialista em comunicação e educação ambiental. A sua participação visou avaliar a clareza, eficácia e adequação das mensagens ecológicas propostas no projeto, assegurando que os conteúdos eram inteligíveis e emocionalmente ressonantes para o público. Este contributo foi decisivo para validar a estratégia comunicacional da proposta, reforçando o papel do design como ferramenta de sensibilização ambiental.

O quinto grupo foi composto por um técnico especializado na produção e transformação de materiais reciclados, com conhecimento aprofundado sobre os processos industriais associados ao reaproveitamento de resíduos plásticos. A sua participação permitiu aferir a exequibilidade técnica dos conceitos projetuais, nomeadamente no que respeita à escolha de materiais, processos produtivos, limitações formais e possibilidades cromáticas. Este contributo revelou-se essencial para consolidar a dimensão material e produtiva do projeto, assegurando a sua coerência com os princípios da sustentabilidade e da aplicabilidade em contexto real de fabrico.

Tabela 2- Lista com dados dos participantes segmentados por grupos (Fonte: Autor)

Nome	Grupo	Especialização
Ronaldo Sousa	Grupo nº 1	Professor Auxiliar no Departamento de Biologia da Universidade do Minho e Investigador no Centro de Biologia Molecular e Ambiental (CBMA). Especialista em ecologia aquática, conservação e espécies invasoras, com mais de 150 artigos científicos publicados. Reconhecido entre os Top 2% dos cientistas mundiais desde 2021. Membro de grupos especializados da IUCN e editor associado de revistas científicas internacionais.
Simone Varandas	Grupo nº 1	Professora Associada na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Departamento de Ciências Florestais e Arquitetura Paisagista. Investigadora integrada no Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB). Especialista em ecologia de ecossistemas aquáticos, com ênfase na conservação de espécies aquáticas e funcionamento de ecossistemas ribeirinhos.
Ana Mestre	Grupo nº 2	Fundadora da Sus Design, uma empresa portuguesa de design sustentável consolidada. Com formação em design industrial e foco em economia circular, combina experiência prática em projetos que utilizam materiais reciclados com uma abordagem conceptual orientada por valores éticos e ecológicos. Reconhecida por integrar processos de cocriação com comunidade e cidadãos.
Hugo Silva	Grupo nº 2	Designer Sénior na empresa DAM, com larga experiência no desenvolvimento de produtos que combinam funcionalidade com práticas de reutilização de resíduos. Especializado em estratégias de design centradas na sustentabilidade, tecnologias de produção adaptáveis e

		integração de materiais reciclados em cadeias produtivas eficientes.
Isabel Bourbon	Grupo nº 3	Co-Fundadora e Diretora Criativa da Oiá Plast, empresa ecológica portuguesa dedicada à transformação de plásticos reciclados em material de design. Tem formação em design de produto e gestão sustentável, e foca parte do seu trabalho na criação de materiais inovadores com forte componente simbólica e ambiental.
Teresa Pires	Grupo nº 4	Profissional de Marketing e Comunicação Estratégica, com forte enfoque em marketing verde e sustentabilidade. Atua no desenvolvimento de projetos que articulam comunicação eficaz com responsabilidade ambiental, promovendo o valor das marcas com propósito. Com experiência consolidada na direção de comunicação e gestão de projetos, alia estratégia, conteúdo e impacto, traduzindo conceitos complexos em mensagens claras e mobilizadoras.
Luis Leal	Grupo nº 5	Diretor de Produção na Prodelix, empresa especializada na transformação industrial de plásticos reciclados em soluções técnicas para design e arquitetura. Possui vasta experiência na otimização de processos de extrusão, coloração e acabamento de materiais reciclados. O seu trabalho foca-se na inovação material e na viabilidade técnica de produtos sustentáveis aplicáveis em larga escala.

Esta divisão do público-alvo em cinco grupos funcionais reflete a intenção de articular diferentes domínios de saber como o científico, projetual, técnico-industrial e comunicacional no processo de validação qualitativa. Tal estratégia é coerente com a lógica metodológica do projeto, que exige a construção de pontes entre o conhecimento teórico, a prática projetual e os contextos de aplicação. Ao integrar estas diferentes perspetivas, pretendeu-se garantir que a proposta final resultasse

de um processo reflexivo, informado e socialmente comprometido, respeitando simultaneamente os princípios de rigor, interdisciplinaridade e relevância ecológica.

7.2.2 Elaboração dos guiões

A elaboração dos guiões de entrevista assentou numa abordagem metodológica sensível à diversidade dos perfis selecionados e à complexidade interdisciplinar da investigação. Atendendo à natureza qualitativa desta fase do projeto, os guiões foram desenvolvidos segundo uma estrutura semi-estruturada, que permitisse simultaneamente uma orientação temática clara e a flexibilidade necessária para acomodar as especificidades discursivas e experienciais de cada participante.

A construção dos guiões teve como ponto de partida a segmentação do público-alvo em quatro grupos funcionais distintos: investigadores e técnicos da área da conservação; designers com experiência em práticas sustentáveis; profissionais da indústria ecológica e especialistas em comunicação ambiental. Esta organização permitiu adequar os conteúdos das entrevistas à experiência e conhecimento específico de cada grupo, maximizando a relevância dos contributos recolhidos.

A estrutura interna dos guiões seguiu uma lógica progressiva, iniciando-se com perguntas de carácter introdutório e abrangente, seguidas de blocos temáticos focados nos objetivos centrais da investigação. Esta organização teve como objetivo criar um ambiente de diálogo acessível e fluido, potenciando respostas aprofundadas, reflexivas e contextualizadas. O desenho das questões procurou não apenas captar dados factuais ou técnicos, mas também explorar perceções, interpretações e valores associados às temáticas da sustentabilidade, do design ecológico e da conservação de espécies.

Em todos os guiões, o último bloco foi dedicado à validação de conceitos, funcionando como um espaço de avaliação crítica das propostas desenvolvidas ao longo do projeto. Os participantes foram convidados a refletir sobre a coerência, viabilidade e potencial impacto de ideias como o design bioinspirado, os tecnociclos, a integração simbólica de resíduos ou a articulação entre design e educação ambiental. Esta validação foi considerada essencial para aferir a robustez

conceptual da proposta, bem como o seu alinhamento com os desafios e exigências das áreas de atuação representadas.

A adaptação do conteúdo às especificidades de cada grupo foi igualmente fundamentada na lógica defendida por Brenda Laurel (2003), segundo a qual a investigação em design exige métodos qualitativos atentos ao contexto, à identidade do interlocutor e à natureza situada da prática projetual. Neste enquadramento, os guiões foram concebidos como instrumentos estratégicos de escuta ativa e de construção de sentido partilhado, valorizando a diversidade de visões enquanto condição necessária para a robustez metodológica e científica da investigação.

A pertinência das perguntas foi também assegurada através da articulação entre três dimensões fundamentais: a sustentabilidade ecológica e material, a função simbólica e comunicacional do design e a viabilidade prática de aplicação dos conceitos desenvolvidos. Cada guião procurou, dentro do seu enquadramento específico, explorar estas dimensões de modo equilibrado, coerente e acessível, respeitando o perfil profissional e o campo de especialização dos entrevistados.

A elaboração dos guiões assumiu, por conseguinte, não apenas uma função técnica na recolha de dados, mas também uma função estratégica no fortalecimento do diálogo entre o design e os seus contextos de aplicação. Esta postura metodológica inscreve-se numa conceção do design enquanto prática situada, participativa e relacional, comprometida com a escuta crítica dos agentes relevantes nos domínios da sustentabilidade, da comunicação ambiental e da produção material responsável.

7.3 Resultados

A realização das entrevistas possibilitou a recolha de contributos significativos e multidisciplinares, provenientes de diferentes áreas de atuação, que reforçaram a pertinência, a coerência e a viabilidade do projeto desenvolvido. A diversidade dos perfis entrevistados, abrangendo especialistas em conservação de bivalves de água doce, designers, profissionais da indústria ecológica, da transformação de materiais reciclados e da comunicação ambiental, permitiu uma análise integrada que articula as dimensões científica, técnica, criativa e comunicacional.

Do ponto de vista ecológico e científico, os especialistas em ecologia aquática Ronaldo Sousa e Simone Varandas, destacaram o estado crítico de conservação dos bivalves de água doce em Portugal. Para além de confirmar as ameaças determinantes às espécies identificadas na fase exploratória, sublinhou-se a importância ecológica destas espécies, particularmente na purificação da água, no ciclo de nutrientes e na criação de habitat para outros organismos. Foi igualmente salientada a necessidade de medidas de conservação integradas e inovadoras, reconhecendo-se que iniciativas de arte e design podem desempenhar um papel relevante na sensibilização do público.

No domínio do design, os entrevistados Hugo Silva e Ana Mestre confirmaram a viabilidade da criação de mobiliário sustentável com função simbólica e comunicacional, destacando o potencial do *storytelling* material e formal para gerar empatia, memória e reflexão nos utilizadores. Reforçaram, no entanto, que a utilização de resíduos como matéria-prima pode implicar superar desafios técnicos e logísticos, relacionados com a viabilidade económica, a uniformidade dos materiais e a compatibilidade com processos produtivos adequados.

A entrevista com o profissional da indústria ecológica Isabel Bourbon validou a pertinência da integração de resíduos plásticos de difícil reciclagem na produção de mobiliário. Foram apontadas vantagens, como a resistência e durabilidade superiores à madeira, bem como a possibilidade de aplicação em contextos de elevada exigência ambiental. Identificaram-se também limitações associadas à escala de produção, à dependência de equipamentos adaptados e à dificuldade de trabalhar certos tipos de plásticos relativamente à produção em pequenas oficinas como a própria Oiá Plast. Este contacto resultou ainda numa visita às instalações da empresa, permitindo conhecer de perto os processos produtivos e avaliar a adequação dos mesmos às necessidades do projeto.

Particularmente relevante foi o contributo do especialista em transformação e produção de materiais reciclados Luís Leal, onde foram descritas propriedades técnicas essenciais, como a elevada resistência à humidade e intempéries, a durabilidade e a possibilidade de trabalhar o material com ferramentas convencionais de madeira. Apontaram-se também restrições, nomeadamente o peso elevado, a necessidade de reforços estruturais para peças de grandes dimensões, a dilatação térmica e foi indicado quais as paletas de cores que se

podem obter a partir deste material. O processo produtivo, é normalmente baseado em extrusão contínua de plásticos mistos de baixa reciclabilidade e revelou-se compatível com aplicações em mobiliário, desde que sejam respeitadas especificações técnicas como espessuras mínimas, folgas para dilatação e utilização de uniões mecânicas adequadas. O especialista indicou ainda que o custo do material reciclado pode ser competitivo face a materiais convencionais, especialmente quando se considera a sua durabilidade e baixa manutenção. Este especialista não só forneceu indicações técnicas para a produção da peça final, como também analisou o projeto proposto, sugerindo ajustes construtivos, e disponibilizou amostras do material reciclado para avaliação prática.

Sob a perspetiva da comunicação ambiental, foi reiterada a importância de assegurar clareza e credibilidade na mensagem, evitando práticas de *greenwashing* e apoiando todas as afirmações em dados mensuráveis e verificáveis. Reforçou-se que objetos de uso quotidiano, como o mobiliário, podem ser veículos eficazes de mensagens ambientais quando combinam valor estético, carga simbólica e uma narrativa clara sobre a sua origem e propósito. Foi igualmente salientada a necessidade de complementar elementos visuais e simbólicos com mecanismos de mediação, como códigos QR, conteúdos digitais ou campanhas, para garantir a correta interpretação da mensagem por diferentes públicos. Neste contexto, a especialista entrevistada Teresa Pires disponibilizou-se para divulgar o projeto no canal editorial digital “Essência do Ambiente”, ampliando o seu alcance e potencial impacto junto de públicos diversificados.

De forma geral, as entrevistas confirmam que a integração entre a conservação de espécies ameaçadas, o reaproveitamento de resíduos e o design sustentável é tecnicamente viável e possui elevado potencial educativo e simbólico. Esta abordagem pode ter impacto relevante se for acompanhada de soluções construtivas adequadas, estratégias de comunicação fundamentadas e colaboração efetiva entre diferentes áreas do conhecimento. A convergência das perspetivas recolhidas evidencia que o design, quando assumido como prática transdisciplinar, pode constituir um agente de mudança com contributos concretos para a sensibilização, a conservação e a promoção de práticas produtivas ambientalmente responsáveis.

8. Rede territorial de apoio ao projeto

O projeto assentou num sistema de rede territorial que contribuiu para fortalecer, de forma prática e conceptual, os princípios de design sustentável e integração colaborativa. Este sistema traduziu-se na articulação com diversas entidades do setor empresarial, cujas contribuições foram determinantes para o avanço e enriquecimento do trabalho desenvolvido.

Para clarificar a dimensão e a localização geográfica desta rede, foi elaborado um mapa onde se encontram representadas todas as entidades envolvidas e respetiva posição no território (Figura 47). Esta representação evidencia a diversidade e abrangência da rede, bem como a relevância da proximidade territorial para o desenvolvimento de um projeto que alia design, sustentabilidade e economia circular.



Figura 47- Mapa com a localização das entidades pertencentes à rede territorial (Fonte: Autor)

As empresas Essência do Ambiente, Oiá Plast, Dam, Prodelix e SusDesign participaram através da aceitação de entrevistas e da partilha de informações valiosas relacionadas com os seus campos de atuação. Estes contributos foram essenciais para a construção do enquadramento técnico e conceptual do projeto,

fornecendo dados sobre processos produtivos, desafios ambientais e tendências na aplicação de materiais reciclados.

Adicionalmente, as empresas Paulo Antunes Furniture e Bambu Verde colaboraram através do fornecimento de materiais fundamentais para a concretização do modelo à escala real do produto. Esta disponibilização de recursos físicos não só possibilitou a realização de um modelo à escala real, como também reforçou a ligação entre o projeto e o setor produtivo.

A constituição desta rede territorial reflete, assim, um esforço coletivo e multidisciplinar, no qual cada entidade contribuiu com a sua experiência, conhecimento ou recursos, ampliando a qualidade e a relevância do produto.

9. Visita técnica à empresa Oiá Plast

A empresa Oiá Plast situa-se em Arco de Baúlhe e foi feita uma visita ao seu espaço de trabalho no dia 25 de abril de 2025 (Figura 48).



Figura 48- Entrada da empresa Oiá Plast (Fonte: Autor)

Esta visita possibilitou um contacto direto com os processos de transformação de plásticos reciclados, desde a receção da matéria-prima até à obtenção de peças finais. Esta experiência foi fundamental para compreender de forma prática as potencialidades e limitações dos métodos de reciclagem aplicados ao design de produto, contribuindo para a validação do projeto.

A empresa trabalha com diferentes tipos de plásticos, destacando-se o HDPE, proveniente sobretudo de tampas e embalagens, e o PPE, utilizado em embalagens

específicas que geralmente não são aceites pela indústria convencional da reciclagem e acabam em aterro. A escolha destes materiais resulta da sua resistência e versatilidade, ainda que apresentem diferenças na facilidade de corte, acabamento e manipulação. Na figura 49 podem ser observados os plásticos antes e depois de serem processados.



Figura 49- Da esquerda para a direita: Diversos tipos de plástico pré-processados; Plástico triturado separado cromaticamente (Fonte: Autor)

Na empresa, o processo inicia-se com a recolha do material, feita tanto através da comunidade local como de parcerias com empresas e clientes. Após a separação e limpeza, os plásticos são triturados numa máquina específica (Figura 50), reduzindo o seu elevado volume e transformando-se em granulado pronto para ser utilizado nas diferentes máquinas de processamento.



Figura 50- Máquina trituradora (Fonte: Autor)

Durante a visita foi possível observar as duas tecnologias principais utilizadas pela empresa: a injeção e a prensa. A injetora (Figura 51) permite produzir peças diretamente em moldes, sendo utilizadas sobretudo em elementos de menor dimensão.



Figura 51- Máquina injetora (Fonte: Autor)

O processo dura cerca de sete minutos, envolvendo o aquecimento e a injeção do plástico no molde, seguido de um arrefecimento acelerado por água. Esta tecnologia garante rapidez e precisão, embora dependa fortemente da disponibilidade de moldes adequados, cujo custo inicial representa um dos maiores entraves à produção em escala. Na figura 52 é possível ver um exemplo de molde para injeção e o produto correspondente já terminado.



Figura 52- Moldes para injeção e produto resultante (Fonte: Autor)

A prensa (Figura 53), por sua vez, é utilizada para a produção de placas a partir do plástico reciclado.



Figura 53- Máquina de prensa (Fonte: Autor)

Estas placas (Figura 54) funcionam como módulos versáteis que podem ser posteriormente cortados e trabalhados com ferramentas convencionais de carpintaria, como se fossem madeira. A temperatura e a pressão aplicadas durante a prensagem influenciam diretamente o aspeto final: temperaturas mais elevadas resultam em superfícies mais homogéneas, enquanto temperaturas mais baixas preservam texturas, rótulos e cores originais, conferindo um carácter único a cada peça.



Figura 54- Exemplos de placas produzidas na prensa (Fonte: Autor)

A partir destas placas podem ser fabricados diversos produtos, como mesas, balcões ou outros elementos de mobiliário. Durante a visita, a anfitriã Isabel Bourbon demonstrou exemplos de mesas desenvolvidas a partir deste processo (Figura 55), onde, apesar da presença de uniões visíveis entre placas, a estética final mantém-se apelativa e funcional, evocando a lógica natural das pedras ou superfícies compostas.



Figura 55- Mesa construída a partir de placas produzidas na prensa (Fonte: Autor)

Outro aspeto relevante abordado foi a questão dos acabamentos. Apesar de ser possível lixar as peças, esta prática é evitada, pois liberta microplásticos. A empresa procura que os produtos saiam o mais acabados possível diretamente das máquinas, reduzindo a necessidade de operações posteriores e aproveitando todos os resíduos gerados para nova reciclagem.

A visita permitiu ainda compreender a lógica de trabalho com fórmulas específicas de pigmentação, que asseguram alguma consistência cromática entre lotes, embora cada peça mantenha sempre a sua singularidade. Esta impossibilidade de controlo absoluto da cor nos tipos de plástico utilizados pela empresa é encarada não como uma limitação, mas como uma mais-valia estética, que reforça a identidade do produto reciclado e a sua autenticidade material.

Por fim, foi destacado o cuidado com a circularidade dos produtos. Peças que deixam de ter utilidade são devolvidas à Oiá Plast, onde voltam a ser trituradas e reintegradas no processo, evitando que sejam descartadas em ecopontos que não garantem a sua reciclagem. Este ciclo fechado traduz-se numa prática alinhada

com os princípios da economia circular, garantindo que os produtos da empresa têm um impacto ambiental positivo.

9.1 Considerações

A visita à Oiá Plast revelou-se de grande relevância para esta investigação, uma vez que permitiu observar *in loco* como os resíduos plásticos são processados em pequena escala e transformados em novos produtos. Este contacto direto tornou possível compreender melhor as condicionantes técnicas, os custos envolvidos e as oportunidades criativas inerentes ao uso de materiais reciclados no design. Para além disso, confirmou-se a viabilidade do reaproveitamento de resíduos plásticos como matéria-prima para mobiliário sustentável, reforçando a um dos objetivos para este trabalho de projeto e evidenciando o papel do design como mediador entre inovação, sustentabilidade e consciencialização ambiental.

10. Experimentação formal: desenvolvimento de maquete e modelo à escala real

A fase de representação física do conceito marcou a transição entre o desenvolvimento conceptual e a materialização efetiva da proposta projetual. Esta etapa permitiu dar forma concreta às ideias previamente amadurecidas, funcionando como base para a validação formal, funcional e simbólica do objeto.

Com enfoque na experimentação iterativa, recorreu-se a diversas abordagens complementares, desde a impressão 3D à construção manual, com o intuito de explorar a coerência entre materiais, formas e significados.

10.1 Definição do conceito final

O conceito final desenvolvido nesta fase constituiu o culminar de um processo metodológico interativo, informado pelas etapas anteriores da investigação, em particular os testes de conceitos e as entrevistas individuais com especialistas. Este percurso analítico permitiu a consolidação de um conjunto coerente de orientações projetuais, resultantes da integração crítica dos contributos recolhidos junto dos participantes.

Neste contexto, a definição do conceito final (Figura 56) assentou na incorporação dos elementos mais valorizados pelos participantes, nomeadamente a referência subtil, mas evocativa às características anatómicas dos bivalves, a utilização de materiais sustentáveis e a clareza formal das propostas. A intenção projetual passou, assim, por desenvolver uma peça que articulasse funcionalidade e expressividade simbólica, respeitando simultaneamente os princípios da ecologia, da estética e da usabilidade.



A proposta final representa, por conseguinte, uma síntese crítica e fundamentada das ideias exploradas ao longo da investigação, e pretende responder de forma integrada aos objetivos de consciencialização ecológica delineados desde o início do projeto. Esta definição conceptual servirá de base para

a materialização formal e funcional da peça num possível processo subsequente de prototipagem.

10.2 Definição formal e funcional: aplicação da impressão 3D como ferramenta de experimentação projetual

Com o conceito final devidamente estruturado, avançou-se para a fase de idealização formal e funcional através da aplicação de tecnologias de impressão tridimensional. Optou-se pela produção de uma maquete à escala 1:3, em vez das escalas de redução mais convencionais, uma vez que a dimensão à escala 1:2 ultrapassava a capacidade máxima da impressora 3D disponível e, por outro lado, a escala 1:5 resultaria num modelo demasiado reduzido, incapaz de evidenciar os detalhes formais e funcionais necessários à experimentação projetual. Desta forma, a escala 1:3 representou um compromisso adequado entre a viabilidade técnica de impressão e a preservação da legibilidade do objeto. O produto foi modelado com rigor no programa SolidWorks (Figura 57) e posteriormente inserido no programa UltiMaker Cura, diretamente ligado à impressora 3D.

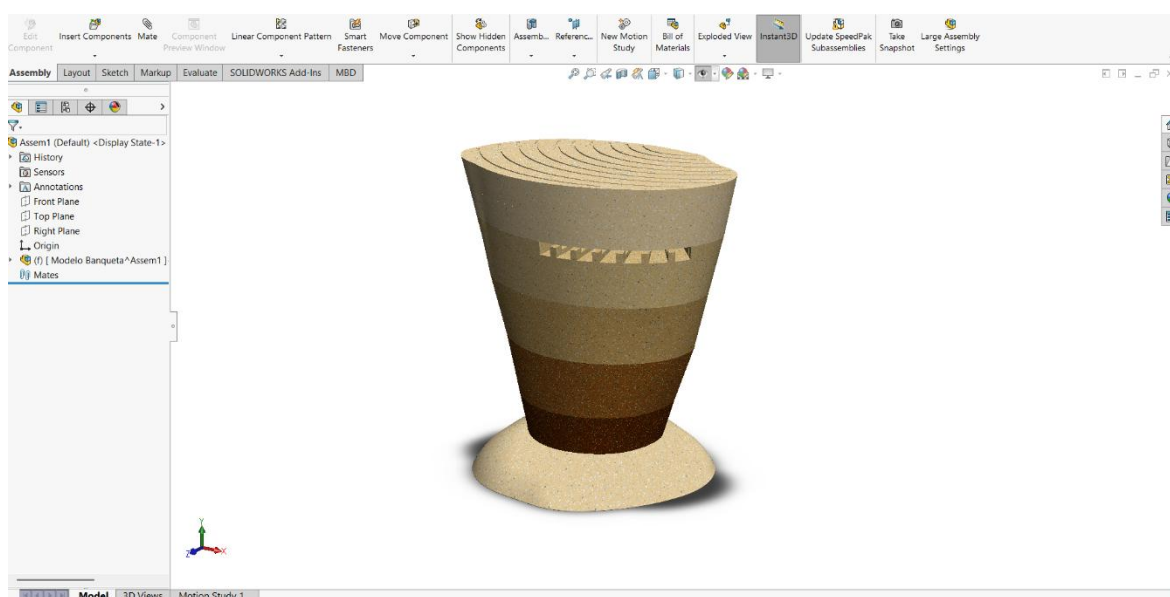


Figura 57- Modelação digital no programa SolidWorks (Fonte: Autor)

Esta etapa teve como principal objetivo permitir uma exploração mais precisa e tangível da proposta, de modo a antecipar eventuais constrangimentos técnicos e ergonómicos, bem como avaliar a clareza da linguagem projetual em termos formais e materiais.

Esta maquete foi utilizada como ferramenta de experimentação projetual, não apenas pela sua capacidade de representar com fidelidade as dimensões, volumes e proporções dos elementos desenvolvidos, mas também pela agilidade com que permite iterar entre soluções e testar hipóteses de construção (Figura 58).

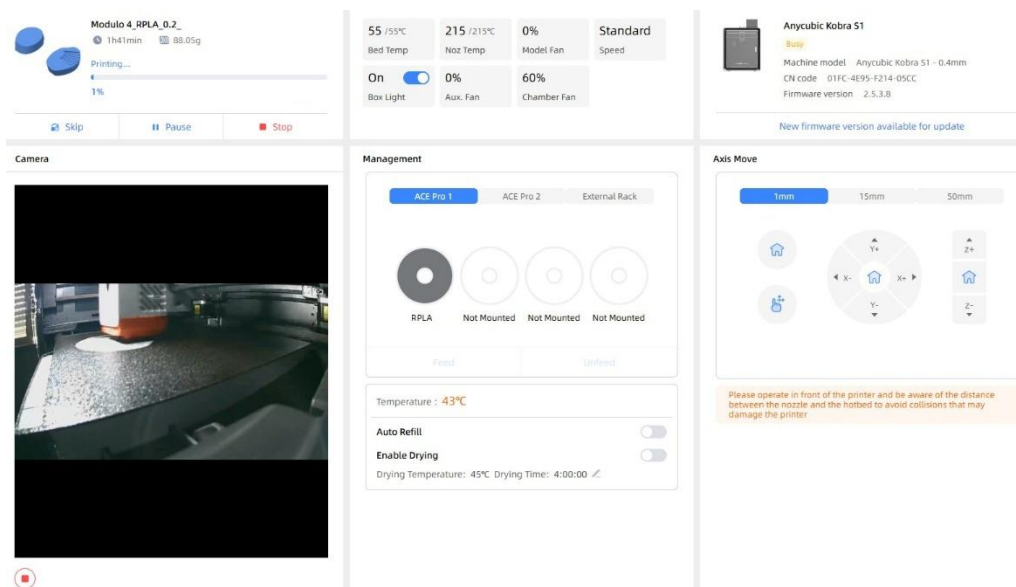


Figura 58- Processo de impressão da maquete

A maquete foi segmentada em diferentes módulos (Figura 59), replicando a estratégia construtiva que se prevê implementar na materialização física do objeto em escala real.

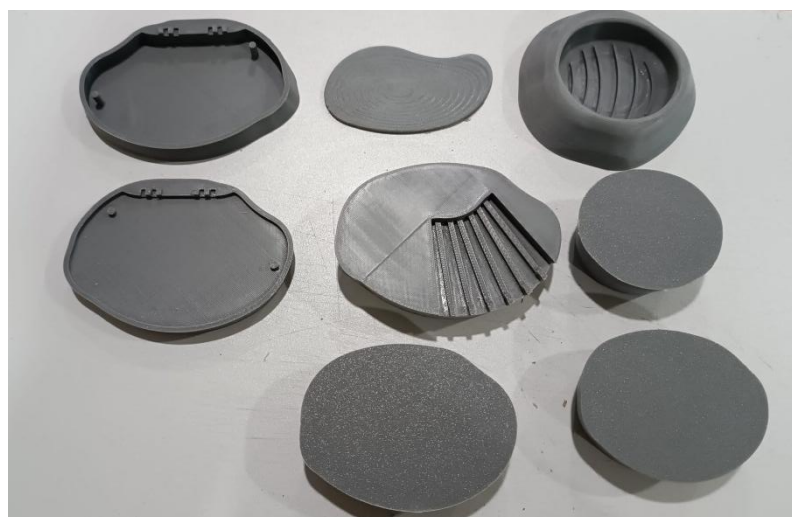


Figura 59- Módulos em impressão 3D (Fonte: Autor)

Esta divisão modular teve como finalidade simular as exigências e complexidades do processo produtivo, possibilitando uma análise crítica da sua

viabilidade e estabilidade estrutural. Importa referir que toda a impressão foi realizada utilizando um filamento de políácido láctico (PLA) reciclado obtido a partir de resíduos de produção de anteriores impressões, o que reforça o alinhamento desta etapa com os princípios da economia circular e com o compromisso ecológico subjacente à proposta do projeto.

De forma a reforçar a expressividade da maquete e facilitar a sua leitura visual por parte de terceiros, foi aplicada uma pintura superficial que simula as cores aproximadas do projeto final (Figura 60). Esta intervenção cromática teve como objetivo comunicar as intenções materiais e estéticas da proposta, permitindo uma melhor apreciação dos contrastes e tonalidades envolvidas.



Figura 60- Da esquerda para a direita: Modelo impresso em 3D com assento fechado com pintura aplicada; Modelo impresso em 3D com assento aberto com pintura aplicada (Fonte: Autor)

Esta abordagem contribuiu para uma avaliação mais rigorosa do produto, tanto do ponto de vista funcional como comunicacional, sustentando a lógica iterativa e investigativa do processo de design. A utilização desta maquete como ferramenta de representação física do conceito intermédia revelou-se, assim, uma estratégia eficaz para consolidar a proposta final antes da sua materialização em escala real.

10.3 Construção do modelo à escala real

A construção do modelo à escala real foi conduzida com o objetivo de assegurar, simultaneamente, o cumprimento dos requisitos formais e funcionais do

projeto e a aplicação dos princípios de sustentabilidade e reaproveitamento de resíduos que constituem a base conceptual da proposta.

Numa primeira fase, procedeu-se à impressão de moldes em papel (Figura 61) à escala real, com recurso a uma impressora plotter. Esta etapa permitiu garantir precisão dimensional e facilitar a transferência exata das formas para os materiais seleccionados, assegurando a fidelidade às medidas finais da peça.



Figura 61- Moldes em papel (Fonte: Autor)

Para a estrutura principal do modelo, optou-se pela utilização de cartão canelado simples recuperado da empresa Bambo Verde (Figura 62), material que, na ausência desta intervenção, teria sido descartado. A escolha deste material enquadra-se no compromisso assumido de valorização de resíduos antropogénicos.



Figura 62- Cartão canelado simples presente na empresa Bambu Verde (Fonte: Autor)

A construção seguiu o método de laminação em camadas, no qual cada módulo foi cuidadosamente cortado de acordo com os moldes impressos, sendo posteriormente colado e empilhado até à obtenção do volume tridimensional pretendido como é visto na figura 63.



Figura 63- Módulos estruturais do produto (Fonte: Autor)

A base do modelo foi desenvolvida através de um processo distinto, que consistiu na criação de um esqueleto estrutural, posteriormente revestido com cartão (Figura 64). Esta abordagem permitiu reduzir a quantidade de material utilizado e, simultaneamente, reforçar a resistência nas zonas de maior solicitação mecânica.



Figura 64- Esqueleto estrutural da base (Fonte: Autor)

O elemento estofado foi produzido com recurso a restos de espuma com referência HR que seriam descartados (Figura 65), fornecidos pela empresa Paulo Antunes Furniture, a qual foi cortada de forma precisa para assegurar o padrão de qualidade de acabamento seguido pela própria empresa. Sobre a espuma forrou-se tecido de linho que seria descartado (Figura 65), também fornecido pela empresa Paulo Antunes.



Figura 65- Da esquerda para a direita: Saco com restos de espuma fornecido pela empresa Paulo Antunes Furniture; Rolo de tecido fornecido pela empresa Paulo Antunes Furniture (Fonte: Autor)

O tecido foi marcado para cortar (Figura 66) utilizando a própria espuma como molde adaptando as folgas necessárias e costurando o material com o devido cuidado para garantir a correta tensão e a uniformidade estética da peça.

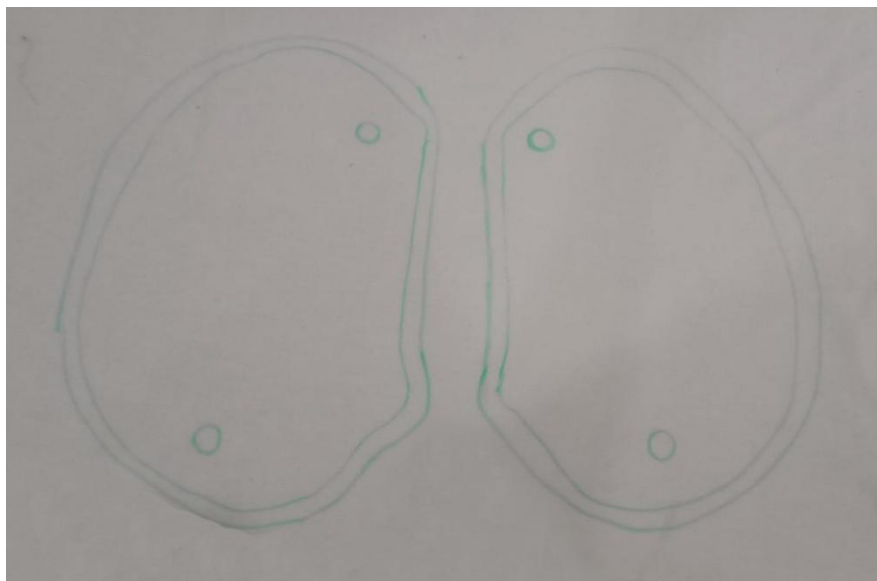


Figura 66- Marcações de corte no tecido (Fonte: Autor)

Este rigor no corte do tecido e da espuma resultou num componente estofado (Figura 67) que se fixa perfeitamente no modelo em cartão.



Figura 67- Componente estofado (Fonte: Autor)

Na fase final, procedeu-se ao encaixe e à fixação do elemento estofado na estrutura, resultando num modelo funcional, estruturalmente estável e esteticamente coerente com o conceito desenvolvido (Figura 68).



Figura 68- Da esquerda para a direita: Modelo com assento fechado; Modelo com assento aberto (Fonte: Autor)

Assim como o componente estofado da banqueta, a bolsa foi produzida com base no tecido fornecido pela empresa Paulo Antunes Furniture e costurada com o devido cuidado para a obter um bom acabamento, resultando num modelo muito aproximado do que seria a realidade (Figura 69).



Figura 69- Da esquerda para a direita: Vista de topo da bolsa; Detalhe da bolsa com o fecho aberto (Fonte: Autor)

Este processo demonstrou a viabilidade prática da aplicação dos princípios do projeto, integrando de forma eficaz materiais reaproveitados e recursos fornecidos por parceiros do setor, num exercício de articulação produtiva sustentável.

10.4 Considerações

A fase de representação física do conceito constituiu um momento decisivo no processo de desenvolvimento do projeto, permitindo a transição da dimensão conceptual para a materialização física da proposta. A combinação entre uma

maquete intermédia, produzida por impressão tridimensional, e a construção de um modelo à escala real revelou-se essencial para uma validação abrangente do objeto, tanto ao nível formal e estético como funcional e ergonómico.

A utilização da impressão 3D teve um papel estratégico na antecipação e resolução de potenciais constrangimentos técnicos. Este método permitiu representar com elevado grau de fidelidade as formas, volumes e proporções do produto, contribuindo para uma leitura visual clara e realista da proposta. Adicionalmente, a aplicação de acabamento cromático nos modelos impressos possibilitou uma perceção aproximada das intenções materiais e estéticas, facilitando a comunicação da proposta a terceiros e permitindo aferir a coerência da linguagem formal.

Por outro lado, a construção do modelo à escala real desempenhou um papel distinto e complementar, ao permitir a avaliação concreta das dimensões físicas e da presença volumétrica do objeto no espaço. Esta abordagem tornou possível analisar a ergonomia, a estabilidade estrutural e a adequação dos materiais reaproveitados à execução do projeto. Além disso, a utilização de resíduos provenientes de parceiros, como cartão recuperado e excedentes de espuma e tecido, não só reforçou o alinhamento com os princípios de sustentabilidade e economia circular, como também demonstrou a aplicabilidade prática de recursos alternativos no fabrico de mobiliário.

A articulação entre as duas escalas de representação física do conceito evidenciou-se como uma estratégia metodológica eficaz. Enquanto a impressão 3D permitiu explorar rapidamente diferentes soluções formais e testar hipóteses construtivas com baixo consumo de material, o modelo à escala real assegurou a validação física e funcional do produto final. Esta complementaridade reforça a importância de uma abordagem iterativa e multimodal na prática projetual, em que cada fase contribui de forma específica e integrada para a maturação da proposta.

Em síntese, esta etapa não apenas confirmou a viabilidade técnica e construtiva do conceito desenvolvido, como também consolidou a sua expressividade simbólica e coerência estética, validando o produto final como uma peça funcional, comunicacional e alinhada com os objetivos de consciencialização ecológica estabelecidos no início do projeto.

11. Avaliação centrada na usabilidade e comunicação do produto

No contexto desta investigação, a aplicação deste método permitiu criar uma ponte entre a representação física do conceito e a avaliação crítica, tornando possível observar como um grupo de potenciais utilizadores interagem com a maquete e o modelo e se estes comunicavam eficazmente os valores ecológicos e sociais que estruturam o projeto. Através da análise das respostas cognitivas, emocionais e comportamentais, foi possível identificar elementos que necessitavam de reformulação e, simultaneamente, validar aspetos bem-sucedidos da proposta.

Esta fase do projeto assumiu, um papel estratégico na metodologia adotada, funcionando como instrumento de validação parcial e de afinação contínua. Esta lógica iterativa, defendida por Laurel, posiciona o design como um processo progressivo e reflexivo, em que cada etapa contribui para o amadurecimento da proposta, não apenas em termos técnicos, mas sobretudo na construção de significado e impacto.

11.1 Realização de testes de usabilidade

A fase de testes de usabilidade foi desenvolvida na sala multiusos (Figura 7') do Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental de Viana do Castelo, uma infraestrutura vocacionada para a educação ambiental e para a promoção da consciencialização ecológica.

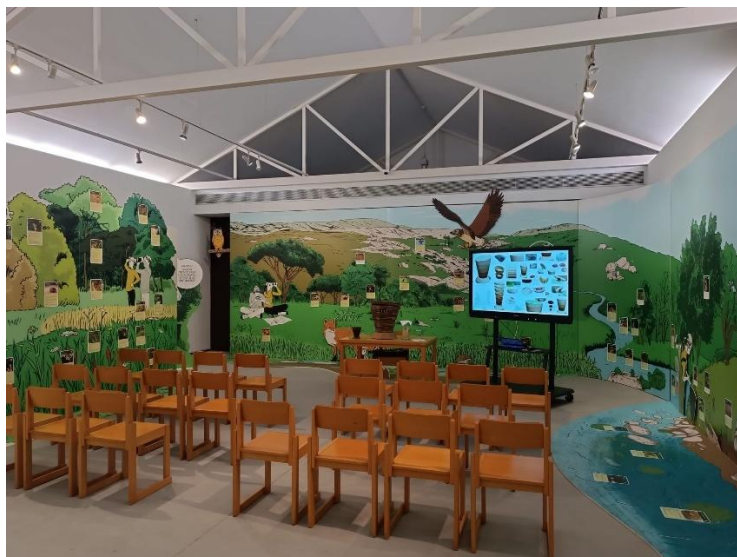


Figura 70- Sala multiusos do Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental de Viana do Castelo (Fonte: Autor)

A escolha deste local foi motivada pelo facto de proporcionar contacto direto com visitantes de diferentes faixas etárias e perfis socioculturais, em particular com 15 indivíduos adultos entre os 26 e os 35 anos, residentes em contexto urbano, com escolaridade mínima ao nível do ensino secundário e utilizadores regulares de produtos de mobiliário contemporâneo, constituindo-se como um ambiente propício à interação espontânea e informal com as representações físicas do conceito, de forma a obter um conjunto alargado e representativo de contributos qualitativos.

Antes da realização dos testes, foram definidos critérios de avaliação orientados para os objetivos específicos do projeto. Os critérios centraram-se em três dimensões: usabilidade, utilidade e desejabilidade. Usabilidade refere-se à facilidade de interação e à compreensão funcional do objeto. Utilidade é a adequação do objeto às necessidades práticas do utilizador. Desejabilidade é a capacidade do protótipo de gerar interesse, empatia e valorização simbólica. Paralelamente, foi considerado essencial avaliar a eficácia comunicacional do projeto, nomeadamente a clareza e o impacto das mensagens ecológicas veiculadas através da forma, dos materiais e da simbologia aplicados.

Durante esta fase, o público foi introduzido a duas representações físicas do conceito, um modelo à escala real, construído em cartão e uma maquete tridimensional impressa em 3D, ambos desenvolvidos previamente na fase de

prototipagem, para além de amostras físicas do material reciclado fornecidas pela empresa Prodelix (Figura 71).



Figura 71- Materiais para a apresentação a potenciais utilizadores (Fonte: Autor)

A presença simultânea destas representações possibilitou explorar diferentes dimensões da experiência de uso, nomeadamente a perceção das proporções reais do objeto, a leitura da linguagem formal e visual, e o entendimento da componente material e ecológica do projeto.

A observação da interação dos utilizadores foi orientada por uma breve apresentação³⁰ (Figura 72), com enfoque na análise da legibilidade simbólica do produto, na coerência entre forma e função e na recetividade das mensagens ecológicas por parte dos utilizadores.

³⁰ Ver apêndice 10: Apresentação de Apoio aos Testes de Usabilidade com Utilizadores

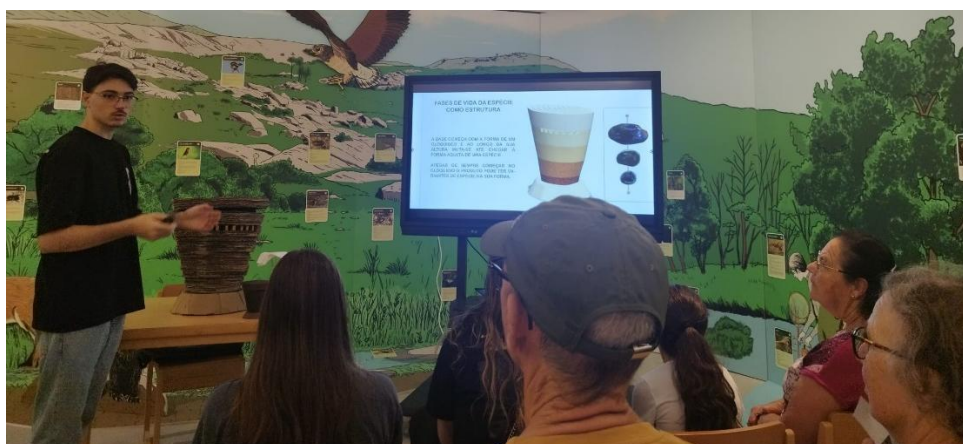


Figura 72- Apresentação do produto a potenciais utilizadores (Fonte: Autor)

A recolha de dados foi realizada através de observação direta da interação dos participantes com os modelos e materiais apresentados, complementada por comentários espontâneos e respostas a perguntas que surgiam dos participantes através de uma reflexão da apresentação dos conceitos.

11.2 Resultados

Os testes de usabilidade e comunicação realizados permitiram recolher conclusões relevantes sobre a perceção das representações físicas do conceito por parte dos participantes. Um dos aspetos mais significativos foi a constatação de que a maioria desconhecia o problema da conservação dos bivalves de água doce em Portugal. Este facto reforça a pertinência e a necessidade do projeto, evidenciando o seu potencial enquanto ferramenta de consciencialização ambiental.

No plano formal e estético, os participantes consideraram a proposta visualmente apelativa e distinta, destacando que se tratava de um objeto capaz de captar a atenção de forma imediata. Esta reação confirma a capacidade do produto para gerar curiosidade e promover reflexão, mesmo fora de um contexto explicativo.

Contudo, verificou-se também que, apesar de a apresentação oral ter permitido compreender a ligação entre a peça, os materiais e a problemática ambiental que a inspira, alguns dos significados simbólicos incorporados no design não seriam facilmente percecionados apenas através da observação do objeto. Esta constatação corrobora a recomendação da especialista em comunicação ambiental no sentido de integrar elementos de mediação, como um código QR, que

facilite a compreensão plena do conceito e amplie o impacto comunicacional do projeto.

Em suma, esta avaliação demonstrou que o produto reúne qualidades formais e expressivas capazes de atrair e envolver o público, mas também evidenciou a importância de estratégias complementares de interpretação para garantir que as mensagens ecológicas subjacentes sejam integralmente compreendidas.

12. Apresentação conceptual do produto final e Potencial de implementação

12.1 Apresentação da banqueta NAUTA

O produto Nauta (Figura 73) é uma banqueta, entendida enquanto banco individual concebido para acomodar uma única pessoa.



Figura 73- Da esquerda para a direita: Renderização da banqueta inserida num ambiente contemporâneo com a tampa fechada; Renderização da banqueta inserida num ambiente contemporâneo com a tampa aberta (Fonte: Autor)

Esta tipologia, pela sua natureza singular, representa não apenas um elemento funcional no espaço, mas também um símbolo de individualidade e relevância no conjunto. A escolha de uma peça unitária reflete a premissa conceptual de que cada indivíduo desempenha um papel insubstituível no ecossistema, estabelecendo um paralelismo entre a importância de cada organismo vivo na manutenção do equilíbrio natural e a presença de cada utilizador na composição de um ambiente social.

O nome Nauta foi escolhido pela sua origem no latim, que significa “navegador”. Esta designação estabelece uma ligação simbólica com o ciclo da água e com os ecossistemas aquáticos, reforçando a narrativa conceptual do produto. Tal como um navegador que percorre e explora novos territórios, o Nauta percorre o ciclo da economia circular, integrando-se num fluxo contínuo de reaproveitamento e regeneração. O nome transmite simultaneamente a ideia de movimento, descoberta e ligação íntima com o meio aquático, valores centrais na conceção deste projeto.

As dimensões do produto respeitam rigorosamente as diretrizes ergonómicas definidas por Julius Panero na sua obra “*Human Dimension and Interior Space*”, assegurando conforto e segurança ao utilizador (Figura 74), ao mesmo tempo que cumprem parâmetros normativos aplicáveis a peças de mobiliário desta tipologia. Estas diretrizes resultam de um processo contínuo de investigação interna e de aperfeiçoamento baseado em décadas de experiência prática da empresa, no qual o contacto direto com utilizadores e o desenvolvimento de projetos em diferentes contextos de mercado permitiram consolidar padrões ergonómicos atualizados. O cuidado na definição das medidas garante que a banqueta se adapta a diferentes contextos de utilização, mantendo uma proporção equilibrada entre estabilidade estrutural e conforto postural.

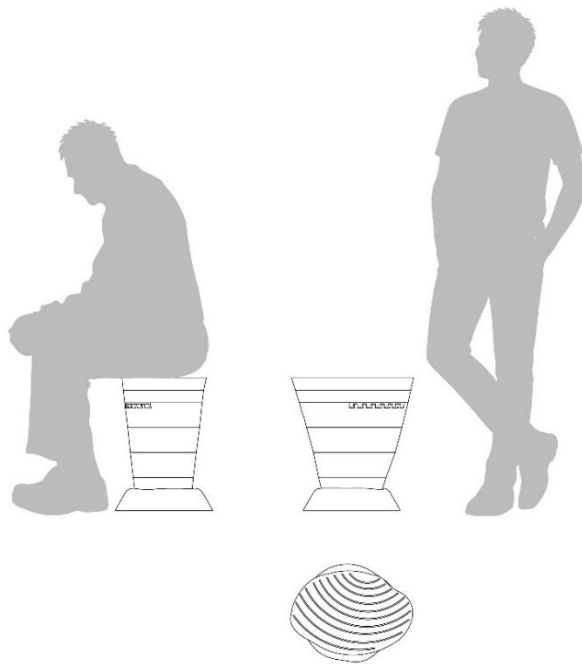


Figura 74- Escala do produto em relação ao utilizador (Fonte: Autor)

De acordo com as orientações de Manzini & Vezzoli (2002) para a escolha de materiais e processos de baixo impacto, este projeto prioriza o uso de materiais não tóxicos, biodegradáveis e reciclados, que promovem a sustentabilidade ao longo do ciclo de vida do produto. Como descrito por Fuad-Luke (2010), o uso de materiais naturais, biodegradáveis ou não tóxicos evita impactos negativos significativos na saúde humana e nos ecossistemas. Ao incorporar resíduos antropogénicos como material base, pretende-se reforçar a importância da economia circular reduzindo o impacto ambiental e ampliando a conexão entre design e ecologia.

O produto, produzido segundo um sistema modular, é concebido integralmente em plástico reciclado proveniente de uma mistura de polietileno, polipropileno, PVC e PET. Estes polímeros, que habitualmente não são integrados nos circuitos convencionais de reciclagem e teriam como destino o aterro, passam assim a ser revalorizados. Em cada unidade produzida estima-se o reaproveitamento de cerca de 10 quilogramas de plástico reciclado, resultante da transformação de resíduos pós-consumo e pós-industriais. Todo o material é fornecido por entidades como a Sociedade Ponto Verde, garantindo rastreabilidade e conformidade com os princípios da economia circular e dos tecnociclos fechados.

Esta abordagem possibilita a substituição, reparação e reciclagem integral de cada componente. Em caso de dano, qualquer módulo pode ser triturado e reincorporado no processo de fabrico, sem perda funcional ou degradação das propriedades do material. Esta característica não só prolonga a vida útil do produto, como também contribui para a redução de resíduos e para a preservação do valor do material no ciclo produtivo.

No que diz respeito à sua utilização, o produto foi desenvolvido para contextos privados, não estando vocacionado para espaços públicos. Esta decisão advém da presença de um compartimento de bolsa integrado, concebido para guardar objetos pessoais do utilizador, cuja natureza íntima não se adequa a ambientes de uso coletivo. Relativamente aos contextos de uso, a banqueta apresenta versatilidade para utilização tanto em espaços interiores como exteriores. A integração de um painel solar para alimentar o sistema de iluminação LED reforça a sua aptidão para uso no exterior. Quando colocada em interiores, o produto mantém a funcionalidade, no entanto para alimentar o sistema de iluminação LED carece que

esteja posicionado em zonas com incidência de luz natural, como junto a janelas ou varandas. Esta solução assegura que não se verificam limitações significativas no seu desempenho em diferentes cenários de utilização.

Como complemento à experiência de aquisição, cada unidade é acompanhada por uma amostra física do material com que foi produzida (Figura 75).



Figura 75- Exemplos de amostras de plástico reciclado em diferentes cores enviadas pela empresa Prodelix (Fonte: Autor)

Esta amostra integra um código QR que é gravado a laser no próprio material (Figura 76).



Figura 76- Amostra de plástico reciclado com o código QR gravado (Fonte: Autor)

Este código direciona o utilizador para uma plataforma digital³¹ (Figura 77) onde se encontram reunidas informações detalhadas sobre o produto, incluindo dados técnicos, conceito, processo de fabrico, e materiais. Esta estratégia visa reforçar a ligação entre o utilizador e a peça, promovendo a consciencialização para a problemática em estudo.



Figura 77- Conteúdo do código QR na plataforma digital preparada para leitura vertical (Fonte: Autor)

Este projeto conta ainda com diversos desenhos técnicos adaptados a diversos setores: produção³², montagem³³ e confeção³⁴.

12.2 Componente 1: Estrutura

A estrutura constitui o elemento central e vertical da banqueta, estabelecendo a ligação física e funcional entre a base e o assento. É concebida integralmente em plástico reciclado, assegurando coerência material com os

³¹ Ver apêndice 11: Conteúdo da plataforma digital

³² Ver apêndice 12: Desenhos de Produção da Banqueta Nauta

³³ Ver apêndice 13: Desenhos de Montagem da Banqueta Nauta

³⁴ Ver apêndice 14: Desenhos de Confeção da Banqueta Nauta

restantes módulos e permitindo a sua desmontagem, substituição e reciclagem integral no fim de vida. Esta componente incorpora, de forma simultânea, funções estruturais, narrativas e simbólicas, traduzindo princípios de economia circular e tecnociclos numa linguagem formal inspirada na biologia dos bivalves.

12.2.1 Morfologia, narrativa e coerência funcional

A configuração da estrutura baseia-se nos estágios de vida dos bivalves. Começa, na ligação à base, com a forma de gloquídio e evolui progressivamente até à morfologia adulta no topo (Figura 78).



Figura 78- Comparação da forma do Nauta e das fases da vida dos bivalves de água doce (Fonte: Autor)

Esta transição formal não é apenas estética, mas traduz um processo narrativo que representa o crescimento e a maturação das espécies desde o estado larvar até à sua plena capacidade ecológica. A gradação cromática, que se torna mais clara à medida que se aproxima do assento, reforça a ideia de filtragem progressiva, simbolizando a capacidade dos bivalves de purificar a água e alertando para a necessidade de proteger as espécies desde os seus estágios iniciais para garantir ecossistemas saudáveis.

A estrutura, apesar de manter sempre a fase inicial no gloquídio, pode ter variações morfológicas na sua forma adulta, permitindo criar diferentes tipologias visuais associadas a espécies específicas, mantendo a coerência modular e funcional.

Na face frontal da estrutura encontram-se seis ganchos, número correspondente às principais espécies de bivalves de água doce ameaçadas em Portugal. Estes elementos, concebidos na forma das brânquias lamelares dos bivalves, cumprem funções práticas e narrativas. Funcionalmente, permitem a “filtração” de objetos pessoais do utilizador como bolsas ou sacos. Simbolicamente, evocam o papel das brânquias como órgãos de respiração e filtração da água, sensibilizando para a fragilidade ecológica das espécies perante a poluição por microplásticos. Na figura 79 é possível ver os seis ganchos em comparação com as brânquias lamelares dos bivalves.

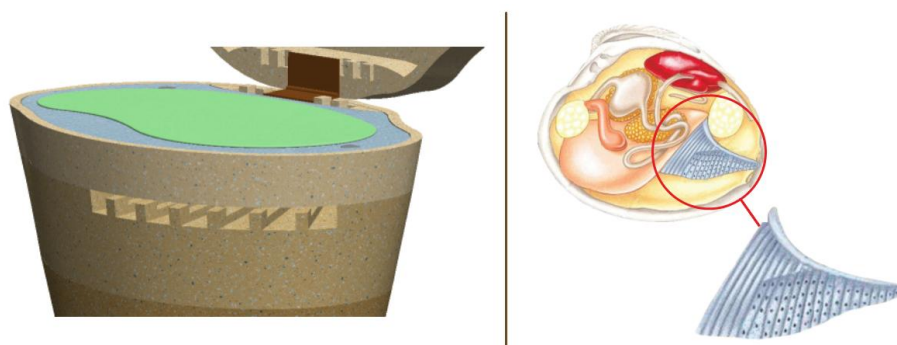


Figura 79- Comparação dos ganchos presentes no Nauta e do interior dos bivalves com as brânquias lamelares em evidência (Fonte: Autor)

Entre as ranhuras dos ganchos é emitida luz proveniente de um sistema alimentado por energia solar, reforçando a ligação entre elementos naturais e o ciclo energético do produto. A luz simboliza a ideia de que os mesmos elementos que purificam e sustentam a vida estão hoje ameaçados por poluentes criados pelo próprio ser humano. Esta dupla leitura, prática e conceptual, transforma os ganchos num dispositivo comunicacional e ambiental integrado na linguagem formal do produto.

No topo do assento estão presentes estrias radiais e concêntricas como elemento textural (Figura 80).

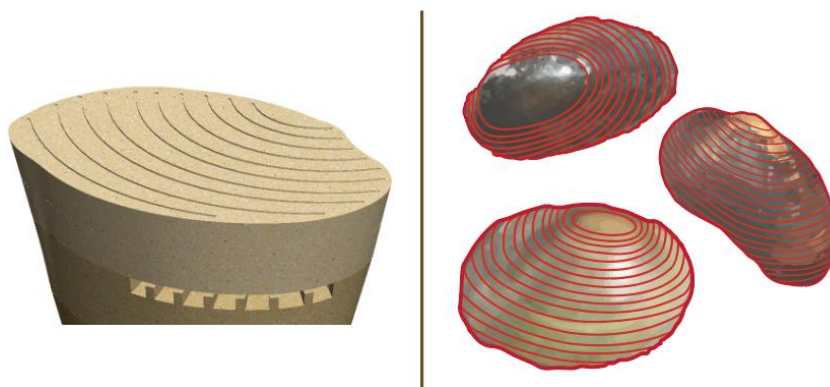


Figura 80- Comparação das estrias radiais no topo do assento e dos padrões de estrias presentes em diversas espécies de bivalves (Fonte: Autor)

Estas marcas não são apenas visuais, mas também tácteis, revelando a história do organismo e reforçando a sua proteção. No produto, este detalhe torna visível e tangível a passagem do tempo e a resiliência silenciosa dos bivalves. A interação do utilizador com estas texturas promove uma percepção sensível da natureza como arquiteta, evocando memória, crescimento e sobrevivência. O padrão destas estrias pode variar consoante a forma da espécie presente na estrutura.

A estrutura atua assim como coluna vertebral da banqueta, assegurando a transmissão de cargas verticais e a resistência à utilização diária, ao mesmo tempo que materializa uma narrativa ecológica. A forma orgânica, a gradação cromática e os elementos inspirados em anatomia de bivalves convergem para criar uma peça que comunica valores ambientais, oferece funcionalidade e mantém elevados padrões de durabilidade. A união destes fatores garante que a estrutura não seja apenas um elemento de suporte físico, mas também um vetor de sensibilização e reflexão sobre a interdependência ecológica.

12.3 Componente 2: base

A base é o elemento que garante a estabilidade, o equilíbrio e a ancoragem de toda a estrutura modular da banqueta (Figura 81). É o ponto inicial de contacto com o solo e mais do que um simples suporte, este componente foi concebido como parte integrante da narrativa do projeto, funcionando como o “habitat” onde a peça encontra as condições necessárias para se manter funcional, estabelecendo uma

relação direta com a lógica ecológica de interdependência que inspira o conceito global.

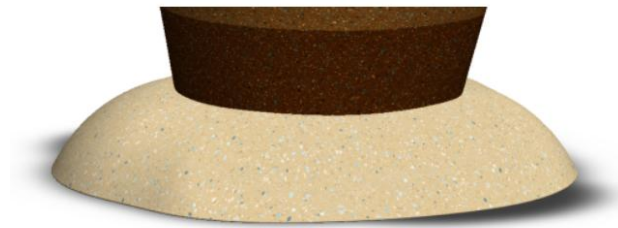


Figura 81- Base da banqueta (Fonte: Autor)

Este componente materializa, de forma técnica e simbólica, a fixação no fundo dos rios observada nos bivalves juvenis após o estágio larvar parasitário (Figura 82).



Figura 82- Bivalve juvenil fixo no fundo do rio (Fonte: Alamy)

Sem a base, a banqueta não atinge equilíbrio quando solicitada pelo utilizador, pois o primeiro módulo estrutural, que metaforiza o gloquídio, é significativamente menor do que o módulo do assento e não oferece área de apoio suficiente. Esta relação é intencional pois desta forma, a peça só cumpre a sua função quando “acolhida” pela base, tornando explícita a metáfora parasita–hospedeiro e reforçando a interdependência. A base, portanto, não é apenas um suporte, mas sim um complemento crucial que garante proteção e estabilidade para o “crescimento” do produto.

Formalmente, a base apresenta uma morfologia orgânica, moldada com depressões e volumes irregulares que remetem para o fundo fluvial. Esta geometria aumenta a área de apoio e melhora a estabilidade do produto. O acoplamento ao

módulo inferior da estrutura é realizado por um sistema de saliências e ranhuras (Figura 83) que assegura centragem, anti-rotação e bloqueio passivo pois ao inserir o módulo na base, os ressaltos da base encaixam-se nas ranhuras complementares do módulo, garantindo perpendicularidade e repetibilidade de montagem sem necessidade de ferragens adicionais. Esta interface mecânica é coerente com a lógica modular do projeto e com a sua manutenibilidade, simplificando operações de substituição.

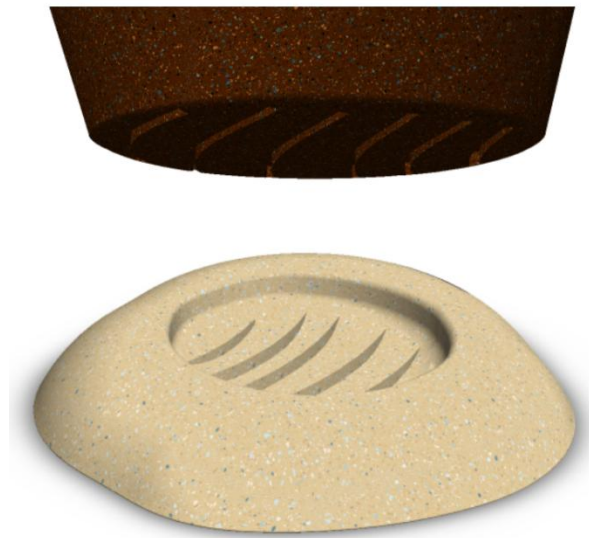


Figura 83- Sistema de saliências e ranhuras do produto (Fonte: Autor)

Integrado no interior da base encontra-se um detalhe de sistema de saliências que faz alusão às conchas fossilizadas (Figura 84), evocando a sedimentação e passagem do tempo. Este detalhe está oculto durante o uso e revela-se quando a banquetta é levantada da base e é perceptível que as saliências encaixam perfeitamente nas ranhuras do módulo que entra na base, funcionando como assinatura visual e prova de ajuste do acoplamento.



Figura 84- Exemplar de concha de bivalve fossilizada. (Fonte: Missouri Department of Natural Resources)

Simbolicamente, a fossilização opera como metáfora de registo, permanência e legado e lembra o utilizador de que a perda de espécies não é simples ausência, mas uma presença silenciosa impressa na matéria, advertindo para a fragilidade da biodiversidade e a urgência da conservação.

12.4 Componente 3: interior e bolsa

A bolsa é um elemento funcional e simbólico integrado no interior do assento da banqueta, concebida para abrir e acondicionar e proteger objetos pessoais do utilizador (Figura 85).



Figura 85- Bolsa aberta (Fonte: Autor)

Produzida com materiais que de outra forma seriam descartados, a sua forma inspira-se no pé dos bivalves (Figura 86), elemento vital no contacto com o substrato. Tal como o pé protege e sustenta, também a bolsa funciona como guardiã dos objetos pessoais do utilizador.



Figura 86- Comparação da forma da bolsa e do pé dos bivalves (Fonte: Autor)

O conjunto é complementado por uma superfície estofada em espuma de alta resiliência, revestida por tecido, que serve de base para a bolsa. Esta escolha de materiais não se limita a critérios de conforto ou estética, a espuma e o tecido representam metaforicamente o manto dos bivalves, uma camada de tecido vital que reveste o corpo, segrega a concha e sustenta internamente os órgãos do animal (Figura 87). Assim, no produto, esta superfície desempenha um papel protetor e estabilizador para os objetos guardados, evocando a função biológica do manto como elemento essencial para a integridade estrutural e fisiológica do organismo.



Figura 87- Da esquerda para a direita: Superfície estofada em espuma de alta resiliência; Manto de proteção dos bivalves (Fonte: Autor)

A bolsa é acedida através da abertura do assento, cujo mecanismo de articulação foi concebido segundo um sistema bioinspirado no fecho das valvas dos bivalves. Na zona da tampa inspirada na charneira estão presentes umas saliências e reentrâncias que simulam os dentes cardinas e servem de encaixe. A tampa é ligada à estrutura por uma dobradiça forrada a tecido, que simula o ligamento elástico natural das espécies, auxiliando a abertura. Na figura 88 é possível ver o sistema de encaixe e abertura da banqueta, assim como do lado direito é possível

observar uma espécie de bivalve que evidencia os dentes cardinais e o ligamento elástico no qual o sistema do Nauta foi inspirado.

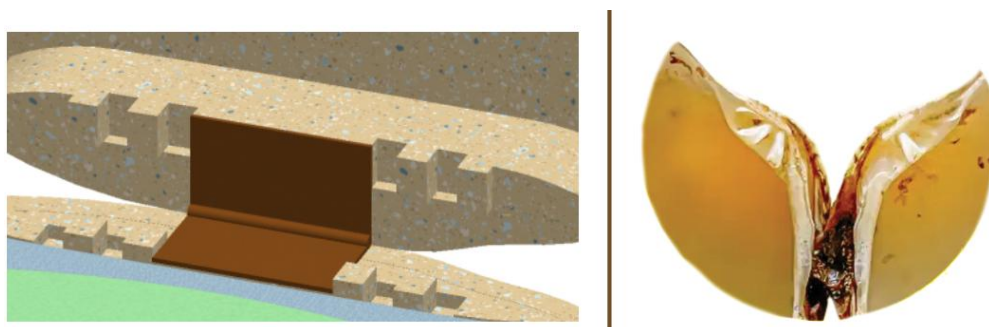


Figura 88- Comparação do sistema de encaixe e abertura do nauta e do sistema natural dos bivalves (Fonte: Autor)

O fecho é assegurado por ímanes integrados em elementos de forma semelhante aos músculos adutores dos bivalves, replicando a força ativa necessária para o fecho hermético das valvas (Figura 89).

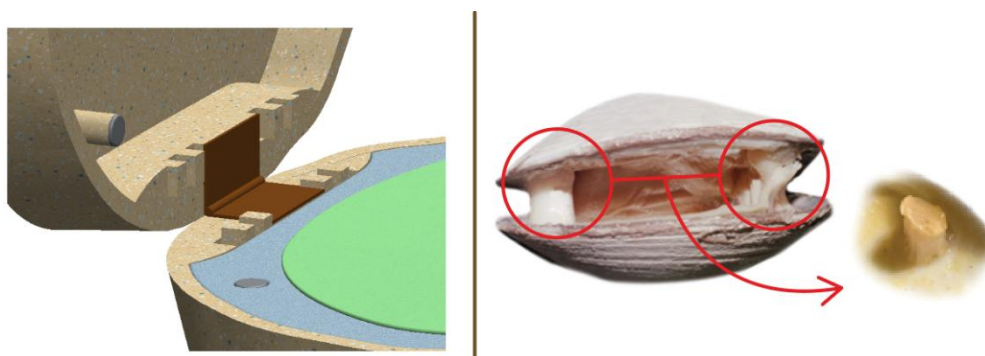


Figura 89- Da esquerda para a direita: Detalhe das estrias radiais no topo do assento; Padrões de estrias presentes em diversas espécies de bivalves (Fonte: Autor)

Este sistema de fecho, para além de garantir segurança contra aberturas acidentais, simboliza os mecanismos naturais de defesa das espécies, evocando a sua capacidade de resistência e a exaustão ecológica perante agressões externas.

A simetria do alinhamento das metades do assento, quando fechado, oculta visualmente a presença do compartimento interno, reforçando a segurança e criando uma metáfora de abrigo e defesa passiva das espécies (Figura 90).

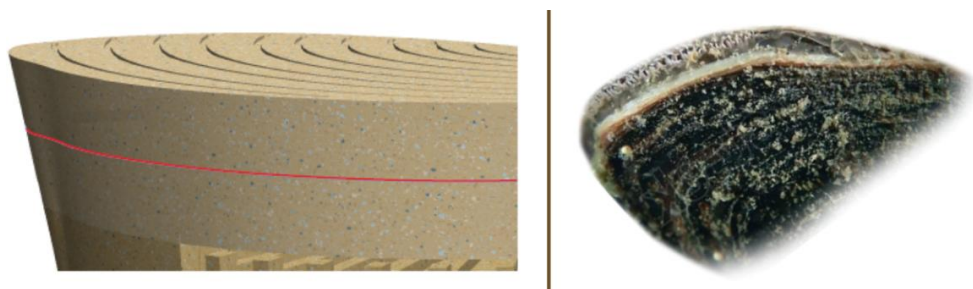


Figura 90- Comparação da simetria de fecho da tampa do Nauta e de uma concha de bivalve (Fonte: Autor)

12.5 Ferragens e componentes diversos

O desenvolvimento do Nauta implicou a integração de um conjunto de componentes mecânicos e elétricos previamente fabricados, selecionados de acordo com critérios de compatibilidade técnica, durabilidade e disponibilidade no mercado. Estes elementos, adquiridos em fornecedores especializados de ferragens, iluminação e sistemas solares, asseguram a funcionalidade, a segurança e a eficiência do produto.

12.5.1 Componentes mecânicos

Para o sistema de fecho e articulação da tampa do assento, foram utilizados quatro ímanes redondos de 15 mm de diâmetro e 3 mm de espessura (Figura 91), disponíveis em lojas de ferragens e fornecedores online como a Leroy Merlin.



Figura 91- Íman com Ø15x3mm (Fonte: Leroy Merlin)

Estes ímanes garantem um fecho seguro e discreto, evitando aberturas acidentais e preservando o carácter oculto do compartimento interno. A articulação é assegurada por uma dobradiça em chapa fina zincada com 60x35x3 mm, facilmente encontrada em revendedores de ferragens, cuja robustez e baixo perfil permitem um movimento controlado da tampa (Figura 92).



Figura 92- Dobradiça com 65x35x3mm (Fonte: Leroy Merlin)

A fixação estrutural dos módulos é obtida com 32 parafusos em aço inoxidável de tamanho M5 (Figura 93), selecionados com a indicação do especialista em transformação e produção de materiais reciclados pela sua resistência à corrosão dada a possibilidade do produto ser utilizado em ambientes exteriores.



Figura 93- Parafusos em aço inoxidável tamanho M5 (Fonte: Leroy Merlin)

12.5.2 Sistema de iluminação e energia solar

O sistema de iluminação LED foi concebido para operar de forma autónoma, recorrendo a energia solar. Utilizou-se um painel solar de 12V e 20W, de dimensões reduzidas para integração discreta no produto (Figura 94), podendo ser adquirido em fornecedores especializados como a Mauser.



Figura 94- Da esquerda para a direita: Base da banqueta com painel solar aplicado (Fonte Autor); Painel solar de 12V e 20W (Fonte: Energia Pura)

O painel é ligado ao conector PV de um controlador de carga PWM de 12V, responsável pela gestão da energia entre o painel, a bateria e a carga.

A acumulação de energia é assegurada por uma bateria selada de 12V e 7Ah, que se liga ao conector do controlador. A iluminação é fornecida por uma fita LED com 3000k podendo ser adquirida na loja Polegada, alojada numa calha para fita LED da mesma marca, garantindo proteção e dissipação térmica adequadas (Figura 95).



Figura 95- Da esquerda para a direita: Fita LED com 3000k; Calha para fita LED (Fonte: Polegada)

A fita é ligada à saída do controlador, que pode ser configurado para ativação automática ao anoitecer através da função crepuscular integrada.

O conjunto inclui ainda cabos, conectores e suportes para interligação segura entre os diferentes elementos elétricos, seguindo normas básicas de polaridade e isolamento. Estes componentes estão amplamente disponíveis em lojas de material elétrico e bricolage.

A seleção criteriosa e a correta integração destes elementos asseguram que o sistema de iluminação e os mecanismos funcionem de forma harmoniosa, contribuindo para a experiência de utilização e para a longevidade do produto.

Com as configurações adotadas, o sistema permite que, se o painel solar estiver exposto diretamente à luz solar durante o dia, a bateria acumule energia suficiente para manter a fita LED totalmente acesa durante aproximadamente duas horas. Esta autonomia é considerada adequada ao propósito do Nauta, uma vez que a iluminação tem carácter essencialmente decorativo e simbólico, e não de uso contínuo prolongado.

12.6 Potencial de aplicação e Produção

Para avaliar o potencial de aplicação e produção do Nauta, foi efetuada uma análise juntamente com o diretor de produção da empresa Prodelix, uma empresa que trabalha com plásticos reciclados, em que se confirmou a viabilidade técnica do produto, salientando-se, contudo, algumas condicionantes relevantes para a sua concretização industrial. O sistema modular concebido, baseado em anéis com abas fixos por parafusos, apresenta-se como uma solução eficaz do ponto de vista construtivo e alinhada com os princípios de desmontagem e substituição de componentes. Do ponto de vista produtivo, o processo de extrusão com recurso a molde é considerado o mais adequado, garantindo consistência formal e viabilidade em escala.

O principal entrave identificado é o custo associado ao molde inicial, cuja complexidade e dimensão representam um investimento significativo. Embora alternativas improvisadas, como a junção de perfis, possam ser consideradas, estas não oferecem a mesma qualidade estética e estrutural que se pretende. Assim, conclui-se que a produção industrial do Nauta é viável, mas depende de investimento inicial para a criação do molde, condição essencial para que o fabrico em extrusão seja implementado com eficácia.

Relativamente à matéria-prima, destaca-se a utilização de resíduos plásticos heterogéneos, cuja proporção não pode ser previamente determinada. A cor natural obtida através da fusão do material sem pigmentos resulta num cinzento característico, ao qual podem facilmente ser adicionados corantes para gerar

diferentes acabamentos cromáticos, incluindo as diferentes tonalidades de castanho presentes no produto.

Deste modo, conclui-se que a banqueta Nauta pode ser tecnicamente produzida, desde que assegurados os moldes iniciais, confirmando-se a sua exequibilidade industrial e potencial de aplicação em ambientes privados, interiores ou exteriores, alinhados com o conceito de sustentabilidade e circularidade que estrutura o projeto.

12.7 Processos de acabamento e montagem

A fase de acabamento e montagem constitui um aspeto determinante para a qualidade funcional e estética do Nauta. Segundo o diretor de produção da Prodelix, o plástico utilizado no produto possibilita processos complementares, como a lixagem da peça ou a fresagem CNC, nomeadamente na superfície superior do assento para criar o detalhe das estrias radiais e concêntricas inspiradas nos bivalves, de forma precisa e repetível.

Do ponto de vista estrutural, a espessura proposta para as abas, de aproximadamente 15mm, foi considerada plausível. Contudo, recomenda-se a realização de ensaios futuros de resistência mecânica, a fim de validar a robustez da peça em contexto real de utilização.

A montagem do produto, concebido a partir de módulos independentes, é facilitada pela utilização de sistemas simples de fixação como os parafusos em aço inoxidável.

12.8 Premissas Futuras para o projeto

Apesar de não ter sido executado um protótipo físico, devido ao custo elevado dos moldes e à ausência de confirmação efetiva por parte de potenciais parceiros industriais, a investigação realizada e o desenvolvimento técnico do Nauta indicam viabilidade de produção. As soluções construtivas propostas, a arquitetura modular e a coerência material permitem delinear um caminho claro para a sua implementação. Apresentam-se de seguida as premissas que deverão orientar etapas futuras de validação, industrialização e difusão.

12.8.1 Viabilidade produtiva e materiais

O produto foi concebido para fabrico em plástico reciclado com lógica modular. A etapa crítica para produção em série reside no investimento em moldes. Para mitigar este constrangimento, recomenda-se uma abordagem faseada: desenvolvimento de uma pré-série de validação utilizando processos de menor investimento inicial, como maquinagem CNC com placas de plástico reciclado, corte e laminação de painéis. Esta etapa permitirá comprovar o desempenho estrutural e qualidade de acabamento, servindo de base a uma eventual transição para moldes definitivos.

Paralelamente, será necessária a confirmação da estabilidade cromática do material reciclado, testando variações de cor e assegurando consistência visual entre estrutura e assento.

12.8.2 Ergonomia, desempenho e durabilidade

Ensaio ergonómico com utilizadores à escala real deverão confrontar as diretrizes de parceiros industriais com a experiência prática em contexto doméstico, avaliando altura, estabilidade ao sentar e levantar, alcance da bolsa e legibilidade dos elementos funcionais e comunicacionais.

No campo estrutural, prevê-se a realização de testes de estabilidade, desgaste superficial e resistência a agentes externos, nomeadamente radiação UV, variações térmicas, humidade e produtos de limpeza. Estes dados irão informar ajustes finais de espessuras, reforços internos e acabamentos.

12.8.3 Sistema elétrico e gestão de energia

O sistema de iluminação apresenta atualmente uma autonomia estimada de duas horas após um dia de exposição solar, adequada ao objetivo simbólico do produto. Em fases futuras, será otimizada a gestão de cablagens e suportes, bem como a viabilidade de uma porta de carregamento complementar para condições de baixa luminosidade.

12.8.4 Sustentabilidade e circularidade

Deverá ser quantificada a massa de plástico reciclado por unidade, estimada em 10 kg, com reporte transparente no QR de produto. A estratégia de fim de vida vai continuar a assentar na desmontagem modular, reciclagem material e reintegração do reciclado em novos lotes de produção.

12.8.5 Customização e variantes tipológicas

A estrutura admite variações morfológicas associadas a diferentes espécies, mantendo o início formal no gloquídio e evoluindo para morfologias adultas distintas. Futuramente, poderão ser definidas novas edições com gradações cromáticas específicas e padrões de estrias no assento, reforçando a componente educativa e a ligação ao tema da conservação.

12.8.6 Parcerias e industrialização

A rede territorial constituída nesta investigação está aberta e fornece uma base para consolidar acordos de fornecimento de material e serviços. Este projeto vai continuar a procurar possíveis empresas parceiras em busca de formalizar uma parceria para produção do protótipo.

13. Conclusões

O presente trabalho de investigação demonstrou que o design de mobiliário, quando orientado por princípios de sustentabilidade e consciencialização ambiental, pode constituir-se como uma ferramenta estratégica para a preservação de espécies ameaçadas e para a sensibilização social relativamente a questões ecológicas urgentes. A partir do caso concreto dos bivalves de água doce em Portugal, foi possível compreender a relevância de uma abordagem projetual que una a experimentação formal, a valorização de resíduos antropogénicos e a comunicação simbólica, transformando problemáticas ambientais complexas num objeto tangível, acessível e funcional.

Ao longo do desenvolvimento deste projeto, verificou-se que a aplicação de metodologias mistas, combinando técnicas qualitativas e quantitativas, permitiu uma compreensão aprofundada das perceções, necessidades e expectativas do

público-alvo. A utilização de inquéritos, entrevistas individuais e testes de conceitos foi determinante para validar as soluções propostas, tanto na eficácia comunicacional como na pertinência ecológica e estética. Este processo iterativo, sustentado em dados empíricos e em reflexão crítica, garantiu que o produto final ultrapassasse a mera função prática, incorporando também um forte valor simbólico e narrativo.

A análise detalhada sobre o estado de conservação dos bivalves, suportada por investigação científica recente, evidenciou a gravidade do declínio das suas populações e a urgência de intervenções multidisciplinares. O design demonstrou ter a capacidade de atuar como mediador entre conhecimento científico, indústria e comunidade, criando produtos que respondem a necessidades práticas e que simultaneamente promovem mudanças de comportamento e de consciência ambiental.

A exploração formal e funcional, inspirada em princípios de bioinspiração e em referências naturais, confirmou que a natureza oferece modelos de eficiência, adaptabilidade e circularidade que podem ser traduzidos em soluções de design inovadoras. A integração de resíduos antropogénicos na produção do mobiliário provou ser tecnicamente viável e esteticamente relevante, contribuindo para a economia circular e para a redução do impacto ambiental associado à produção.

Embora a execução física do protótipo final tenha sido limitada por estrangulamentos de custos e de produção industrial, as etapas de modelação, impressão tridimensional e desenvolvimento de um modelo à escala real permitiram validar conceitos formais, ergonómicos e comunicacionais. Os resultados evidenciaram que protótipos produzidos com materiais alternativos podem desempenhar um papel fundamental na avaliação da usabilidade e da eficácia simbólica de um produto.

Este estudo confirmou igualmente que a integração de diferentes agentes, incluindo entidades académicas, industriais e ambientais, é essencial para o sucesso de projetos de design com impacto social e ecológico. A articulação entre estes setores revelou-se enriquecedora, permitindo cruzar conhecimentos técnicos, sensibilidades culturais e necessidades de mercado, criando um ecossistema colaborativo que reforça o papel do design como disciplina transformadora.

Em síntese, esta investigação demonstra que o design de mobiliário pode ultrapassar a sua função utilitária e assumir-se como veículo de comunicação e de consciencialização ambiental, capaz de transmitir mensagens complexas através da forma, dos materiais e da experiência de uso. O caso específico dos bivalves de água doce evidenciou que, ao unir rigor metodológico, criatividade projetual e compromisso ético, é possível conceber produtos que dialoguem com as necessidades do presente e com a urgência de um futuro sustentável.

Para investigações futuras, recomenda-se a continuidade da exploração material e tecnológica, com especial atenção à viabilização industrial de soluções sustentáveis e ao estudo do impacto real que objetos com narrativas ambientais podem gerar na alteração de comportamentos individuais e coletivos. Este projeto confirma que, quando o design é orientado por propósitos ecológicos e sociais, pode tornar-se não apenas uma prática criativa, mas também uma força ativa na preservação da biodiversidade e na construção de uma relação mais equilibrada entre o ser humano e a natureza.

Referências Bibliográficas

- 1stDibs. (2023, 30 de julho). Is Lionel Jadot the Willy Wonka of Upcycled Belgian Design? <https://www.1stdibs.com/introspective-magazine/lionel-jadot/>
- Adler, M.; Ziglio, E. (1996). Gazing into the Oracle: The Delphi Method and its Application to Social Policy and Public Health. Jessica Kingsley Publishers; 1ª edição.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2017). As microesferas de plástico na nossa vida. <https://rmsl.apambiente.pt/node/2491?language=en>
- Andrade, G. (2024). Biomimética e bioinspiração: contribuições da natureza para o desenvolvimento de produtos e tecnologias. UEMG; 1ª edição.
- Architonic. (s.d.). Vestre Habitats | Decay Edge. <https://www.architonic.com/en/product/vestre-vestre-habitats-decay-edge/20247035>
- Architonic. (s.d.). Vestre Habitats | House. <https://www.architonic.com/en/product/vestre-vestre-habitats-house/20247041>
- Architonic. (s.d.). Vestre Habitats | Leaf. <https://www.architonic.com/en/product/vestre-vestre-habitats-leaf/20247039>
- Architonic. (s.d.). Vestre Habitats | Log. <https://www.architonic.com/en/product/vestre-vestre-habitats-log/20247034>
- Architonic. (s.d.). Vestre Habitats | Pile. <https://www.architonic.com/en/product/vestre-vestre-habitats-pile/20247042>
- Architonic. (s.d.). Vestre Habitats | Wings. <https://www.architonic.com/en/product/vestre-vestre-habitats-wings/20247033>
- ARDE. (2024, 2 de dezembro). Om Os. <https://arde.dk/om-os/>
- Barboza, L.; Lopes, C.; Oliveira, P.; Bessa, F.; Otero, V.; Henriques, B.; Raimundo, J.; Caetano, M.; Vale, C.; Guilhermino, L. (2020). Microplastics in wild fish from North East Atlantic Ocean and its potential for causing neurotoxic effects, lipid oxidative damage, and human health risks associated with ingestion exposure. Science of the Total Environment.

- Beneditto, A.; Lima, D.; Franco, R. (2022). Bivalves como biomonitores ambientais: uma revisão de literatura. Conjecturas.
- Bernard, H. (2006). Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches. Sage Publications.
- Biodiversidade 2011-2020. <https://www.cbd.int/2011-2020/>
- BioDiversity4All. (s.d.). Moluscos (Filo Mollusca). <https://www.biodiversity4all.org/taxa/47115-Mollusca>
- Bioicos. (2020, 15 de março). Organismos bentônicos: o que são e como os impactamos. <https://www.bioicos.org.br/post/organismos-bentonicos-que-sao-como-impactamos>
- Biorede (s.d.). Ameijoa. <http://www.biorede.pt/page.asp?id=181>
- Biorede (s.d.). Habitats Dulçaquícolas. <http://www.biorede.pt/page.asp?id=984>
- Cavity Conservation Initiative. (s.d.). Value of Dead Trees for Birds. <https://cavityconservation.com/value-of-dead-trees/value-of-dead-trees-for-birds/>
- Chapman, J.; Gant, N. (2007). Designers, Visionaries and Other Stories. Earthscan; 1ª edição.
- Comissão Europeia. (s.d.). The Habitats Directive. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/habitats-directive_en
- Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). (s.d.). Plano Estratégico para a
- Creswell, J. (2008). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications; 3ª edição.
- Daily, G. (1997). Introduction: What Are Ecosystem Services. Island Press.
- Designboom. (2018, 14 de abril). Pentatonic's New Clothes Collection is 100% Made from Fashion Waste. <https://www.designboom.com/design/pentatonic-new-clothes-paris-store-04-14-2018/>
- DesignWanted. (2020, 8 de dezembro). Turning plastic toys into children furniture – Interview with ecoBirdy. <https://designwanted.com/plastic-toys-children-furniture-interview-ecobirdy/>
- Dezeen. (2017, 4 de setembro). Pentatonic turns smartphones, cans and cigarette butts into flat-pack furniture. <https://www.dezeen.com/2017/09/04/pentatonic-transforms-smartphones-cans-and-cigarette-butts-into-flatpack-furniture/>

- Driscoll, C.; Lambert K.; Chapin F.; Nowak D.; Spies T.; Swanson F.; Kittredge D.; Hart C. (2012). The role of long-term studies in environmental stewardship. BioScience.
- ecoBirdy. (s.d.). Ecothylene. <https://www.ecobirdy.com/blogs/stories/ecothylene%C2%AE?srsId=AfmBOorigm2lnLk8UxPB75NS4TdlhDczOLGEXuvL0cKdQ2IybOiGK2sk>
- ecoBirdy. (s.d.). Stories. <https://www.ecobirdy.com/blogs/stories>
- EcoServants. (s.d.). The Role of Decomposers: Nature's Recyclers. <https://ecoservantsproject.org/the-role-of-decomposers-natures-recyclers/>
- Encyclopedia Britannica. (s.d.). Biogeochemical cycle. <https://www.britannica.com/science/biogeochemical-cycle>
- Encyclopedia Britannica. (s.d.). Geologic history of Earth. <https://www.britannica.com/science/geologic-history-of-Earth>
- Encyclopedia Britannica. (s.d.). Gro Harlem Brundtland. <https://www.britannica.com/biography/Gro-Harlem-Brundtland>
- Enki Magazine. (2022, 5 de julho). Vestre Habitats play a role in biodiversity study | Using environmental DNA. <https://enkimagazine.com/vestre-habitats-play-a-role-in-biodiversity-study-using-environmental-dna/>
- Extruplás. (s.d.). Quem Somos. <https://extruplas.com/pt/quem-somos>
- Ferreira, A. (2018). Margaritifera margaritifera em Portugal: Principais ameaças à sua conservação. Dissertação de Mestrado em Ecologia na Universidade do Minho.
- Ferreira-Rodriguez, N.; Akiyama, Y. B.; Aksenova, O.; Araújo, R.; Barnhart, C. M.; Bernal, Y. V.; Bogan, A. E. (2019). Research priorities for freshwater mussel conservation assessment. Biological Conservation
- Fuad-Luke, A. (2010). ecoDesign: The Sourcebook: Third Fully Revised Edition. Chronicle Books; 3ª edição.
- Funds for NGOs. (2024, 24 de julho). Habitat Restoration Projects: Restoring Balance, Reviving Ecosystems. <https://www.fundsforngos.org/proposals/habitat-restoration-projects-restoring-balance-reviving-ecosystems/>
- Gabriel, R.; Costa, R.; Pereira, J.; Ré, A.; Gonçalves, F. (2014). Os bivalves invasores Corbicula fluminea e Dreissena polymorpha: contributos da

- sociedade para uma gestão integrada das pestes. Revista de Gestão Costeira Integrada.
- GIA. (2021, 20 de abril). Sustentabilidade no cultivo de moluscos bivalves. <https://gia.org.br/portal/sustentabilidade-no-cultivo-de-moluscos-bivalves/>
- Gonçalves, A. (2024). Segurança alimentar dos bivalves de água doce recolhidos em rios do norte de Portugal: O caso do rio Tua. Dissertação de Mestrado em Engenharia Alimentar na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Griffith University. (2023). Freshwater mussels: keystone species for climate resilience. <https://www.waterforwomenfund.org/en/news/resources/WWWeek-2023/Case-Study-Griffith-University.pdf>
- Heart of England Forest. (2021, 21 de julho). The importance of deadwood for wildlife. <https://heartofenglandforest.org/news/importance-deadwood-wildlife>
- Ideia Circular. (2017, 22 de setembro). Pentatonic: a Startup circular que vai revolucionar a indústria mundial de móveis. <https://ideiacircular.com/pentatonic-a-startup-circular-que-vai-revolucionar-a-industria-mundial-de-moveis/>
- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (2023). Livro Vermelho dos Invertebrados de Portugal Continental. Lisboa: ICNF; 1ª edição.
- Jornal de Negócios. (2014, 9 de janeiro). Case-study: Extruplás, inovação na reciclagem. https://www.jornaldenegocios.pt/negocios-iniciativas/detalhe/case_study_extruplas_inovacao_na_reciclagem
- Panero, J. (1979). Human Dimension and Interior Space. Watson-Guption Publications; 1ª edição.
- Khan, M.; Hassan, H.; Khan, F.; Ghaffar, R.; Rafiq, N.; Bilal, M.; Khooharo, A.; Ullah, S.; Jafari, H.; Nadeem, K.; Siddique, M.; Arai, T. (2024). Effects of microplastics in freshwater fishes health and the implications for human health. Brazilian Journal of Biology.
- Kye, H.; Kim, J.; Ju, S.; Lee, J.; Lim, C.; Yoon, Y. (2023). Microplastics in water systems: A review of their impacts on the environment and their potential hazards. Science of the Total Environment.
- Laurel, B. (2003) Design Research: Methods and Perspectives. The MIT Press; 1ª edição.

- Lista Vermelha de Grupos de Invertebrados Terrestres e de Água Doce de Portugal Continental (LVI). (s.d.). Lista Vermelha de Grupos de Invertebrados Terrestres e de Água Doce de Portugal Continental. <https://lvinvertebrados.pt/>
- Lopes-Lima, M.; et.al. (2023). The silent extinction of freshwater mussels in Portugal. ELSEVIER
- Lopes-Lima, M.; Sousa, R.; Geist, J.; Aldridge, D. C.; Araujo, R.; Bergengren, J.; Bespalaya, Y.; Bódis, E.; Burlakova, L.; Van Damme, D.; Douda, K.; Froufe, E.; Georgiev, D.; Gumpinger, C.; Karatayev, A.; Kebapçı, Ü.; Killeen, I.; Lajtner, J.; Larsen, B. M.; Lauceri, R.; Legakis, A.; Lois, S.; Lundberg, S.; Moorkens, E.; Motte, G.; Nagel, K. O.; Ondina, P.; Outeiro, A.; Paunovic, M.; Prié, V.; von Proschwitz, T.; Riccardi, N.; Rudzite, M.; Rudzitis, M.; Scheder, C.; Seddon, M.; Şereflisan, H.; Simic, V.; Sokolova, S.; Stoeckl, K.; Taskinen, J.; Teixeira, A.; Thielen, F.; Trichkova, T.; Varandas, S.; Vicentini, H.; Zajac, K.; Zajac, T.; Zogaris, S. (2017). Conservation status of freshwater mussels in Europe: State of the art and future challenges. Biological Reviews.
- Maciel, D. (2021). Design e sustentabilidade. Curitiba: InterSaberes; 1ª edição
- Maison&Objet. (2024, 30 de abril). Lionel Jadot, Designer of the Year - Hospitality 2024. <https://www.maison-objet.com/en/paris/magazine/talents/lionel-jadot-designer-of-the-year-hospitality>
- Manzini, E.; Vezzoli, C. (2002). O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis; edição USP.
- Martin, B.; Hanington B. (2012). Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions. Rockport Publishers.
- McDonough, W.; Braungart, M. (2002). Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. North Point Press; 2ª edição.
- Mundo Ecologia. (s.d.). História dos Bivalves e Origem Desses Animais. <https://www.mundoecologia.com.br/animais/historia-dos-bivalves-e-origem-desses-animais/>
- National Aquarium. (s.d.). Stop Plastic Pollution. <https://aqua.org/support/conservation/stop-plastic-pollution>

- Nature Blog Network. (s.d.). Regulation of Body Temperature in Ectotherms. <https://www.hummingbirdsplus.org/nature-blog-network/regulation-of-body-temperature-in-ectotherms/>
- Norman, D. (2004). Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things. Basic Books; 1ª edição.
- OMSA. (2024, 18 de fevereiro). A influência do ambiente na expressão genética. <https://www.omsa.pt/a-influencia-do-ambiente-na-expressao-genetica-1838/>
- OneGeology Kids. (s.d.). Bivalves. <https://onegeology.org/kids2/portuguese/fossils/Bivalves.html>
- Oxford Biodiversity Network. (s.d.). Sustainable Urban Development. <https://www.biodiversity.ox.ac.uk/courses/sustainable-urban-development/>
- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). (s.d.). IPCC — Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. <https://www.ipcc.ch/>
- Papanek, V. (2005). Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. Chicago Review Press; 2ª edição.
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP). (2021, fevereiro 18). Crises de clima, biodiversidade e poluição devem ser tratadas em conjunto, revela relatório do PNUMA. <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/crises-de-clima-biodiversidade-e-poluicao-devem-ser>
- Quercus. (s.d.). Conheça a Margaritifera margaritifera, uma espécie fundamental para os nossos rios. <https://margaritiferamargaritifera.pt/conheca-a-margaritifera-margaritifera-uma-especie-fundamental-para-os-nossos-rios-2/>
- Quercus. (s.d.). Projeto “Recuperação e Proteção da Margaritifera margaritifera”, coordenado pela Quercus, intervém sobre espécie criticamente ameaçada a nível nacional e europeu. <https://margaritiferamargaritifera.pt/projeto-recuperacao-e-protecao-da-margaritifera-margaritifera-coordenado-pela-quercus-intervem-sobre-especie-criticamente-ameacada-a-nivel-nacional-e-europeu/>
- Quercus. (s.d.). Projeto 'Recuperação e Proteção da Margaritifera margaritifera', coordenado pela Quercus, intervém sobre espécie criticamente ameaçada a nível nacional e europeu. <https://margaritiferamargaritifera.pt/projeto-recuperacao-e-protecao-da-margaritifera-margaritifera-coordenado-pela->

quercus-intervem-sobre-especie-criticamente-ameacada-a-nivel-nacional-e-europeu/

- Reis, D.; Wiedemann, J. (2010). Product Design in the Sustainable Era. Köln: Taschen;
- Reis, J. (2006). Atlas dos bivalves de água doce em Portugal continental. Instituto da Conservação da Natureza.
- Reis, J. (2010). Systematics, biology and conservation of *Unio tumidiformis* Castro, 1885 (Unionidae: Bivalvia) in the South-West of the Iberian Peninsula. Tese de Doutoramento em Biologia na Universidade de Lisboa.
- Reuters. (2024, 26 de agosto). Finland's Stora Enso suspends logging after damage to river pearl mussels. <https://www.reuters.com/sustainability/finlands-stora-enso-suspends-logging-after-damage-river-pearl-mussels-2024-08-26/>
- Salone del Mobile.Milano. (s.d.). ecoBirdy. <https://www.salonemilano.it/en/brands/ecobirdy>
- Science News Explores. (2023, 26 de julho). Explainer: What is metamorphosis? <https://www.snexplores.org/article/explainer-animal-metamorphosis>
- Scientific Publications. (2024, 31 de maio). The role of science in society. <https://spubl.kg/en/blog/the-role-of-science-in-society>
- Silva, D.; Vieira, H.; Rolim, V.; Silva, W.; Sousa, M. G.; Paulino, M.; Mariano, W. (2021). Contaminantes ambientais: Efeitos dos microplásticos em organismos aquáticos e terrestres. Research, Society and Development.
- Silva, E.; Meire, R.; Barbarino, E.; Lamego, F. (2024). Microplásticos, estressores ambientais e seus efeitos em bivalves: Uma revisão sistemática. 21º Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.
- Starbucks. (2017, 14 de setembro). Starbucks to partner with Pentatonic in revolutionary design partnership. <https://stories.starbucks.com/emea/stories/2017/starbucks-to-partner-with-pentatonic-in-revolutionary-design-partnership/>
- Susdesign. (2023, 9 de novembro). Susdesign: Um caso de inovação em sustentabilidade e design. SAPO Lifestyle. <https://lifestyle.sapo.pt/casa-e-lazer/decoracao-e-jardins/artigos/susdesign-um-caso-de-inovacao-em-sustentabilidade-e-design>

The Verge. (2024, 24 de julho). Herman Miller now offers plant-based leather on its iconic lounge chair. <https://www.theverge.com/2024/7/24/24205295/herman-miller-eames-lounge-chair-ottoman-vegan-plant-leather>

Thompson, R.; Moore, C.; Saal, F.; Swan, S. (2009). Plastics, the environment and human health: Current consensus and future trends. Biological Sciences

UNDP Belarus. (2022, 7 de outubro). Artificial nesting as a way to care for birds. <https://www.undp.org/belarus/stories/artificial-nesting-way-care-birds>

Vaughn, C.; Hakenkamp, C. (2001). The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. Freshwater Biology.

Vestre Habitats. (2021, 27 de outubro). Alexander Qual. <https://www.vestrehabitats.com/alexander-qual>

Vestre Habitats. (s.d.). HOUSE. <https://www.vestrehabitats.com/products/house>

Vestre Habitats. (s.d.). LEAF. <https://www.vestrehabitats.com/products/leaf-insektshotell>

Vestre Habitats. (s.d.). PILE. <https://vestre.com/products/habitats/habitats-pile>

Vestre Habitats. (s.d.). Preserving Our Biodiversity. <https://www.vestrehabitats.com/>

Vestre Habitats. (s.d.). Products. <https://www.vestrehabitats.com/products>

Vestre. (s.d.). Creating social meeting places. <https://vestre.com/>

Vestre. (s.d.). HABITATS Decay Edge. <https://vestre.com/products/habitats/habitats-decay-edge>

Vestre. (s.d.). HABITATS Leaf. <https://vestre.com/products/habitats/habitats-leaf>

Vestre. (s.d.). HABITATS Wings. <https://vestre.com/products/habitats/habitats-wings>

Wilder. (2021, 21 de junho). Lagostim-sinal: Um invasor que chegou a Portugal pelo Norte. <https://wilder.pt/naturalistas/lagostim-sinal-um-invasor-que-chegou-a-portugal-pelo-norte>

World Commission on Environment and Development. (1987). Our Common Future. Oxford University Press; 1ª edição.

WorldAtlas. (2017, 5 de outubro). What Is a Biotope? <https://www.worldatlas.com/articles/what-is-a-biotope.html>

Wright, S.; Thompson, R.; Galloway, T. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. Environmental Pollution.

Apêndices

Apêndice 1 Guiões de entrevista

Guião 1 – Investigadores e Técnicos da Área da Conservação

Introdução:

Esta entrevista integra a fase de validação de uma investigação em design centrada na criação de mobiliário sustentável com função de consciencialização ecológica, com foco nos bivalves de água doce em Portugal e no reaproveitamento de resíduos antropogénicos.

Pretende-se compreender, a partir da sua experiência, em que medida os conceitos e propostas desenvolvidos são pertinentes, coerentes e viáveis do ponto de vista ecológico e científico.

Bloco A – Enquadramento geral

1. Como avalia a atual situação dos bivalves de água doce em Portugal no que diz respeito à sua conservação?
2. Quais considera serem os principais fatores de ameaça e entraves à conservação destes organismos?
3. Tem conhecimento de projetos ou estratégias atuais eficazes na consciencialização da sociedade para esta problemática?

Bloco C – Validação de conceitos

4. Considera pertinente a utilização de mobiliário sustentável como meio de consciencialização ecológica?
5. Que avaliação faz da ideia de incorporar resíduos antropogénicos (plásticos, resíduos urbanos) como material de base para objetos com valor educativo?
6. Acredita que os conceitos de “tecnociclo”, “economia circular” e “não interferência” tal como aplicados nestes conceitos são coerentes com os princípios da conservação de espécies?

Guião 2 – Designers

Introdução:

Esta entrevista insere-se numa investigação sobre design sustentável enquanto ferramenta de consciencialização ecológica, nomeadamente sobre a problemática da conservação dos bivalves de água doce e o reaproveitamento dos resíduos que afetam os bivalves. Pretende-se validar os conceitos desenvolvidos e

compreender a receptividade da comunidade do design a este tipo de abordagem integrada.

Bloco A – Design e Sustentabilidade

1. Como define, na sua prática, o conceito de design sustentável?
2. Que papel considera que o design deve assumir na resolução de problemáticas ambientais complexas?

Bloco B – Comunicação, materialidade e função

3. Que desafios identifica na utilização de resíduos como matéria-prima para o design de produto?
4. Considera viável a criação de objetos de mobiliário que conciliem simultaneamente uma função prática (ex.: sentar, pousar objetos) e uma função comunicacional ou simbólica (ex.: sensibilização para problemáticas ecológicas)? Que exigências acredita que tal abordagem impõe ao processo de design?

Bloco C – Validação de conceitos do projeto

5. Considera que a criação de mobiliário com função de consciencialização sobre espécies ameaçadas é uma abordagem coerente e efetiva?
6. Em que medida a articulação entre reaproveitamento de resíduos e conservação de espécies pode fortalecer o impacto do design?
7. Que sugestões ou reservas teria relativamente aos conceitos centrais da proposta, nomeadamente:
 - **Design Bioinspirado:** abordagem que procura traduzir princípios estruturais, funcionais ou simbólicos da natureza para soluções de design.
 - **Tecnociclo:** conceito que propõe que os materiais técnicos devem ser pensados para retornar ciclicamente ao sistema produtivo, evitando o desperdício e promovendo fluxos contínuos de reutilização.

Guião 3 – Profissão da indústria ecológica

Introdução:

Esta entrevista faz parte de uma investigação em design que procura integrar práticas sustentáveis, reaproveitamento de resíduos e consciencialização ecológica no design de mobiliário. Pretende-se perceber em que medida as empresas do sector consideram viável e relevante este tipo de proposta, e recolher contributos sobre os conceitos desenvolvidos.

Bloco A – Sustentabilidade na prática empresarial

1. De que forma a vossa empresa integra preocupações ecológicas para além da escolha de materiais reciclados? (Ex.: processos de produção, comunicação, distribuição, etc.)
2. Como vê a integração de resíduos (reciclados ou reaproveitados) na produção de mobiliário?

Bloco B – Mobiliário com valor ecológico e simbólico

3. Acredita que o mobiliário pode ser veículo de mensagens ou causas sociais e ambientais?
4. Quais considera serem os principais desafios ou oportunidades no mercado atual para a comercialização de peças de mobiliário com uma função simbólica e de consciencialização ecológica? Acredita que o consumidor está recetivo a este tipo de propostas?

Bloco C – Validação de conceitos da proposta

5. Considera viável a criação de uma peça que combine materiais reaproveitados com conteúdos educativos sobre espécies ameaçadas?
6. Com base nos conceitos subjacentes à proposta, como avalia a aplicação das seguintes ideias ao design de mobiliário:
 - **Economia Circular:** sistema que visa reduzir o desperdício através da reutilização contínua de materiais e recursos ao longo do ciclo de vida do produto.
 - **Consciência Ecológica:** predisposição ética e comportamental para minimizar o impacto ambiental nas escolhas de consumo e produção.
 - **Tecnociclos:** materiais ou componentes de natureza técnica (ex.: plásticos, metais) pensados para fluxos industriais de reaproveitamento, evitando a sua obsolescência ou descarte prematuro.

Considera que estas abordagens podem potenciar propostas de valor para o setor?

7. Que limitações técnicas, comerciais ou comunicacionais antecipa numa proposta com estas características?

Guião 4 – Especialista em Comunicação Ambiental

Introdução:

Esta entrevista integra a fase de validação de uma investigação em design centrada na criação de mobiliário com função de consciencialização ecológica. O projeto foca-se na conservação dos bivalves de água doce em Portugal e na crítica ao impacto dos resíduos antropogénicos, especialmente o plástico, propondo soluções materiais e simbólicas integradas. O objetivo desta entrevista é recolher

contributos sobre a eficácia comunicacional dos conceitos desenvolvidos, bem como sobre o seu potencial enquanto instrumentos de educação ambiental.

Bloco A – Comunicação ambiental e estratégias simbólicas

1. Na sua perspetiva, quais são os maiores desafios da comunicação ambiental atualmente?
2. Que papel podem desempenhar objetos do quotidiano, como o mobiliário, na sensibilização para causas ecológicas?
3. Considera eficaz a utilização de estratégias simbólicas e sensoriais (ex.: metáforas visuais, estímulos tácteis, uso de materiais com carga semântica) na comunicação de problemáticas ambientais?

Bloco B – Avaliação de propostas simbólicas

4. Na sua opinião, até que ponto é eficaz a utilização de objetos com mensagens implícitas (ex.: formas inspiradas em organismos, texturas que evocam problemáticas ambientais) comparativamente a mensagens explícitas?
5. Como avalia o potencial de empatia e identificação do público com mensagens inspiradas em organismos em risco, como os bivalves de água doce?
6. Acredita que o público geral é sensível a metáforas visuais (ex.: filtragem de objetos pessoais como alusão à função das brânquias) ou considera necessária uma mediação mais direta (ex.: placas informativas, realidade aumentada, etc.)?

Bloco C – Validação dos conceitos do projeto

7. Considera que o design proposto, centrado na materialidade ecológica e em estruturas simbólicas inspiradas em organismos, é eficaz enquanto veículo de consciencialização?
8. Que estratégias comunicacionais complementares (ex.: ativação em espaços públicos, campanhas digitais, exposições, mediação educativa) considera relevantes para amplificar o impacto destas peças?
9. Que recomendações deixaria para reforçar o impacto comunicacional e educativo de objetos que conjugam ecologia, design e crítica social?

Guião 5 – Especialista em Transformação e Produção de Materiais Reciclados

Introdução:

Esta entrevista integra a fase de validação técnica de uma investigação em design sustentável, centrada na criação de mobiliário com função de

conscientização ecológica, através do reaproveitamento de resíduos plásticos. O objetivo é compreender, a partir da sua experiência industrial, a viabilidade produtiva da proposta, incluindo as possibilidades e limitações do material reciclado em contextos de mobiliário.

Bloco A – Propriedades e Potencial dos Materiais Reciclados

1. Qual a vossa experiência no fornecimento de material para objetos de mobiliário ou design de interiores?
2. Que propriedades técnicas destacaria no vosso composto reciclado? (resistência, flexibilidade, durabilidade, etc.)
3. Os materiais que produzem permite variações de cor, textura e acabamento?
4. Existem limitações conhecidas na criação de geometrias mais complexas ou delicadas?

Bloco B – Produção e Viabilidade Técnica

5. Que processos de fabrico considera mais adequados à produção de peças de mobiliário com este tipo de material?
6. Que precauções devem ser tidas em conta ao projetar mobiliário em plástico reciclado (espessuras mínimas, pontos de tensão, encaixes, etc.)?
7. Existem restrições ou cuidados a ter na união com outros materiais, como madeira ou têxteis?

Bloco C – Sustentabilidade, Escalabilidade e Custos

8. Considera este tipo de material viável para produção em pequena e média escala?
9. O uso de plásticos reciclados pode ser competitivo em termos de custos face a materiais convencionais?
10. Que boas práticas recomenda a um designer que deseje incorporar este material numa peça de mobiliário funcional e ecológica?

Apêndice 2 Questionário do Inquérito

Conservação dos Bivalves de Água Doce e o Papel do Design

Este inquérito faz parte de uma investigação académica no âmbito do Mestrado em Design Integrado. O objetivo é perceber o grau de conhecimento da população relativamente aos **bivalves de água doce** e explorar a **possibilidade do design de mobiliário funcionar como meio de consciencialização ambiental**. Agradeço a sua participação — o tempo estimado é de 2 a 4 minutos.

As respostas são anónimas e apenas serão utilizadas para fins académicos.

Perfil geral

Idade *

- ☐ <18
- ☐ 18–25
- ☐ 26–35
- ☐ 36–50
- ☐ >50

Contexto geográfico

- ☐ Norte
- ☐ Centro
- ☐ Sul
- ☐ Ilhas
- ☐ Estrangeiro

Conhecimento sobre bivalves de água doce

Já ouviu falar dos bivalves de **água doce**? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Sabia que estas espécies estão em risco de extinção em **Portugal**? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Na sua opinião, qual poderá ser a importância ecológica dos **bivalves de água doce**? *

A sua resposta

Considera que o desaparecimento destes organismos tem impacto nos ecossistemas aquáticos? *

- ☐ Extremamente impactante
- ☐ Muito impactante
- ☐ Impactante
- ☐ Pouco impactante
- ☐ Nada impactante

Conscientização através do design

Acredita que o design pode ser usado para comunicar problemas ambientais à sociedade? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Depende do tipo de objeto e abordagem

Se visse uma peça de mobiliário feita com auxílio a resíduos e inspirada em espécies ameaçadas, sentir-se-ia mais sensibilizado(a) para a causa? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

Que tipologia de mobiliário considera mais eficaz para transmitir uma mensagem ecológica? *

- ☐ Cadeiras
- ☐ Poltronas
- ☐ Mesas de apoio
- ☐ Mesas de Jantar
- ☐ Estantes
- ☐ Outra: _____

Estaria disposto(a) a adquirir um produto que apoiasse a conservação de espécies ameaçadas, mesmo que tivesse um custo ligeiramente superior? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Depende do valor adicional

Percepção estética e simbólica

Na sua opinião, o design de um objecto pode mudar o comportamento ou aumentar a consciência ambiental das pessoas? *

- ☐ Sim, com frequência
- ☐ Sim, em certos contextos
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

O que o(a) sensibilizaria mais num objeto com mensagem ecológica? *

- ☐ Informação explícita no objeto
- ☐ Estética que remeta para a causa
- ☐ Materiais reciclados
- ☐ Colaboração com entidades científicas
- ☐ Saber que parte do lucro apoia causas ambientais
- ☐ Outra: _____

A presença de símbolos visuais (ex.: formas inspiradas em conchas, padrões aquáticos, texturas orgânicas) num objeto de design aumenta a sua percepção de ligação à natureza? *

- ☐ Sim, significativamente
- ☐ Sim, moderadamente
- ☐ Pouco
- ☐ Não influencia

Prefere uma abordagem visual e simbólica no design (ex.: formas, materiais, texturas) para transmitir uma mensagem ambiental, mesmo que não esteja explicitamente explicada? *

- ☐ Sim, prefiro que a mensagem seja transmitida de forma subtil e sensorial
- ☐ Sim, desde que a estética seja apelativa
- ☐ Não, prefiro mensagens diretas e facilmente compreensíveis
- ☐ Não tenho opinião

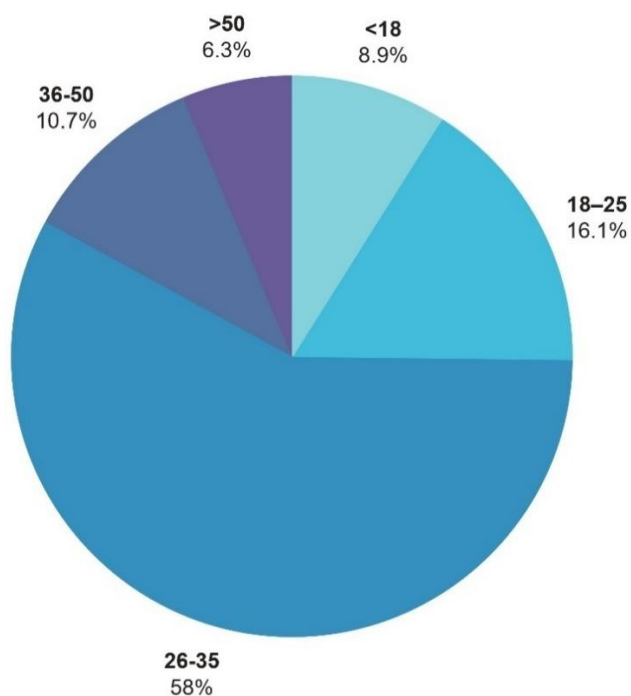
Sugestões e encerramento

Tem sugestões sobre como o design pode ajudar a proteger espécies ameaçadas ou comunicar causas ambientais?

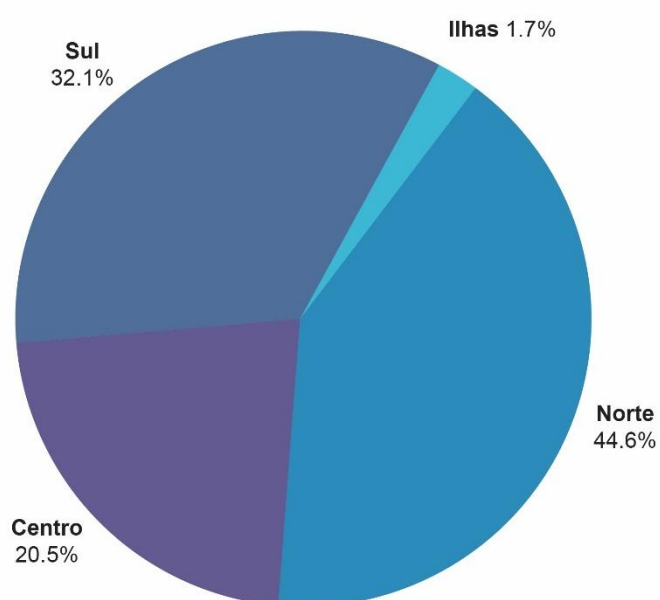
A sua resposta

Apêndice 3 Resultados do Inquérito

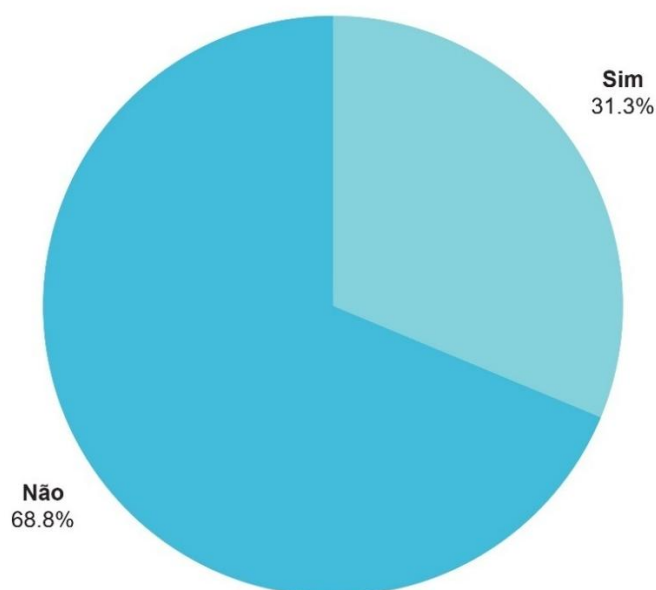
Idade dos participantes



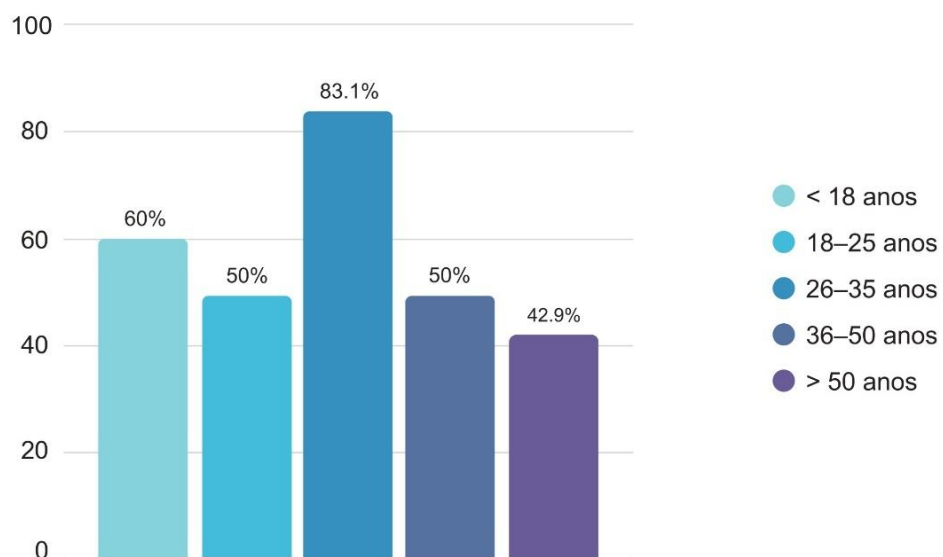
Contexto Geográfico



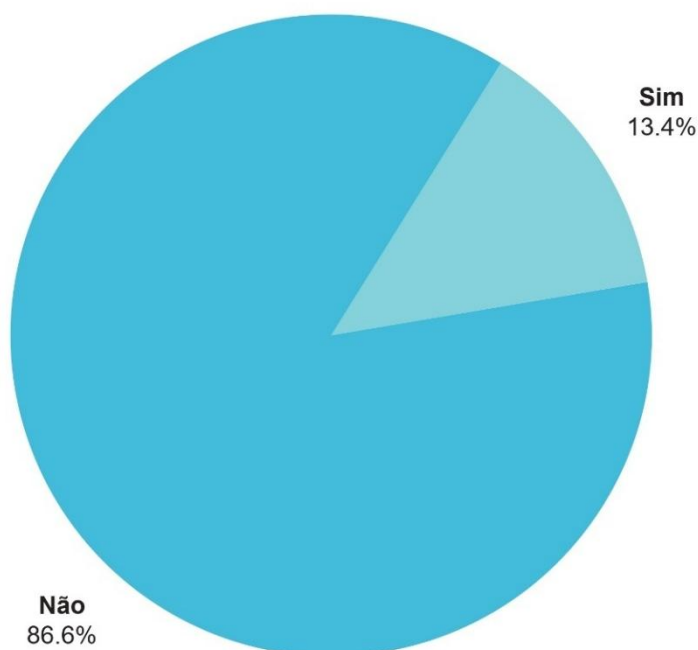
Já ouviu falar dos bivalves de água doce?



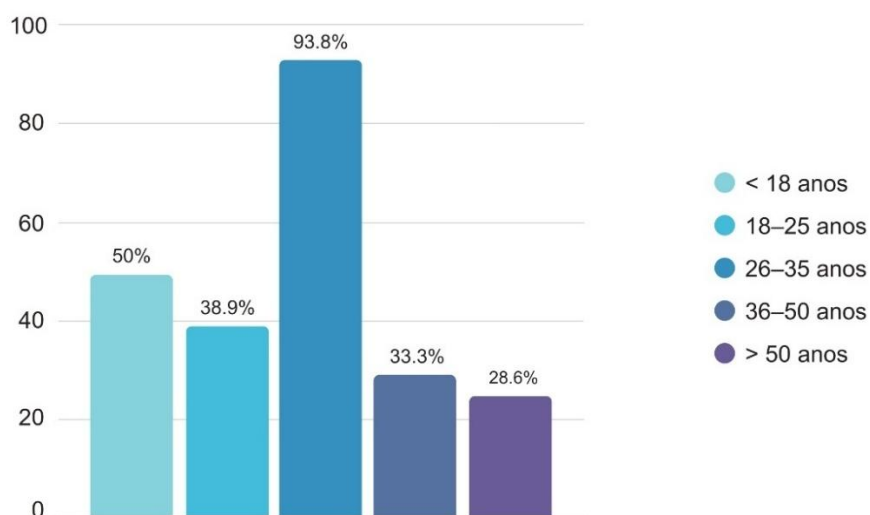
Resposta “Não” á pergunta “Já ouviu falar dos bivalves de água doce?”



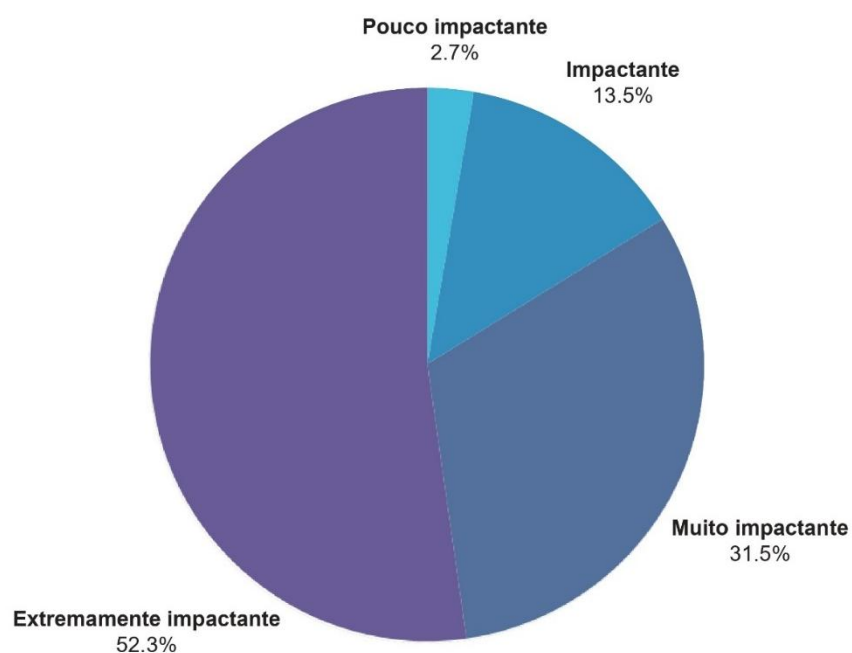
Sabia que estas espécies estão em risco de extinção em Portugal?



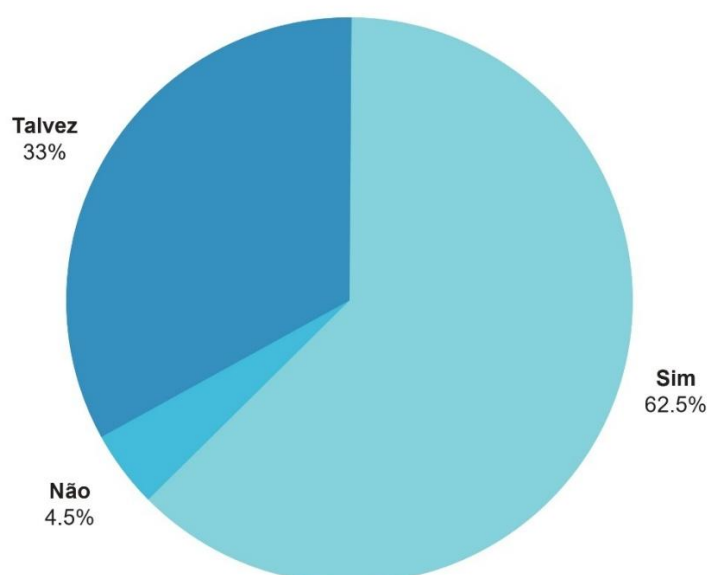
Resposta “Não” á pergunta “Sabia que estas espécies estão em risco de extinção em Portugal?”



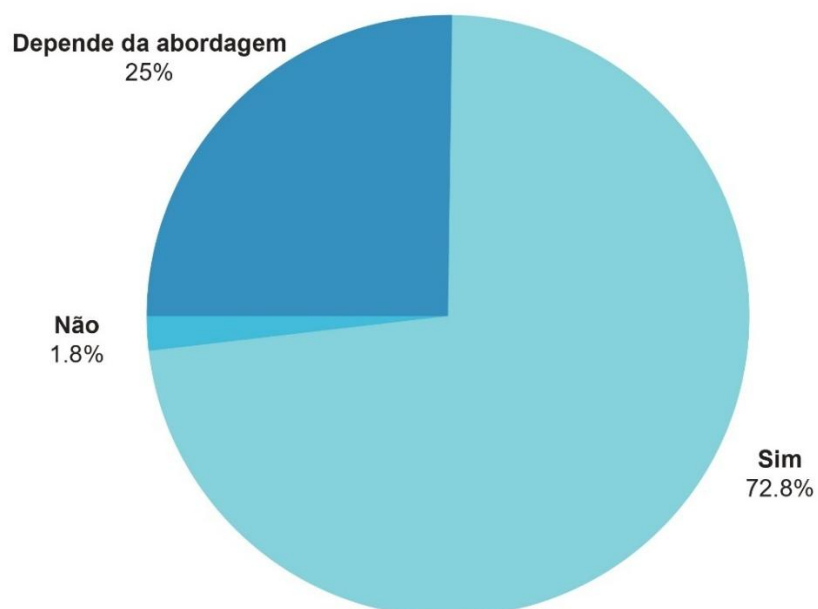
Considera que o desaparecimento destes organismos tem impacto nos ecossistemas aquáticos?



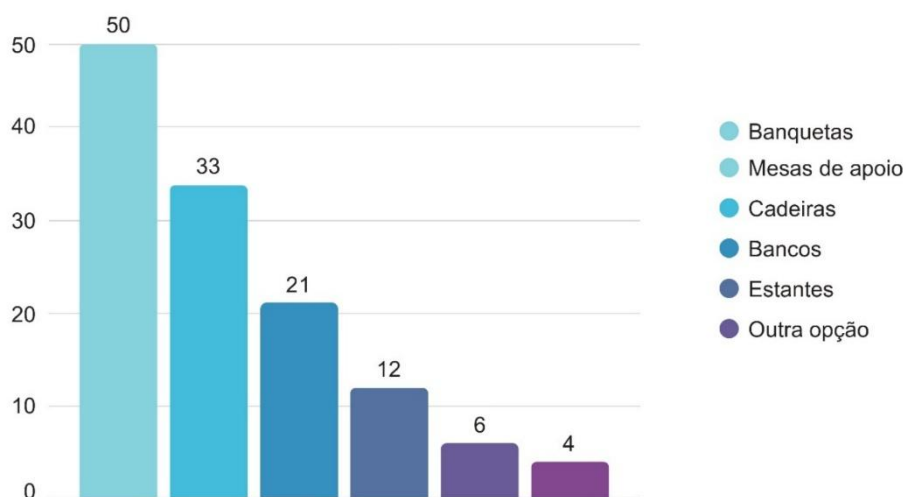
Se visse uma peça de mobiliário feita com resíduos e inspirada em espécies ameaçadas, sentir-se-ia mais sensibilizado(a)?



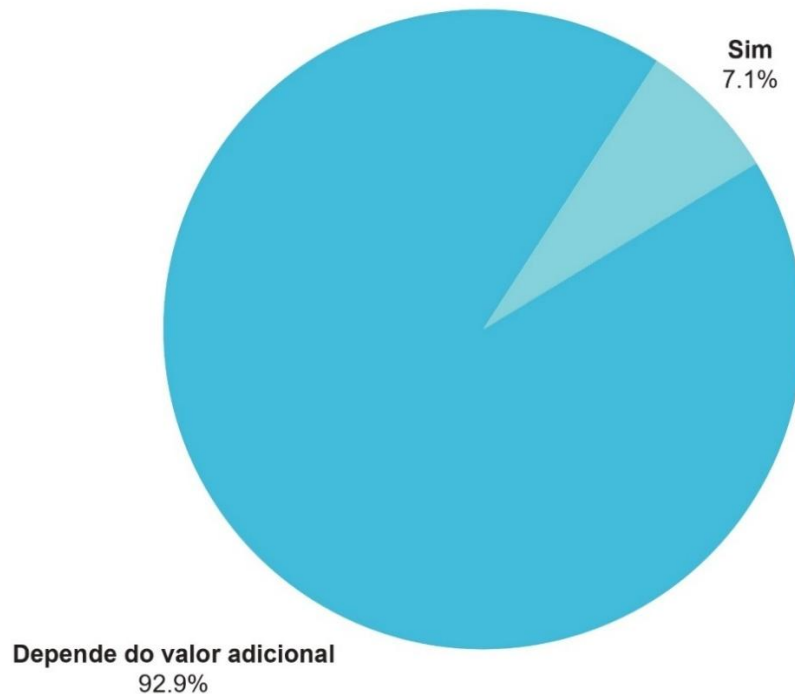
Acredita que o design pode ser usado para comunicar problemas ambientais à sociedade?



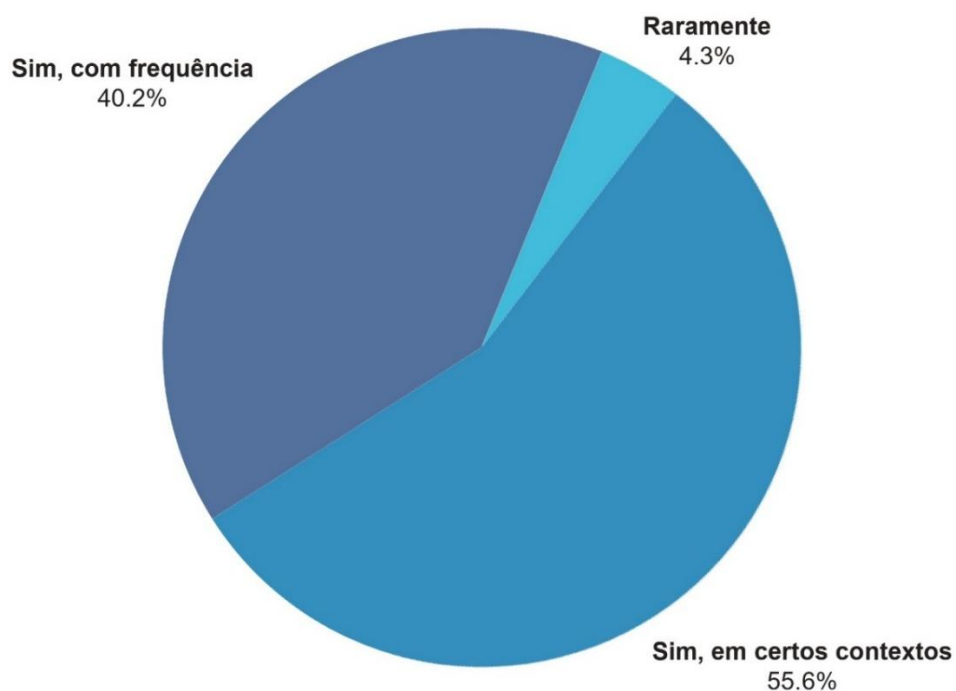
Que tipologia de mobiliário considera mais eficaz para transmitir uma mensagem ecológica?



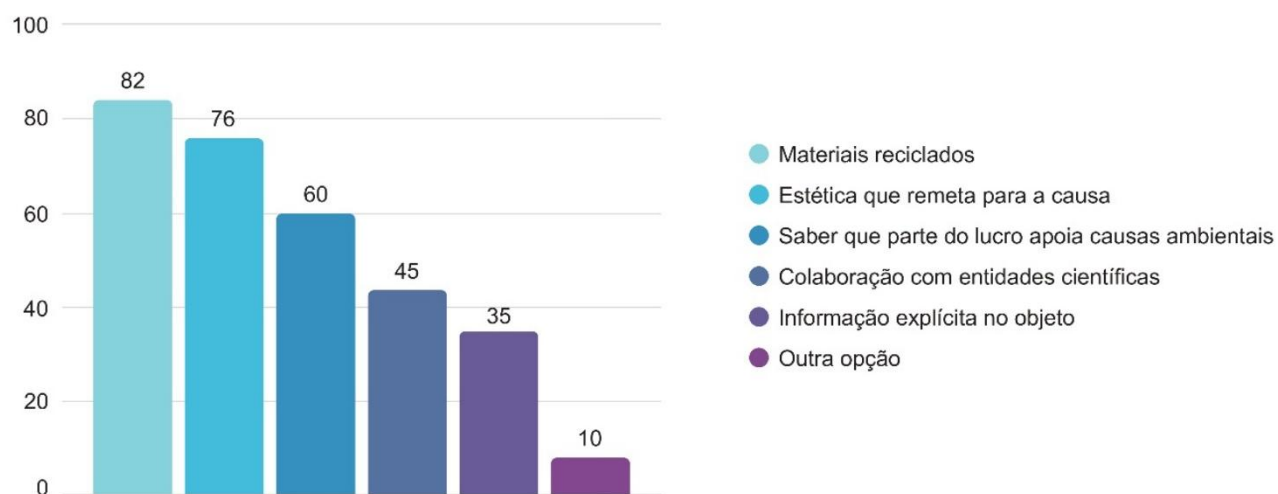
Estaria disposto(a) a adquirir um produto que apoiasse a conservação de espécies ameaçadas, mesmo que tivesse um custo ligeiramente superior?



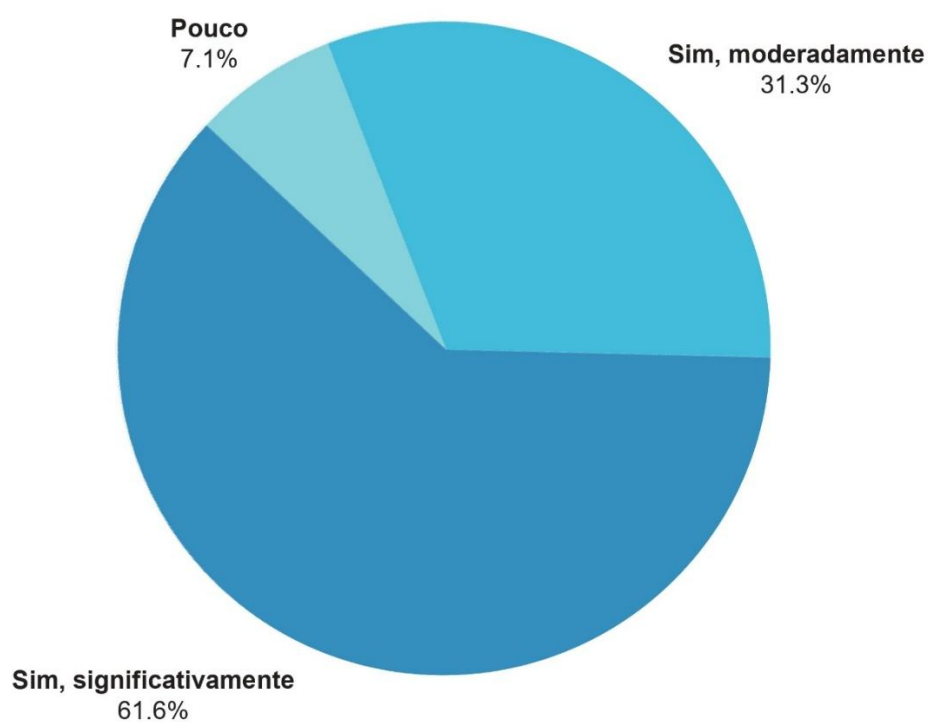
O design de um objeto pode mudar o comportamento ou aumentar a consciência ambiental?



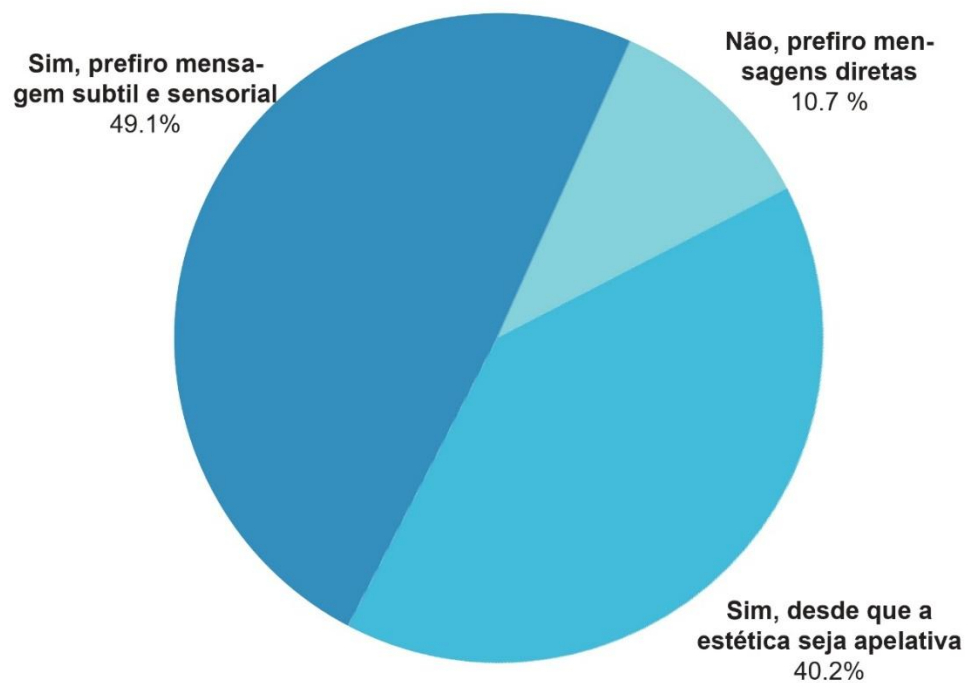
O que o(a) sensibilizaria mais num objeto com mensagem ecológica?



A presença de símbolos visuais aumenta a perceção de ligação à natureza?

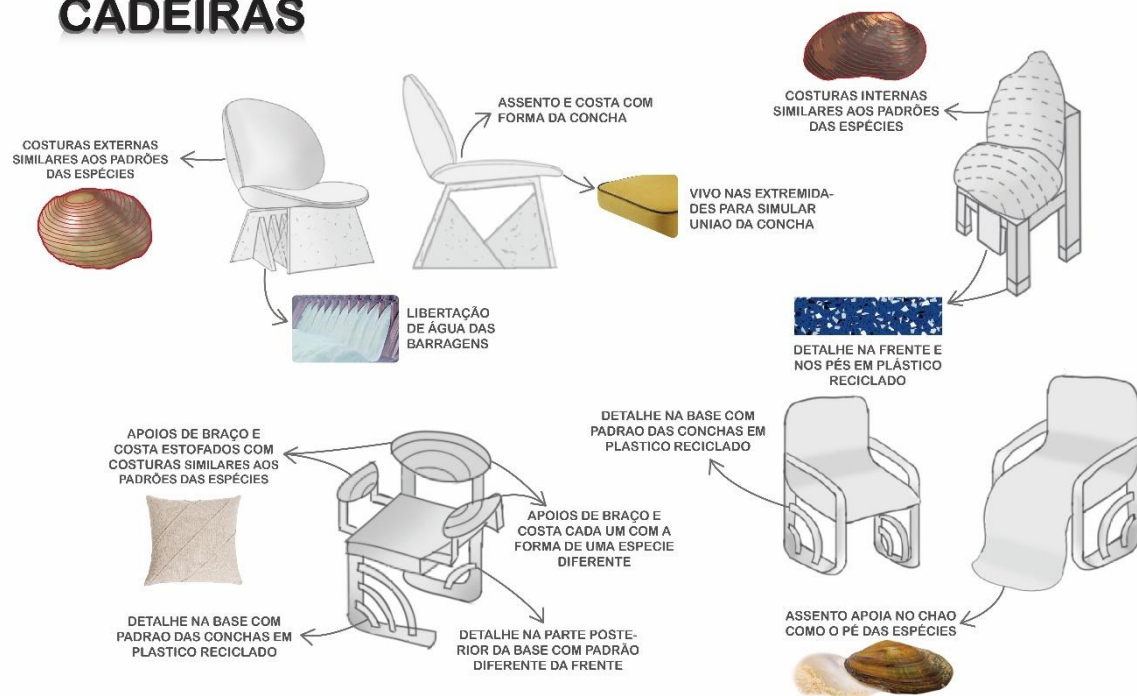


Prefere uma abordagem visual e simbólica para transmitir a mensagem ambiental mesmo que não esteja explicitamente explicada?

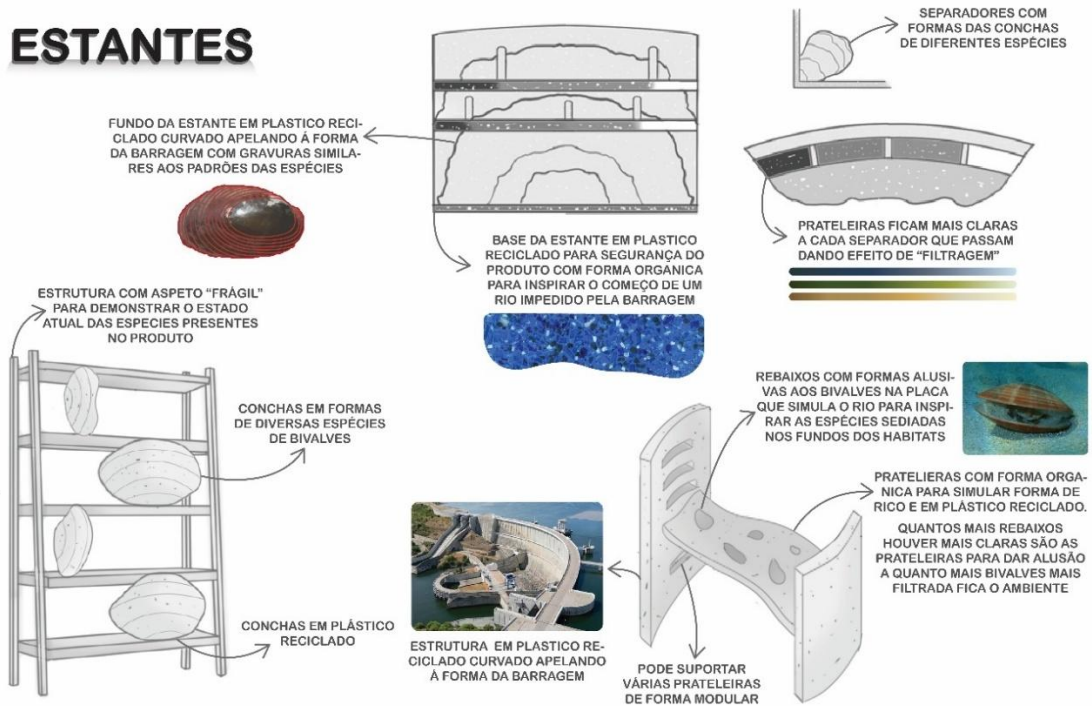


Apêndice 4 Primeiro Momento dos Testes de Conceitos

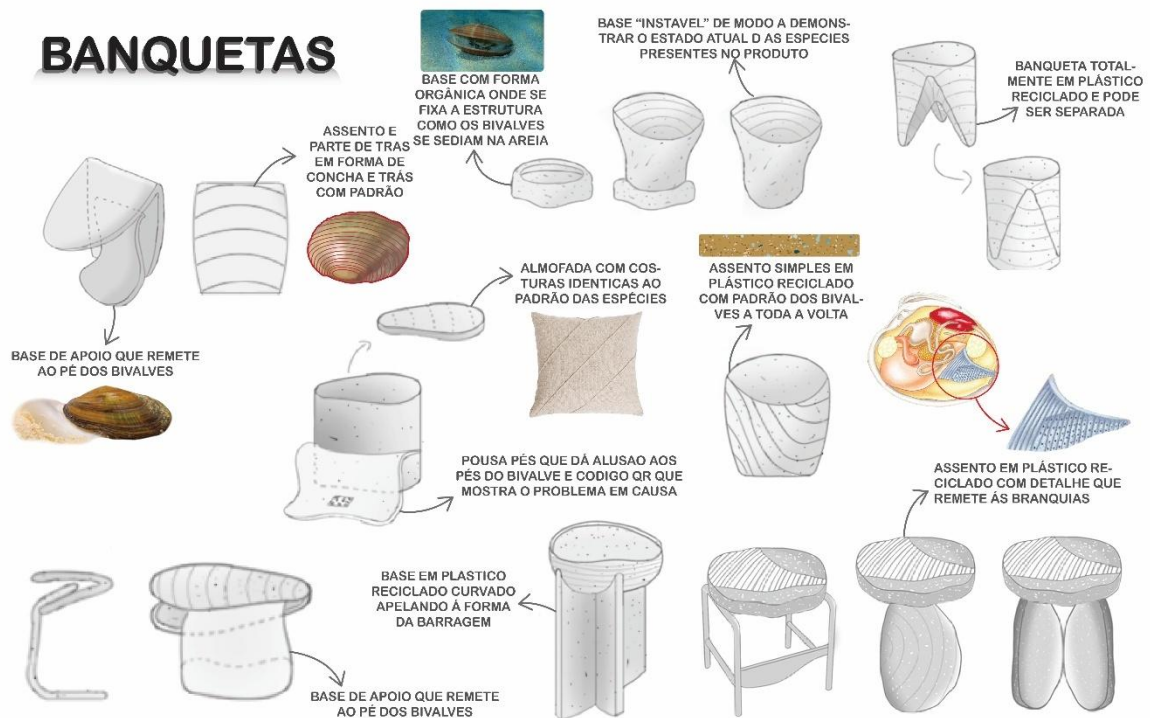
CADEIRAS



ESTANTES



BANQUETAS



BANCOS

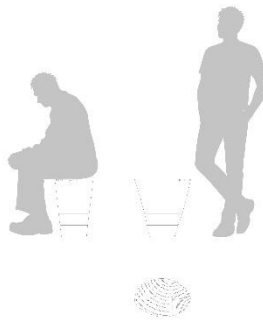


MESAS DE CENTRO

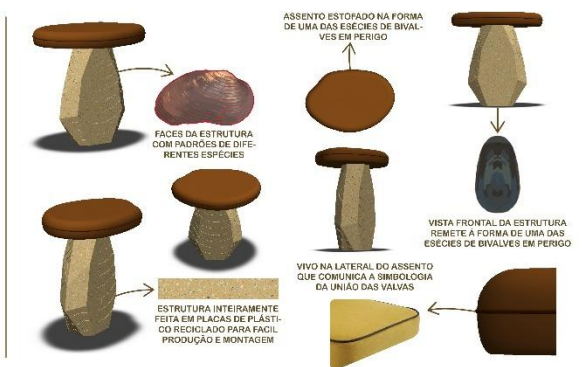
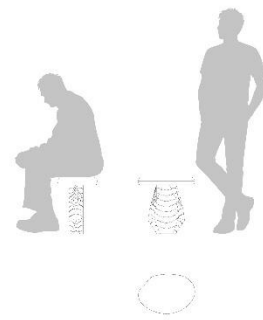
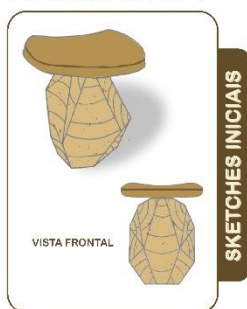


Apêndice 5 Segundo Momento dos Testes de Conceitos

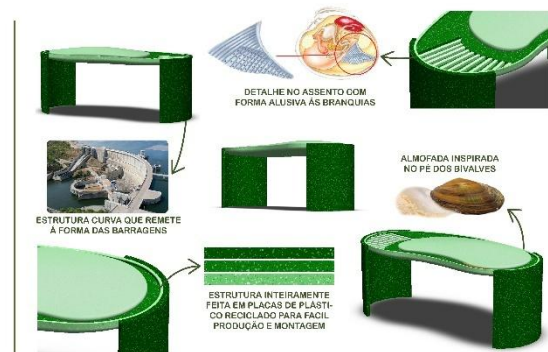
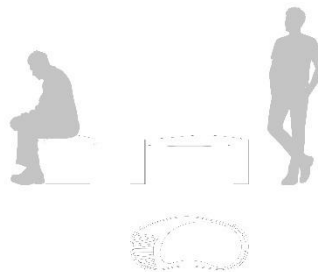
BANQUETA Nº 1



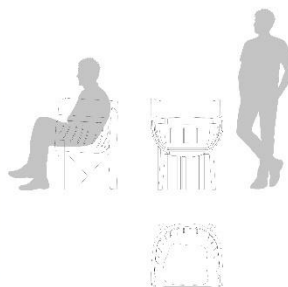
BANQUETA Nº 2



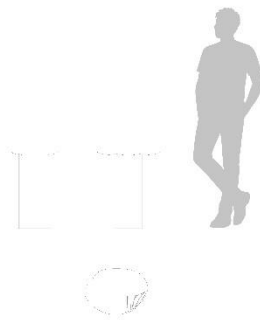
BANCO



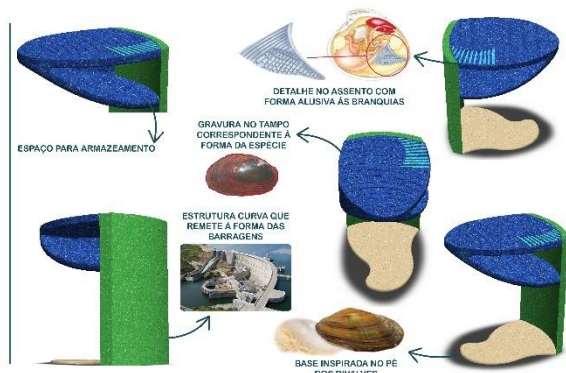
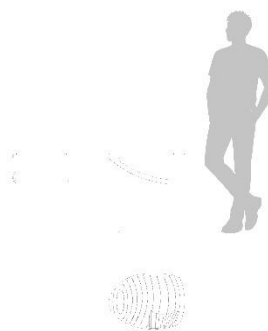
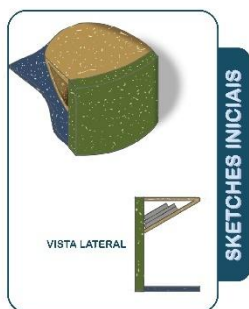
CADEIRA



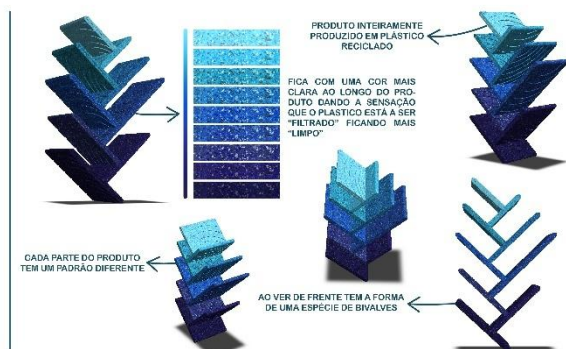
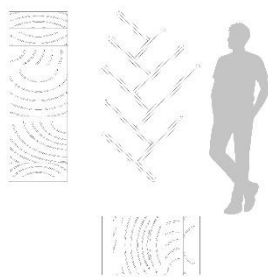
MESA DE CENTRO Nº 1



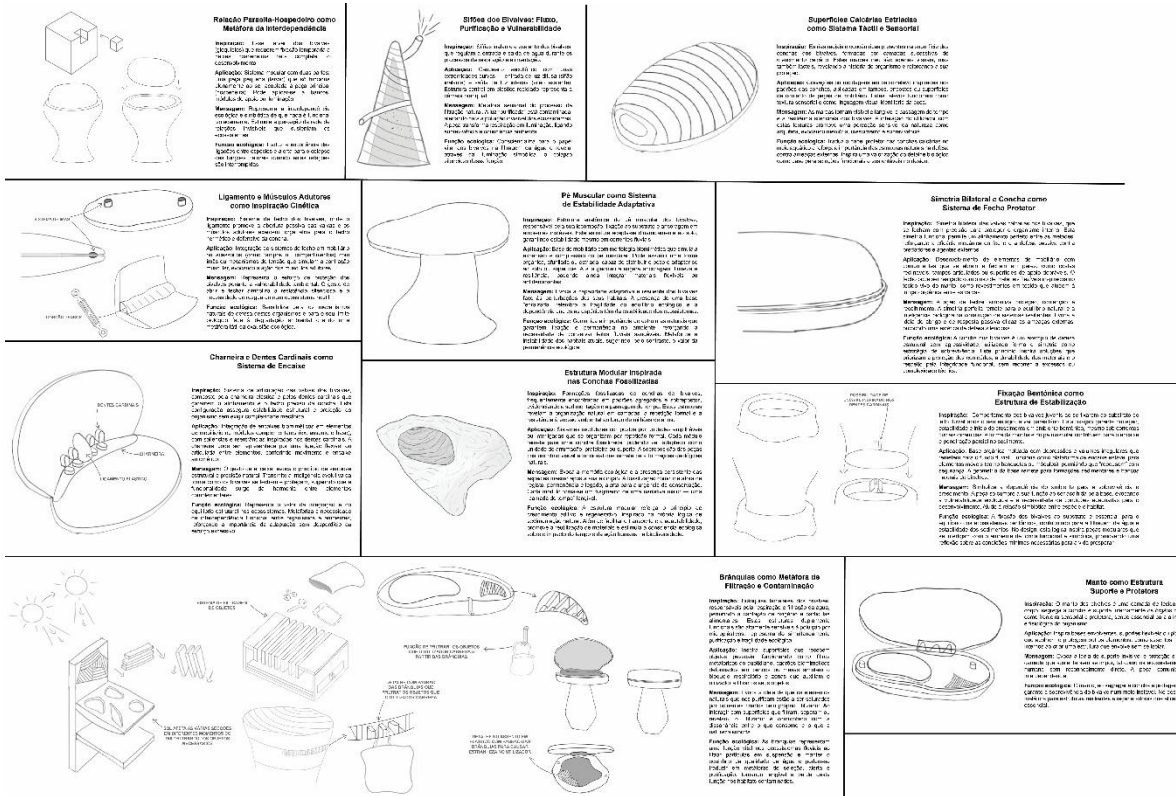
MESA DE CENTRO Nº 2



ESTANTE

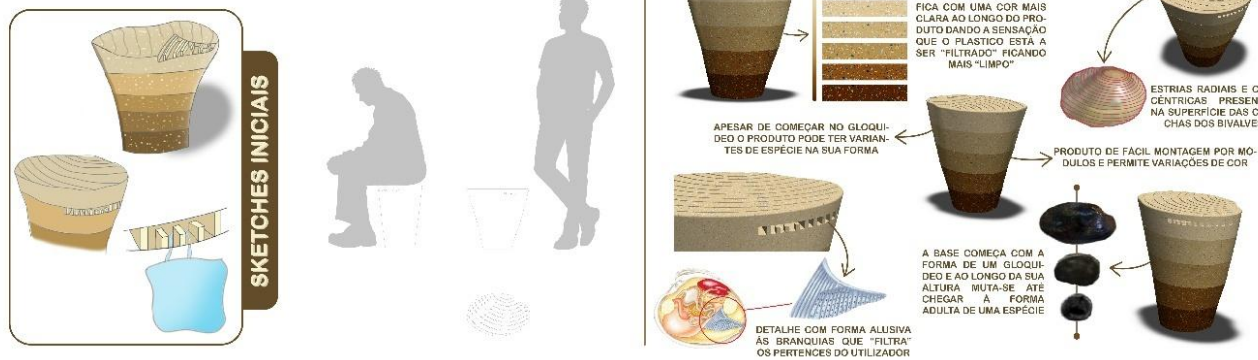


Apêndice 6 Terceiro Momento dos Testes de Conceitos

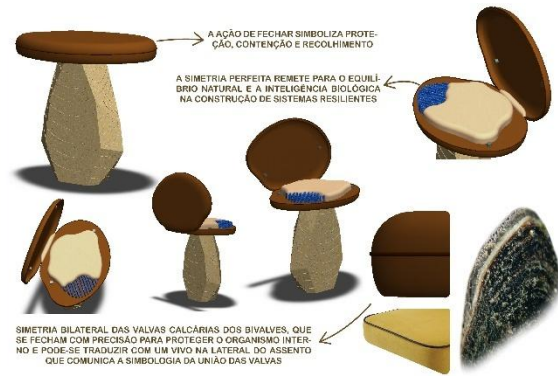
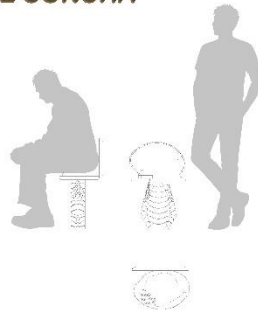


Apêndice 7 Quarto Momento dos Testes de Conceitos

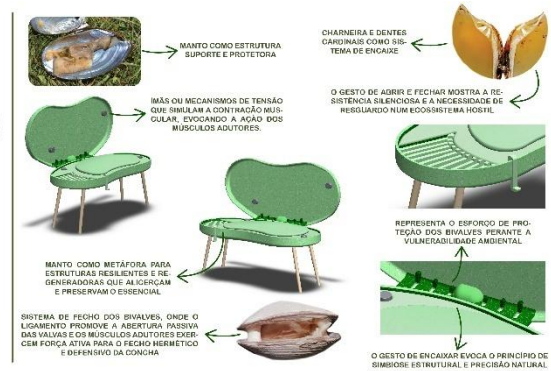
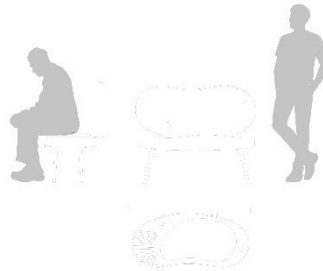
FORMAS E PADRÕES



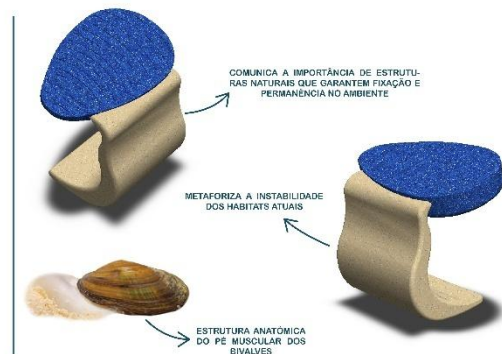
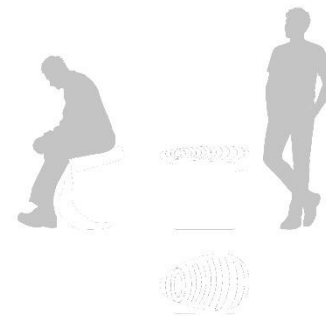
SIMETRIA BILATERAL E CONCHA



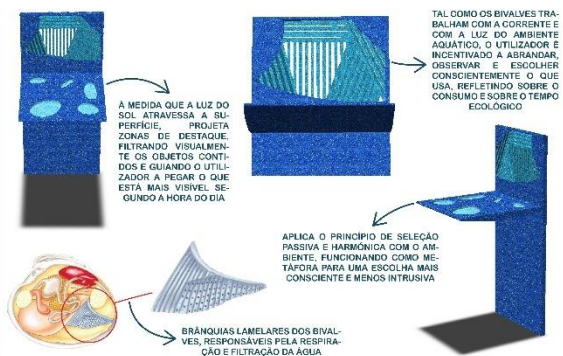
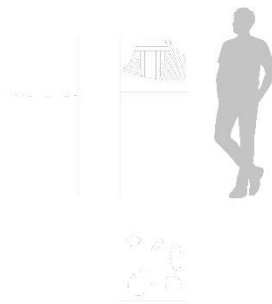
ANATOMIA E FECHO DAS ESPÉCIES



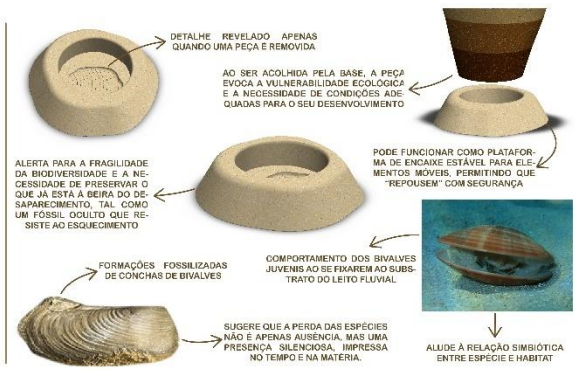
PÉ MUSCULAR



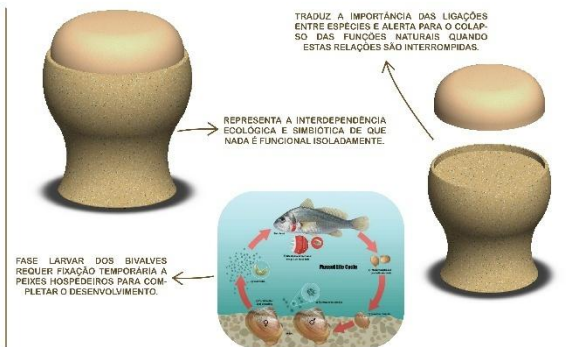
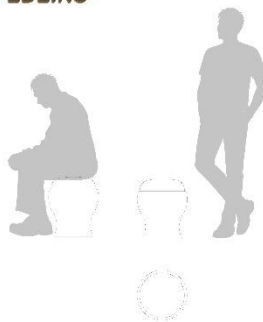
SOL COMO ELEMENTO DE FILTRAGEM



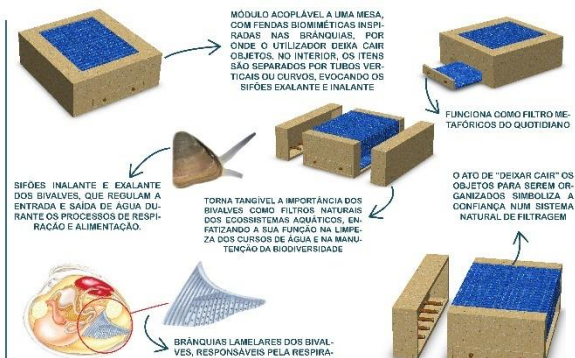
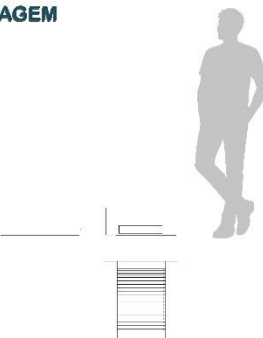
FIXAÇÃO BENTÔNICA E CONCHAS FOSSILIZADAS



RELAÇÃO PARASITA-HOSPEDEIRO



SIFÕES E SISTEMA DE FILTRAGEM



Apêndice 8 Especialistas selecionados para o método delphi

Tabela 3- Lista com dados dos especialistas convidados (Fonte: Autor)

Nome	Nacionalidade	Especialização
Manuel Lopes Lima	Portuguesa	Coordenador da Autoridade de Lista Vermelha (IUCN/SSC) para Bivalves de Água Doce no Mollusk Specialist Group, dedica-se à conservação global de mexilhões de água doce, com foco em filogenia, genética e ecofisiologia. Publicou diversos artigos em revistas científicas internacionais e promove redes de investigação sobre este grupo faunístico.
Henrique Pereira	Portuguesa	Professor de Conservação da Biodiversidade , Co-Presidente do Grupo de Observação da Biodiversidade da Rede de Observação da Terra (GEO BON) Centro Alemão para Pesquisa Integrativa em Biodiversidade (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, professor no Instituto de Biologia, Universidade Martin Luther Halle-Wittenberg;
Tim Newbold	Britânica	Investigador no Centre for Biodiversity & Environment Research da UCL, especializado em mudanças globais na biodiversidade e previsões de alterações futuras, bem como nas consequências dessas mudanças para as sociedades humanas. Publicou amplamente em revistas científicas internacionais sobre perda de biodiversidade e conservação.
Amílcar Teixeira	Portuguesa	Autor de mais de 70 publicações científicas é atualmente Professor Coordenador na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança (IPB) e Investigador no Centro de Investigação de Montanha (CIMO). Especialista em ecologia e conservação de ecossistemas aquáticos e bioecologia de bivalves de água doce.

Fara Peluso	Italiana	Licenciada em Design Industrial pela Universidade de Arquitetura 'La Sapienza', em Roma, esta artista e designer dedica-se a pesquisas especulativas, explorando formas inovadoras de conectar o ser humano à natureza, organismos vivos e processos biológicos, promovendo um relacionamento mais profundo e significativo.
Patrícia Isabel de Almeida Ramos	Portuguesa	Investigadora especializada no estudo de bivalves de água doce e sua importância ecológica nos rios do norte de Portugal. Autora da dissertação de mestrado intitulada "Estudo das populações de bivalves (Unionidae) de rios do norte de Portugal: importância da qualidade ambiental na conservação de espécies ameaçadas".
José María Rey Benayas	Espanhola	Autor de mais de 150 publicações científicas o Professor Catedrático de Ecologia na Universidade de Alcalá (UAH) é especializado em restauração da biodiversidade e serviços ecossistêmicos em paisagens agrícolas. Fundador da Fundação Internacional para a Restauração de Ecossistemas.
Rachel Zuanon	Brasileira	Empreendedora, designer, palestrante, fundadora e CEO da Agência Pós-Digital de Design e Consultoria em Inovação All Affective, coordena o Doutorado e o Mestrado em Design, da Universidade Anhembi Morumbi (UAM), investigadora em projetos de pesquisa focados na interface Arte-Design-Neurociência-Tecnologia a nível nacional e internacional, escritora e autora de diversos trabalhos científicos e do livro: 'Projective Processes and Neuroscience in Art and Design', pela IGI Global, Pensilvânia, EUA.

Simone Varandas	Portuguesa	Professora Associada na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Departamento de Ciências Florestais e Arquitetura Paisagista. Investigadora integrada no Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB). Especialista em ecologia de ecossistemas aquáticos , com ênfase na conservação de espécies aquáticas e funcionamento de ecossistemas ribeirinhos.
Christian Albrecht	Alemão	Professor Associado no Departamento de Ecologia Animal e Sistemática da Universidade Justus Liebig em Giessen, Alemanha. Especialista em padrões e processos de diversificação de invertebrados em ecossistemas de água doce, com ênfase em moluscos. Membro do Grupo Especialista em Moluscos da IUCN
Ronaldo Sousa	Portuguesa	Professor Auxiliar no Departamento de Biologia da Universidade do Minho e Investigador no Centro de Biologia Molecular e Ambiental (CBMA). Especialista em ecologia aquática , conservação e espécies invasoras, com mais de 150 artigos científicos publicados. Reconhecido entre os Top 2% dos cientistas mundiais desde 2021. Membro de grupos especializados da IUCN e editor associado de revistas científicas internacionais.
Gonçalo Campos	Portuguesa	Designer de produto português, formado pela Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa em 2008. Iniciou a sua carreira no centro de investigação Fabrika, da Benetton, em Itália, colaborando com marcas como Zanotta, Seletti e Secondome. Em 2010, estabeleceu o seu próprio estúdio, desenvolvendo peças de mobiliário e iluminação para marcas internacionais como Wewood, Vista Alegre, Ligne Roset e Habitat.

Francisco Cardoso	Portuguesa	Designer industrial natural do Porto, licenciado pela ESAD em 1998. Atualmente, é responsável pelo desenvolvimento de produto na JMS para as marcas MORECONTRACT e SIANA. Com vasta experiência na indústria do mobiliário, tem contribuído para a criação e desenvolvimento de produtos para diversas marcas, destacando-se pelo seu conhecimento aprofundado do setor e pela capacidade de integrar design funcional com as necessidades do mercado.

Apêndice 9 Modelo de entrevista

Modelo de Entrevista na área de Design

“Design sustentável de mobiliário: consciencialização para a conservação dos bivalves e reaproveitamento de resíduos antropogénicos”

É-lhe solicitada a participação num estudo de investigação conduzido pelo licenciado Hugo Correia da Guia, aluno do mestrado em Design Integrado do Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Esta investigação integrará o trabalho de projeto de Mestrado acima identificada.

Nome:

Idade:

Nacionalidade:

Formação académica:

Posto de trabalho atual:

Endereço de email:

1. Quando surgiu o seu interesse pela ecologia aquática e pela Biodiversidade?
2. Qual a importância ecológica dos bivalves e qual o impacto da sua conservação para os ecossistemas aquáticos?
3. O que considera ser o maior desafio na preservação dos bivalves em Portugal?
4. Que aspetos se destacam nesta espécie para a sua preservação/conservação em Portugal?
5. De que forma o design sustentável pode contribuir para a proteção das espécies de bivalves?
6. Como vê a relação entre o reaproveitamento de resíduos e a sustentabilidade ambiental, especificamente na criação de produtos de design?
7. Refira 3 palavras-chave que descrevam os bivalves ou o seu ciclo de vida.
8. Em que medida os objetos podem tornar-se veiculadores da prosperidade das espécies de bivalves?

9. De que forma considera que os resíduos antropogénicos estão a contribuir para o desaparecimento das espécies de bivalves nos ecossistemas aquáticos?
10. Os bivalves são considerados “organismos bioindicadores” por refletirem a saúde dos ecossistemas aquáticos. Acha que um estudo de design focado na conservação destas espécies pode ser uma mais-valia?
11. Conhece algum projeto de design do produto ou de design de moda que comunica uma mensagem de alerta e de proteção de espécies ameaçadas? Se sim, qual?
12. Quais são os atributos visuais dos bivalves que mais se destacam e lhes conferem identidade? (A cor, a textura, o padrão, a forma) O que mais lhe atrai nestas espécies?
13. Que futuro prevê para os bivalves em Portugal? Como se pode garantir a sua sobrevivência?
14. De que forma a metodologia do design de produto, orientada para o âmbito do mobiliário, pode ser utilizada como uma estratégia de sensibilização e conservação para as espécies de bivalves em risco de extinção nos ecossistemas portugueses?
15. Finalmente, o que é para si o design?

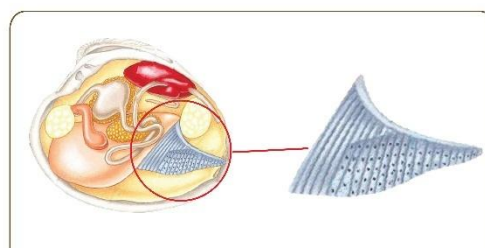
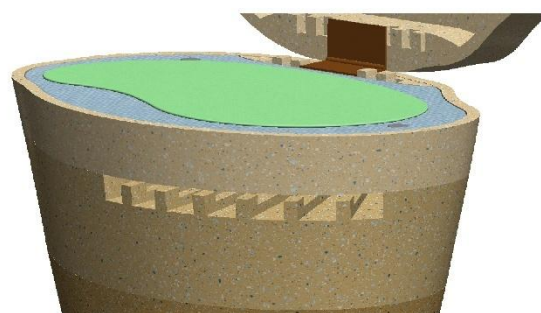
Apêndice 10 Apresentação de Apoio aos Testes de Usabilidade com Utilizadores



BRÂNQUIAS COMO METÁFORA DE FILTRAÇÃO E ORGANIZAÇÃO

DETALHE DE SUPORTES COM FORMA E PADRÃO ALUSIVOS ÀS BRÂNQUIAS QUE "FILTRAM" PERTENCES DO UTILIZADOR COMO SACOS OU BOLSAS.

ESTE DETALHE CONTA COM 6 SUPORTES NO TOTAL POIS É A QUANTIDADE DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DE BIVALVES DE ÁGUA DOCE AMEAÇADAS EM PORTUGAL.



FASES DE VIDA DA ESPÉCIE COMO ESTRUTURA

A BASE COMEÇA COM A FORMA DE UM GLOQUÍDEO E AO LONGO DA SUA ALTURA MUTA-SE ATÉ CHEGAR À FORMA ADULTA DE UMA ESPÉCIE.

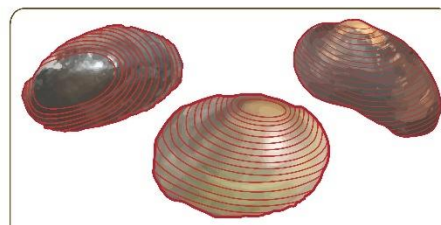
APESAR DE SEMPRE COMEÇAR NO GLOQUÍDIO O PRODUTO PODE TER VÁRIAS ESPÉCIES NA SUA FORMA.



ESTRIAS RADIAIS E CONCÊNTRICAS COMO ELEMENTO TEXTURAL

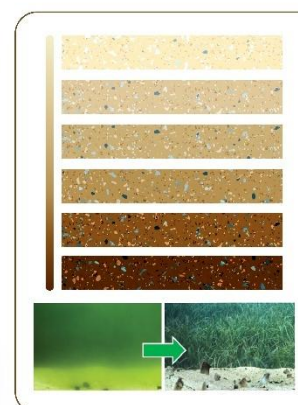
ESTAS ESTRIAS ESTÃO PRESENTES NA SUPERFÍCIE DAS CONCHAS DOS BIVALVES E TÊM DIVERSOS TIPOS DE PADRÕES DEPENDENDO DA ESPÉCIE.

TORNAM VISÍVEL E TANGÍVEL A PASSAGEM DO TEMPO E A RESILIÊNCIA SILENCIOSA DOS BIVALVES. A INTERAÇÃO DO UTILIZADOR COM ESTAS TEXTURAS PROMOVE UMA PERCEÇÃO SENSÍVEL DA NATUREZA COMO ARQUITETA, EVOCANDO MEMÓRIA, CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA.



MUDANÇA DE COR À MEDIDA QUE SE APROXIMA DA FASE ADULTA

FICA COM UMA COR MAIS CLARA AO LONGO DO PRODUTO DANDO A SENSÇÃO QUE O PLÁSTICO ESTÁ A SER “FILTRADO” FICANDO MAIS “LIMPO” NA SUA FORMA ADULTA

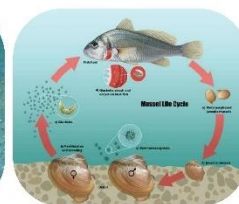


FIXAÇÃO BENTÔNICA COMO ESTRUTURA DE ESTABILIZAÇÃO

BASE ORGÂNICA MOLDADA COM DEPRESSÕES E VOLUMES IRREGULARES QUE REMETEM PARA O FUNDO FLUVIAL E FAZ ALUSÃO À RELAÇÃO SIMBIÓTICA ENTRE ESPÉCIE E HABITAT.

AO ACOLHER O PRODUTO, ESTA PEÇA EVOCA A VULNERABILIDADE ECOLÓGICA E A NECESSIDADE DE CONDIÇÕES ADEQUADAS PARA O SEU DESENVOLVIMENTO.

A FASE LARVAR DOS BIVALVES REQUER FIXAÇÃO TEMPORÁRIA A UM HOSPEDEIRO PARA COMPLETAR O DESENVOLVIMENTO ASSIM COMO NESTE PRODUTO, A PARTE MAIS VULNERÁVEL E QUE FAZ ALUSÃO AO GLOQUÍDIO SE FIXA NA BASE.



DETALHE NA BASE INSPIRADO NAS CONCHAS FOSSILIZADAS

ESTE DETALHE SUGERE QUE A PERDA DAS ESPÉCIES NÃO É APENAS A AUSÊNCIA, MAS UMA PRESENÇA SILENCIOSA, IMPRESSA NO TEMPO E NA MATÉRIA.

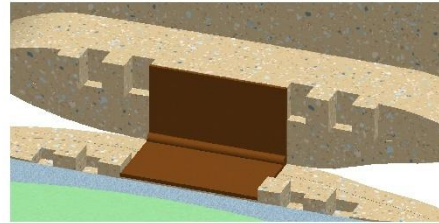
ALERTA PARA A FRAGILIDADE DA BIODIVERSIDADE E A NECESSIDADE DE PRESERVAR O QUE JÁ ESTÁ À BEIRA DO DESAPARECIMENTO, TAL COMO UM FÓSSIL OCULTO QUE RESISTE AO ESQUECIMENTO



CHARNEIRA E DENTES CARDINAIS COMO SISTEMA DE ENCAIXE

SISTEMA DE ARTICULAÇÃO DAS VALVAS DOS BIVALVES, COMPOSTO PELA CHARNEIRA ELÁSTICA E PELOS DENTES CARDINAIS QUE GARANTEM O ALINHAMENTO E O FECHO PRECISO DA CONCHA. ESTA CONFIGURAÇÃO ASSEGURA ESTABILIDADE ESTRUTURAL E PROTEÇÃO DO ORGANISMO SEM EXIGIR COMPLEXIDADE MECÂNICA.

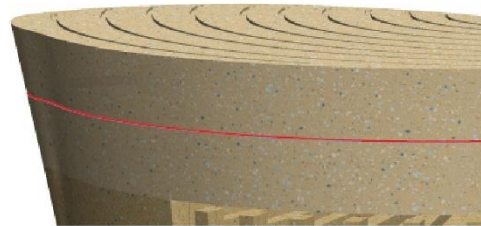
REPRESENTA O VALOR DA INTEGRAÇÃO E DO EQUILÍBRIO ESTRUTURAL NOS ECOSSISTEMAS. METAFORIZA A NECESSIDADE DE INTERDEPENDÊNCIA FUNCIONAL ENTRE ORGANISMOS E AMBIENTES, REFORÇANDO A IMPORTÂNCIA DA ADAPTAÇÃO SEM DESPERDÍCIO OU ESFORÇO EXCESSIVO.



SIMETRIA BILATERAL DAS VALVAS CALCÁRIAS DOS BIVALVES

AS VALVAS CALCÁRIAS DOS BIVALVES, FECHAM-SE COM PRECISÃO PARA PROTEGER O ORGANISMO INTERNO. ESTA SIMETRIA FUNCIONAL PERMITE UM ALINHAMENTO PERFEITO ENTRE AS METADES, O QUE REFORÇA A EFICÁCIA MECÂNICA DO FECHO E A DEFESA PASSIVA CONTRA PREDADORES E AGENTES EXTERNOS.

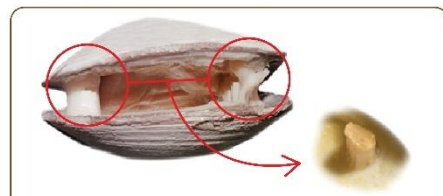
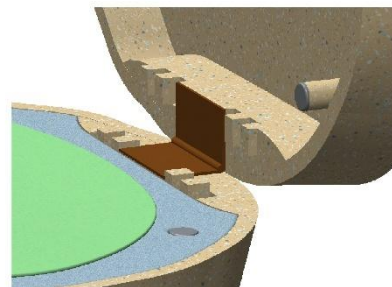
A AÇÃO DE FECHAR SIMBOLIZA PROTEÇÃO, CONTENÇÃO E RECOLHIMENTO. A SIMETRIA PERFEITA REMETE PARA O EQUILÍBRIO NATURAL E A INTELIGÊNCIA BIOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS RESILIENTES. EVOCA A IDEIA DE ABRIGO E DE RESPOSTA PASSIVA EFICAZ ÀS AMEAÇAS EXTERNAS, PROPONDO UMA ESTÉTICA DE DEFESA SILENCIOSA.



LIGAMENTO E MÚSCULOS ADUTORES COMO INSPIRAÇÃO CINÉTICA

SISTEMA DE FECHO DOS BIVALVES, ONDE O LIGAMENTO PROMOVE A ABERTURA PASSIVA DAS VALVAS E OS MÚSCULOS ADUTORES EXERCEM FORÇA ATIVA PARA O FECHO HERMÉTICO E DEFENSIVO DA CONCHA.

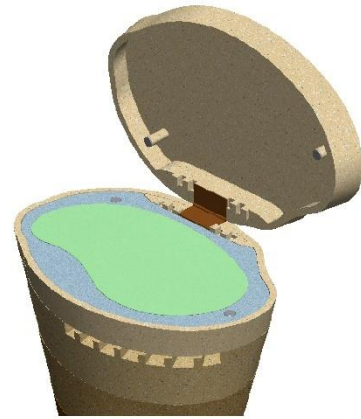
SENSIBILIZA PARA OS MECANISMOS NATURAIS DE DEFESA DESTES ORGANISMOS E PARA O SEU LIMITE BIOLÓGICO FACE À DEGRADAÇÃO AMBIENTAL CRIANDO UMA METÁFORA TÁTIL DA EXAUSTÃO ECOLÓGICA.



BOLSA INSPIRADA NO PÉ E MANTO COMO ESTRUTURA SUPORTE E PROTETORA

O MANTO DOS BIVALVES É UMA CAMADA DE TECIDO VITAL QUE REVESTE O CORPO, SEGREGA A CONCHA E SUPORTA INTERNAMENTE OS ÓRGÃOS DO ANIMAL. FUNCIONA COMO FRONTEIRA SENSORIAL E PROTETORA, SENDO ESSENCIAL PARA A INTEGRIDADE ESTRUTURAL E FISIOLÓGICA DO ORGANISMO.

EVOCA A IDEIA DE SUPORTE INVISÍVEL E PROTEÇÃO SILENCIOSA COMO UMA CAMADA QUE SUSTENTA SEM SE IMPOR, TAL COMO OS ECOSSISTEMAS SUSTENTAM A VIDA HUMANA SEM RECONHECIMENTO DIRETO.



PRODUTO FEITO A PARTIR DE MÓDULOS

AO SER PRODUZIDO POR MÓDULOS O PRODUTO PERMITE UMA FÁCIL MONTAGEM E TROCA DE PEÇAS.

SE UM MÓDULO FOR DANIFICADO A NATUREZA DO MATERIAL PERMITE QUE ESTE SEJA COMPLETAMENTE RECICLADO E VOLTE A FAZER PARTE DO PRODUTO



Apêndice 11 Conteúdo da plataforma digital

Nauta - Guia do Produto

NAUTA

O Nauta é uma banqueta modular feita integralmente em plástico reciclado. É desenhada para mostrar que o design pode unir funcionalidade, sustentabilidade e consciência ecológica.

Mais do que um banco individual, o Nauta é um símbolo de equilíbrio ecológico: cada unidade representa como pequenas escolhas podem ter grande impacto no ambiente.



INSPIRAÇÃO NA NATUREZA

O design do Nauta inspira-se nos bivalves de água doce, organismos filtradores essenciais para a qualidade dos ecossistemas aquáticos.



Eles filtram a água, removendo partículas e melhorando a sua qualidade.

Criam habitats para outras espécies e ajudam a manter o equilíbrio ecológico.

São muito sensíveis à poluição e aos microplásticos, estando em rápido declínio em várias regiões, incluindo em Portugal.

Ao trazer esta inspiração para o produto, o Nauta convida-o a refletir sobre a importância destes seres discretos e sobre a urgência de os proteger.

UTILIZAÇÃO

O Nauta foi desenhado para ser usado tanto em espaços interiores como exteriores privados, sendo especialmente adequado para ambientes domésticos. O assento esconde uma bolsa interna que oferece ao utilizador um local seguro e discreto para guardar objetos pessoais. A iluminação LED, para além da sua função prática, cria uma atmosfera simbólica que remete para os processos de filtração e purificação da natureza, reforçando a ligação entre o produto e a sua inspiração biológica.

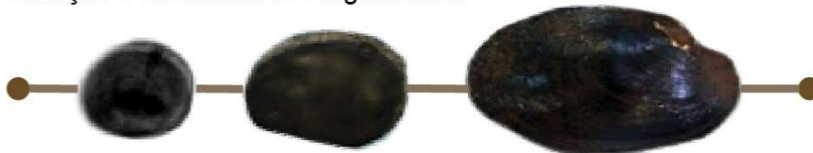
COMPOSIÇÃO

O Nauta é composto por três módulos principais.

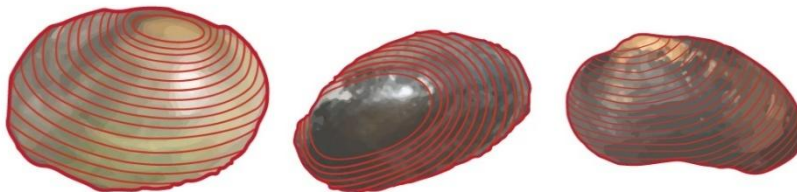
Base: A base tem uma forma orgânica com relevos e depressões que evocam o leito fluvial, funcionando como ponto de ancoragem e garantindo a estabilidade da peça. Sem esta base, o conjunto não teria equilíbrio suficiente, pois o primeiro módulo da estrutura, inspirado no gloquídio (fase larvar dos bivalves), é mais pequeno do que o assento. O encaixe é feito através de ranhuras e revela um detalhe oculto semelhante a fósseis de conchas, lembrando a memória ecológica e a permanência das espécies mesmo após a sua extinção.



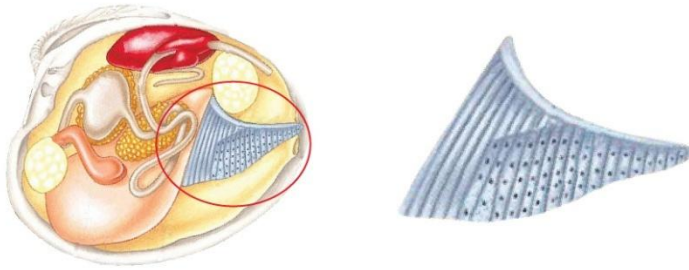
Estrutura: Representa o ciclo de vida dos bivalves, crescendo desde o gloquídio até à fase adulta. Ao longo da sua altura, a cor do material vai-se tornando mais clara, criando um gradiente que simboliza o processo de filtração e purificação da água. Cada peça pode assumir variantes de forma inspiradas em espécies diferentes, mas todas partem da mesma base larvar, reforçando a ligação simbólica à evolução e resiliência dos organismos.



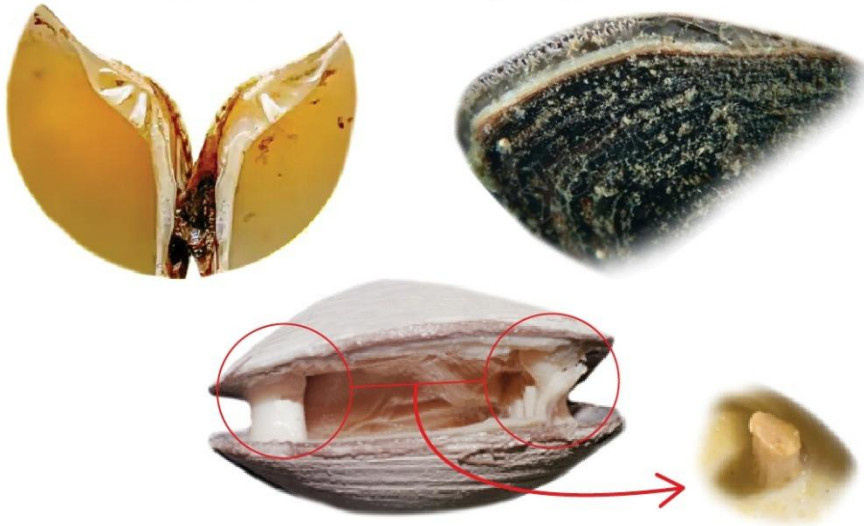
O assento no topo apresenta estrias radiais e concêntricas que remetem para as marcas de crescimento das conchas, tornando visível e tátil a passagem do tempo e a resistência dos bivalves.



Na parte frontal, o Nauta conta com seis ganchos inspirados nas brânquias lamelares, responsáveis pela respiração e filtração nos bivalves. Estes ganchos permitem pendurar objetos e emitem luz através de ranhuras iluminadas por LEDs alimentados por um pequeno painel solar, evocando a ideia de purificação e a vulnerabilidade das espécies perante a poluição.



O sistema de abertura e fecho foi desenvolvido de forma biomimética. A dobradiça, revestida por tecido, simula o ligamento elástico que permite a abertura das conchas. O encaixe é garantido por saliências e reentrâncias que funcionam como dentes cardinais, tal como nas valvas dos bivalves. O fecho é reforçado por pequenos ímanes inspirados nos músculos adutores, que asseguram segurança e discrição. A simetria perfeita da tampa torna a abertura quase imperceptível, protegendo melhor os objetos guardados.



Bolsa interna: Ao abrir o assento, encontra uma bolsa para guardar objetos pessoais, desenhada com a forma do pé destes organismos. Esta bolsa assenta sobre uma superfície estofada em espuma de alta resiliência revestida a tecido, inspirada no manto dos bivalves, que funciona como camada protetora e garante a segurança dos objetos guardados.



MATERIAIS

O Nauta é feito inteiramente em plástico reciclado, proveniente de fluxos pós-consumo e pós-industriais. Cada unidade permite reaproveitar cerca de 10 quilos deste material, que de outra forma poderia ser encaminhado para aterro. Por ser monomaterial, o produto pode ser totalmente reciclado e reintegrado no processo produtivo, mantendo um ciclo contínuo de aproveitamento de recursos.

PRODUÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Todo o sistema é modular, permitindo a substituição de qualquer parte de forma simples. Caso algum módulo se danifique, este pode ser triturado e novamente integrado no processo de fabrico, mantendo a lógica de circularidade e demonstrando que cada parte do Nauta foi pensada para durar e para se regenerar, tal como acontece na própria natureza.



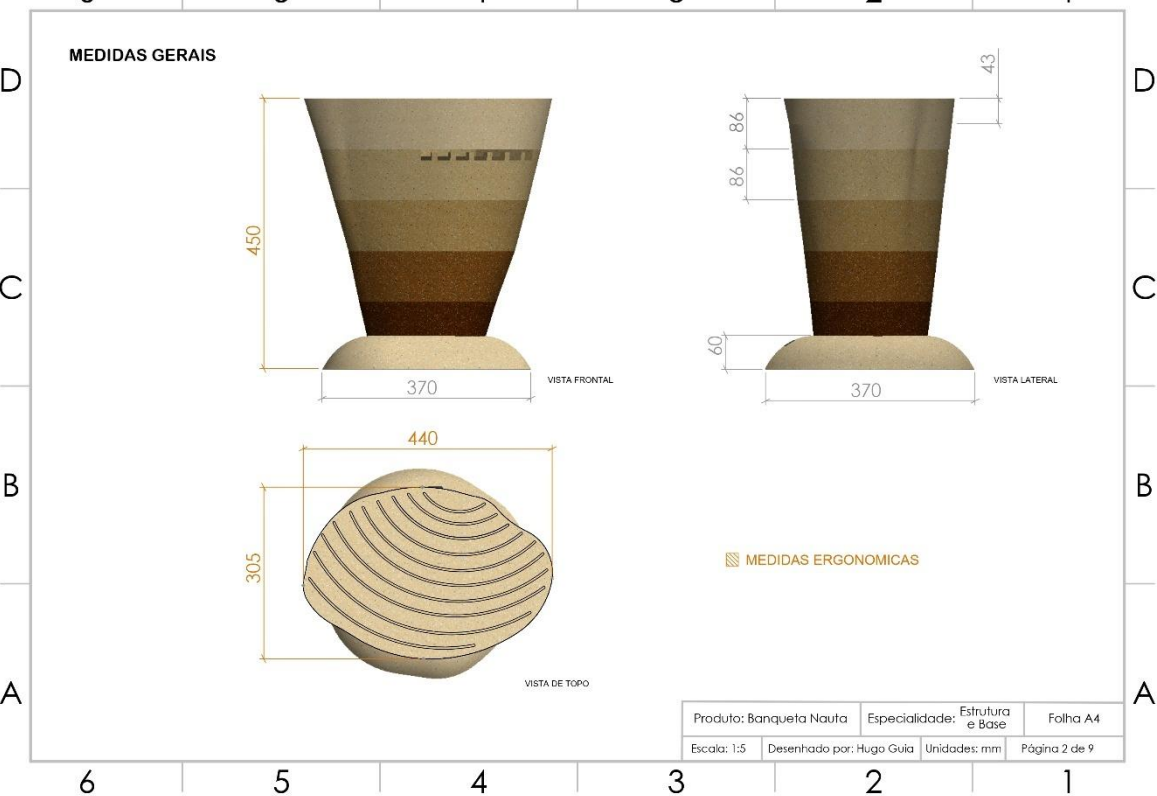
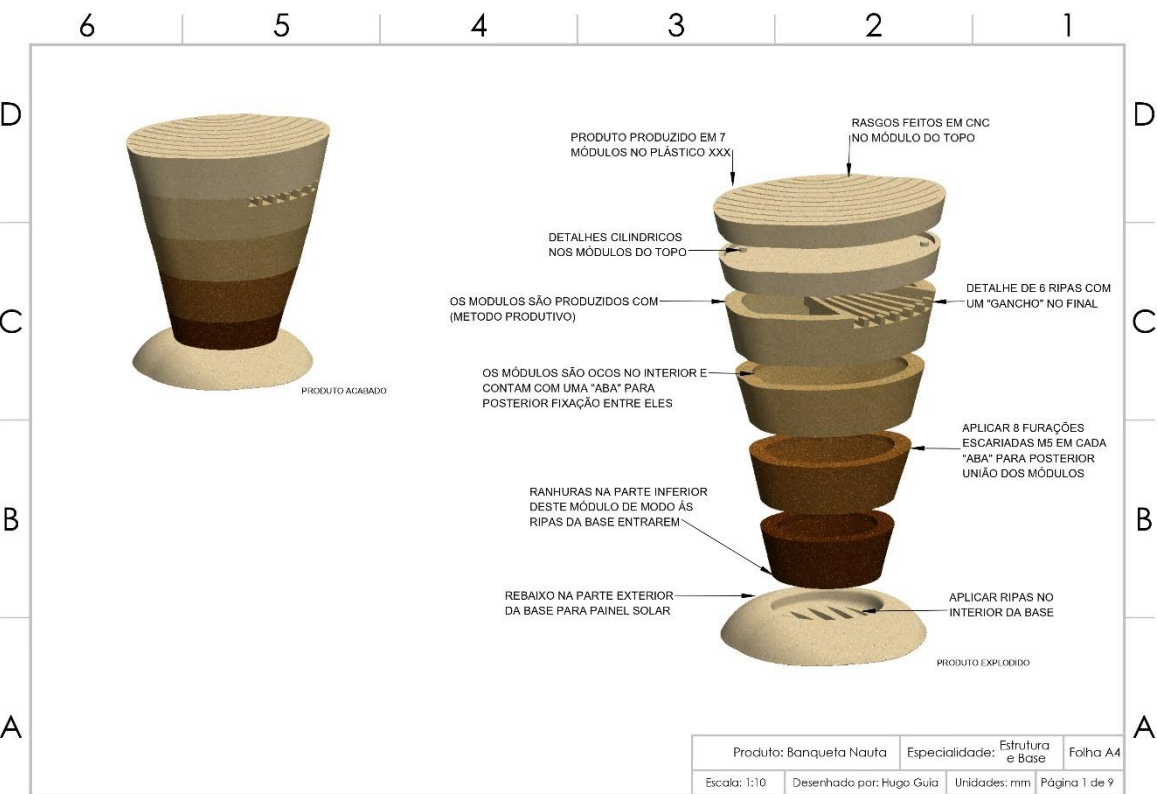
COMPONENTES TÉCNICOS

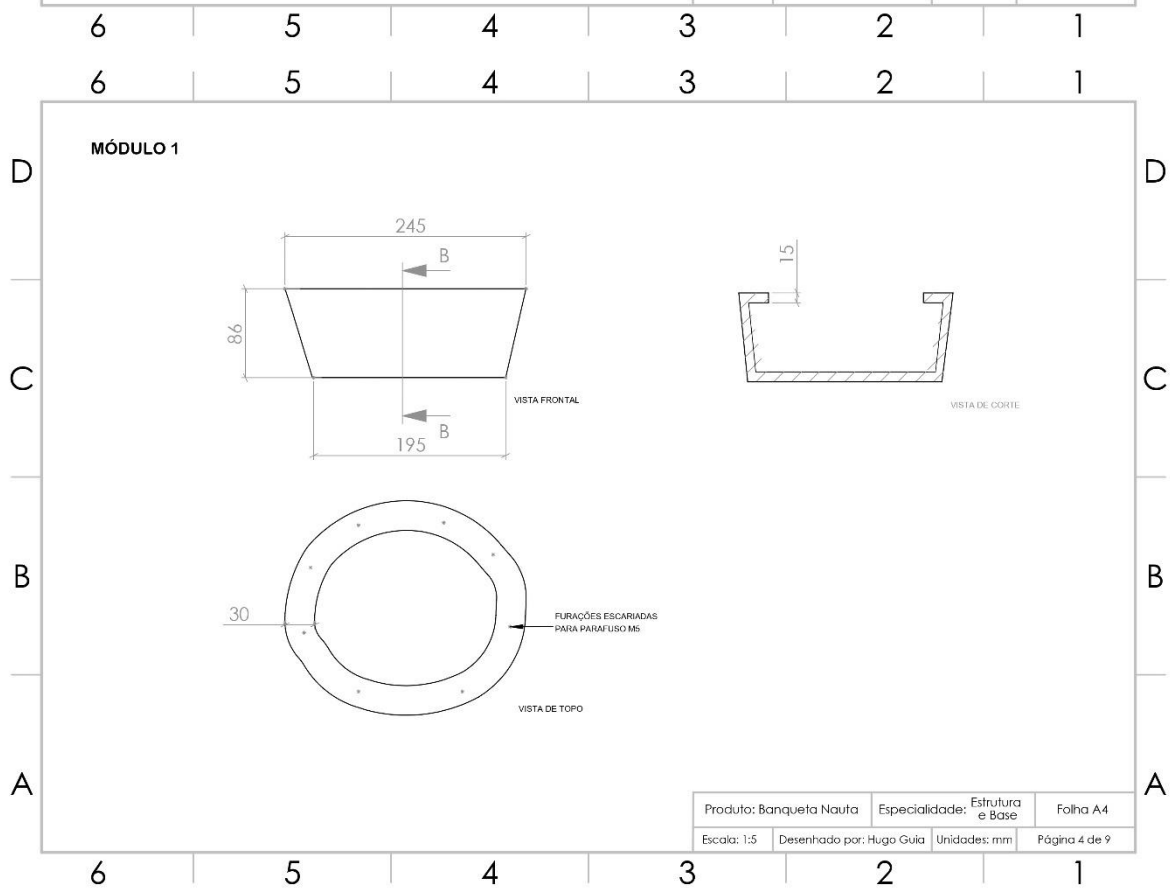
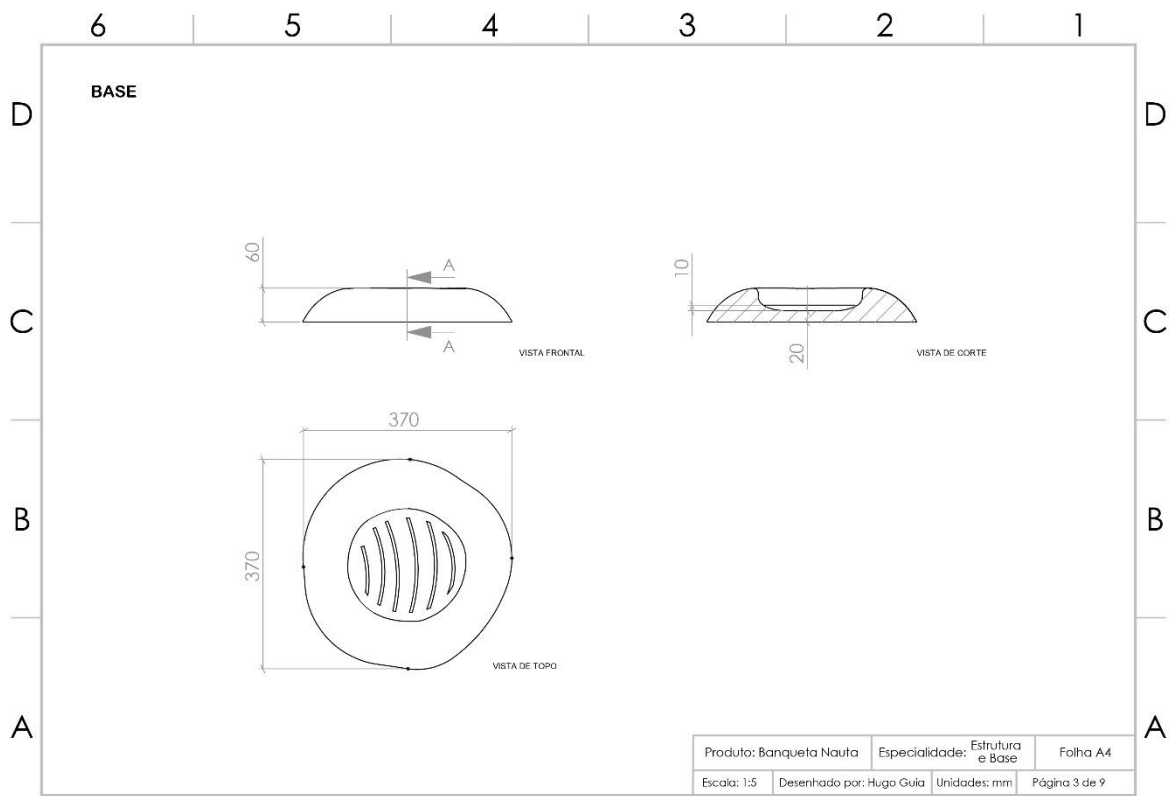
Para além da sua forma e conceito, o Nauta integra alguns elementos técnicos que aumentam a sua utilidade no dia a dia. O produto possui um sistema de iluminação LED, alimentado por um painel solar. A energia captada durante o dia é suficiente para garantir cerca de duas horas de luz ao anoitecer, que se acende de forma automática graças ao controlador com função crepuscular. A estrutura conta também com fixações seguras, feitas através de ímanes, uma dobradiça zincada e parafusos em aço inoxidável, além de deslizadores na base para proteger o chão.

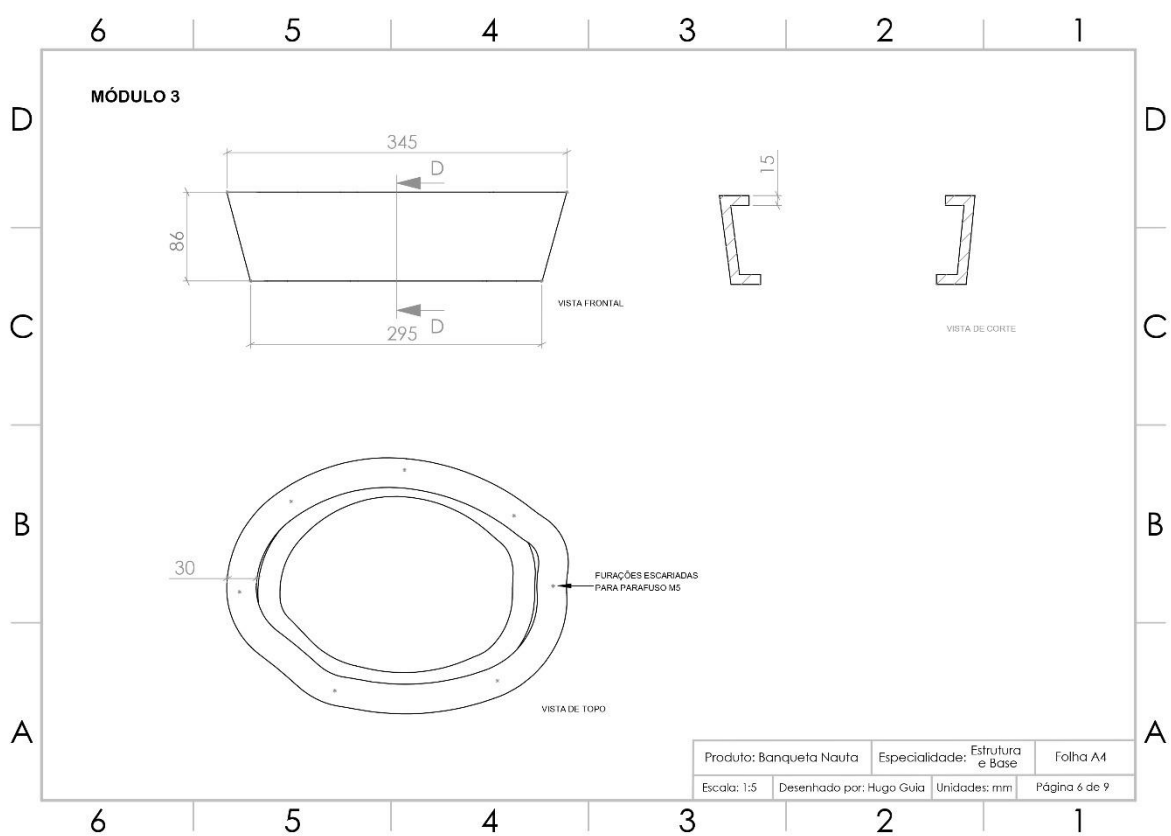
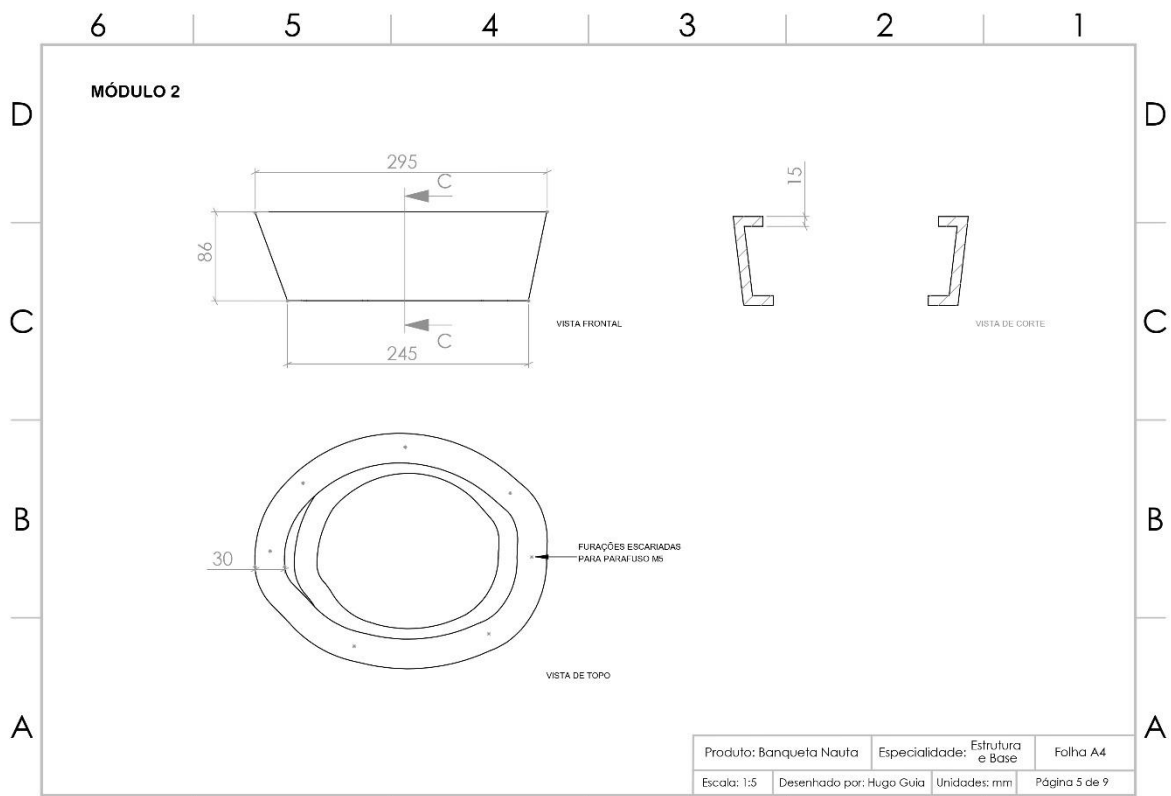
IMPORTÂNCIA

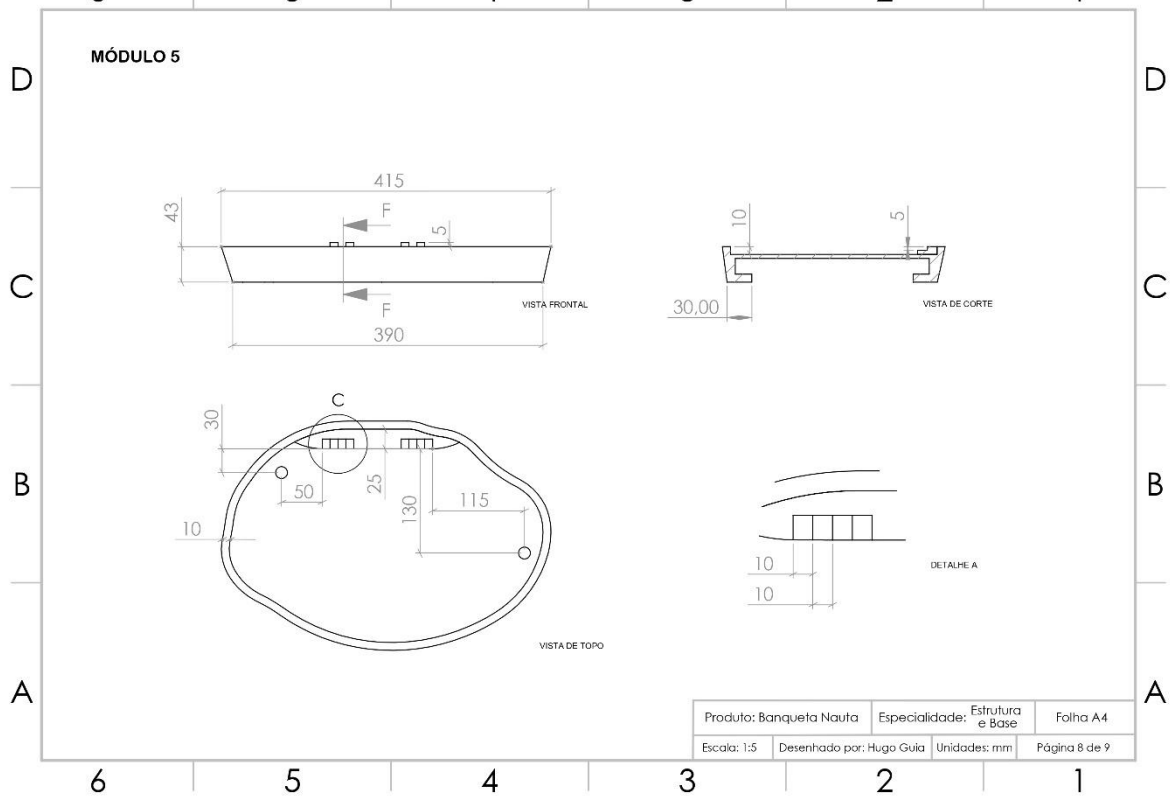
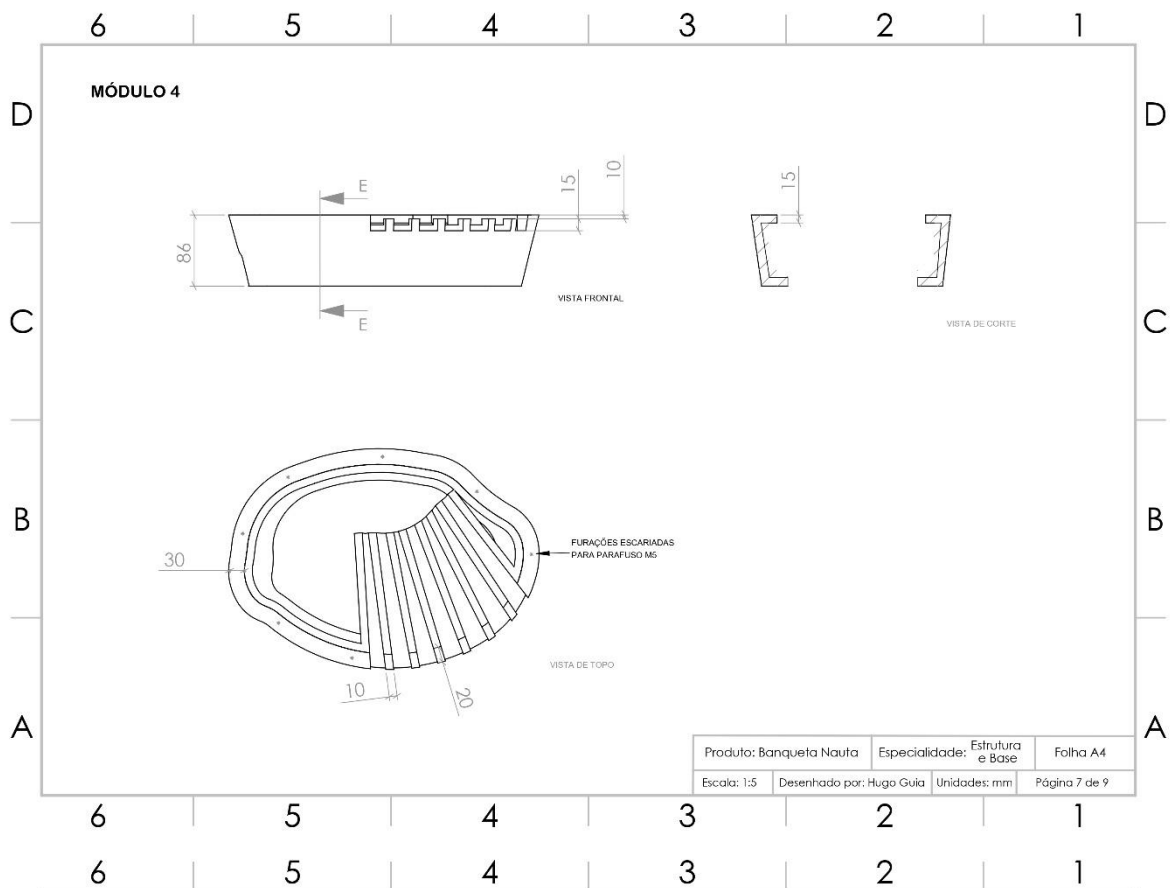
O Nauta não é apenas uma peça de mobiliário, é também um instrumento de consciencialização. Através dele, percebe-se que é possível transformar resíduos em objetos úteis e esteticamente apelativos, ao mesmo tempo que se reflete sobre a importância dos bivalves de água doce. Estes organismos são essenciais para a saúde dos ecossistemas aquáticos, atuando como filtros naturais da água, mas encontram-se hoje gravemente ameaçados pela poluição, pela destruição dos habitats e pelo excesso de resíduos produzidos pelo ser humano.

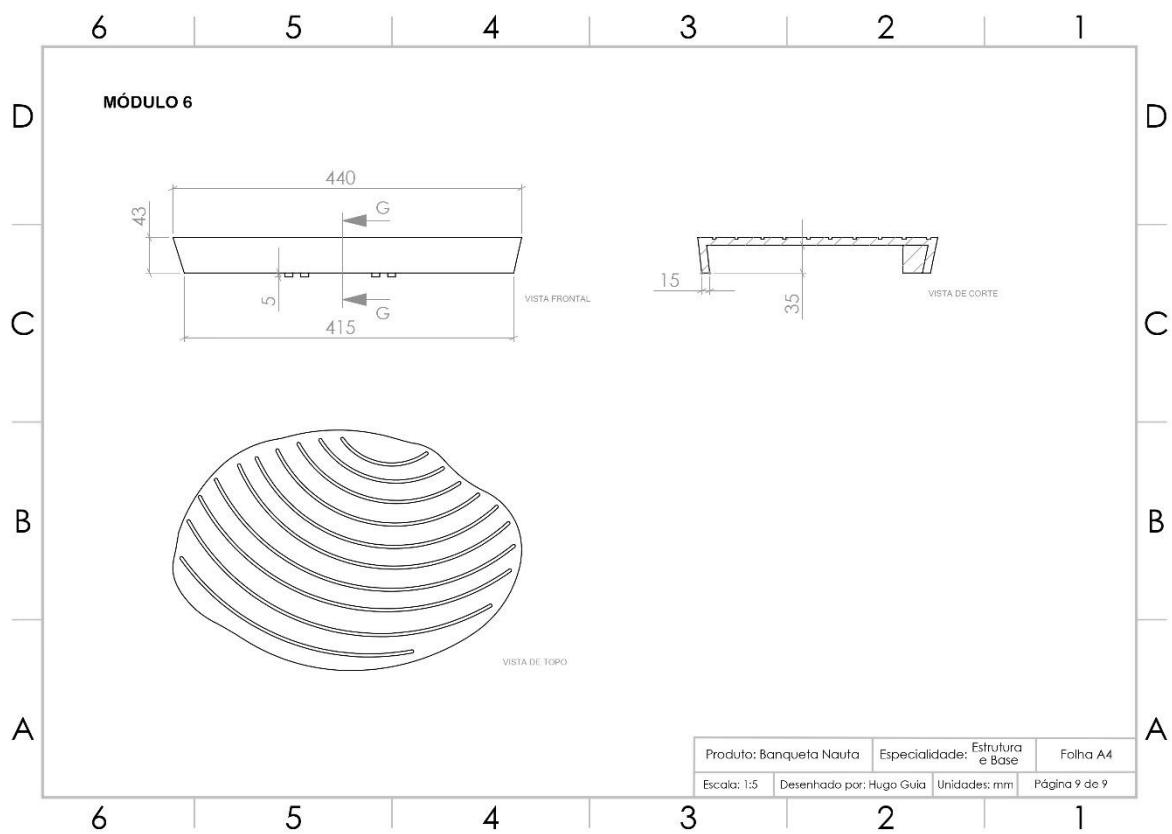
Apêndice 12 Desenhos de produção da banqueta Nauta



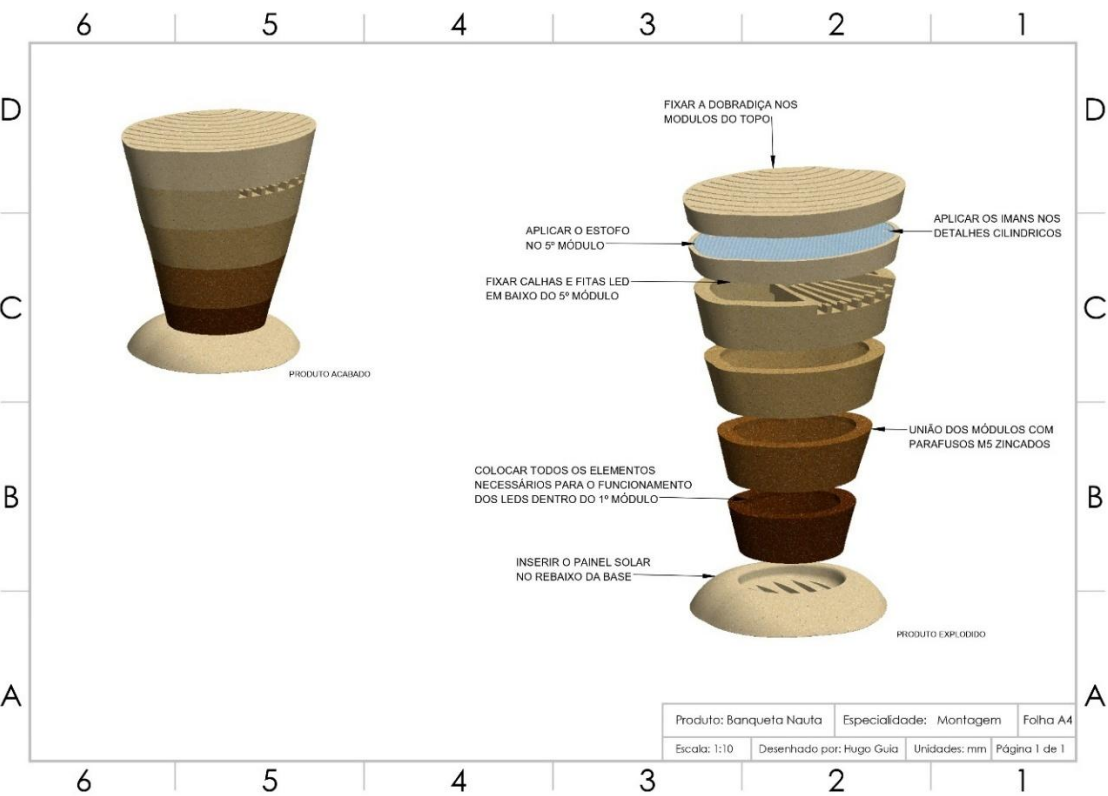








Apêndice 13 Desenho de montagem da Banqueta Nauta



Apêndice 14 Desenhos de confecção da Banqueta Nauta

