

MESTRADO

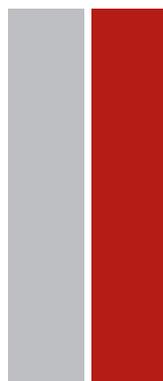
EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO

DESIGN como veículo para o
reaproveitamento dos resíduos de
cordas e redes de pesca para a
criação de produtos

Daniela Pereira Dias Monteiro

M

2016



DESIGN como veículo para o reaproveitamento
dos resíduos de cordas e redes de pesca para a
criação de produtos

MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO

Daniela Pereira Dias Monteiro

Orientador: Doutora Bárbara Rangel Carvalho

Coorientador: Doutor Jorge Lino Alves

O JÚRI

PRESIDENTE

Doutor Rui Mendonça

PROFESSOR AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ORIENTADOR

Doutora Bárbara Rangel

PROFESSORA AUXILIAR DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ARGUENTE

Doutor Miguel Machado Terroso

PROFESSOR ADJUNTO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DO CÁVADO E DO AVE

18

22.11.2016

Aos meus pais.

Resumo

Os oceanos estão repletos de lixo, de detritos que flutuam e se depositam no fundo do mar e que muitas vezes dão à costa transformando as praias em locais sujos e poluídos. Infelizmente, o meio marinho é visto como um local de despejo de lixo sendo que 80% tem origem na terra e os restantes 20% correspondem às atividades marinhas como por exemplo a pesca. Como consequências do abandono das redes de pesca em alto mar têm-se vindo a multiplicar as redes fantasma. O aglomerado destas redes provoca o aprisionamento e morte de muitos animais bem como a destruição dos seus habitats perturbando o bom funcionamento e equilíbrio dos ecossistemas marinhos. De acordo com o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP), a principal autoridade ambiental a nível global, estima-se que há 640.000 toneladas de redes fantasmas em todo o mundo perdidas acidentalmente ou deliberadamente.

Existem já algumas empresas que utilizam este material como matéria-prima. A *Adidas* lançou recentemente umas sapatilhas feitas de plástico reciclado, a *Levi's* utiliza fio de nylon proveniente de resíduos de redes de pesca e tapetes velhos em calças de ganga, a *Bureo*, uma empresa sediada no Chile, dedica-se ao desenvolvimento de soluções feitas com redes de pesca recicladas, entre muitas outras soluções já realizadas.

O que se pode fazer para minimizar este impacto provocado por estas redes perdidas no oceano e que dão à costa? O que pode o *designer* propor enquanto cidadão, para minimizar este problema? Nesta dissertação pretende-se estudar o que tem sido feito nesta área e procurar uma solução recorrendo aos resíduos de cordas e redes de pesca. Pretende-se acrescentar valor a estes resíduos transformando-os numa matéria-prima incentivando à utilização de materiais reciclados e consequentemente reduzindo a extração de matéria virgem da natureza.

Numa fase inicial do estudo, pesquisaram-se e analisaram-se empresas, projetos e marcas que já utilizam materiais reciclados provenientes de lixo dos oceanos e redes de pesca, de forma a perceber o que já está a ser desenvolvido e de que forma se desenvolvem essas soluções. Após feita a pesquisa e absorvidos os conhecimentos, realizaram-se um conjunto de testes laboratoriais e experimentais na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para se procurar uma forma de transformação dos resíduos numa nova

matéria-prima. Apesar dos resultados obtidos nas experiências não serem os esperados e não se ter tido a possibilidade de dar continuidade à experimentação pois será necessário equipamento específico, recorreu-se à literatura científica para complementar o estudo do processo de produção. Por fim para validar a hipótese colocada no início da dissertação desenvolveu-se um produto que utiliza a matéria criada e também mantém a ligação às origens: o mar, a pesca e praia.

Com a realização desta dissertação conclui-se que apesar das soluções com materiais reciclados, já existentes no mercado, é importante continuar a explorar o recurso a resíduos para criação de produtos. O *design* desempenha um papel importante no desenvolvimento de soluções sustentáveis produzidas através de resíduos recicláveis servindo novamente a sociedade.

Palavras-chave

Resíduos da pesca; Material reciclado; Sustentabilidade; Design; Produto.

Abstract

The oceans are full of trash, debris floating that are deposited on the seabed and often are driven ashore, transforming the beaches in dirty and polluted sites. Unfortunately, the marine environment is seen as a local garbage dump of which 80% comes from the ground and the remaining 20% of the waste correspond to marine activities such as fishing. As a consequence of the abandonment of fishing nets on the high seas, the ghost nets have been multiply. The cluster of these networks leads to the imprisonment and death of many animals as well the destruction of their habitats, disrupting the proper functioning and balance of marine ecosystems. According to the Environmental Programme of the United Nations (UNEP), the leading global environmental authority According to the Environmental Programme of the United Nations (UNEP), the leading global environmental authority it is estimated that there are 640,000 tons of ghost nets worldwide lost accidentally or deliberately.

There are already some companies that use this material as raw material. Adidas recently launched a model of sneakers made from recycled plastic, Levi's uses nylon yarn from waste fishing nets and old carpets in the confection of blue jeans, Bureo, a company based in Chile, creates new solutions made with recycled fishing nets, among many other examples already made.

What can be done to minimize the adverse impact caused by systems which are lost in the ocean and wash ashore? What can the designer, as a citizen, propose to minimize this problem? In this dissertation it is intended to study what has already been done in this area and seek a solution using waste ropes and fishing nets. It is intended to add value to these residues turning them into a raw material, encouraging the use of recycled materials and therefore reduce the extraction of virgin raw from nature.

In an initial phase of the study companies, projects and brands that already use recycled materials from trash in oceans and fishing nets, were surveyed and analyzed, in order to understand what it is already being developed and how these solutions are processed. After scanning and absorbed the knowledge, a set of a set of laboratory and experimental tests were performed at the Faculty of the University of Porto in order to look for a way of transforming waste into a new raw material. Although the results obtained in the experiments were not the expected ones and although the impossibility of continuing the trial due to lack

of specific equipment, it was used the scientific literature to complement the study of the production process. Finally, in order to validate the hypothesis posed at the beginning of the dissertation it was developed a product that uses the created material and also maintains the connection to the origins: the sea, fishing and beach.

With the completion of this work it is concluded that despite the solutions with recycled materials that are already on the market, it is important to continue to explore the use of waste in order to create products. Design plays an important role in the development of sustainable solutions produced by recyclable waste, serving society again.

Keywords

Fishing gear waste; Recycled material; Sustainability; Design; Product.

Agradecimentos

Agradeço à Professora Bárbara Rangel por ter aceitado ser minha orientadora, pelo tempo disponibilizado e toda a ajuda e apoio prestado para que fossem alcançados os objetivos traçados.

Ao Professor Jorge Lino, meu coorientador, que foi fundamental no desenvolvimento da dissertação e sempre se mostrou disponível para ajudar e transmitir conhecimentos.

Ao Professor José Esteves e à Emília Soares que contribuíram de forma positiva no desenvolvimento do trabalho prático.

Ao Departamento de Engenharia Mecânica, Design Studio e INEGI pelas ferramentas e espaço disponibilizado.

À D^a. Sheila da Fábrica de redes Cruz&Cruz, à Hidurbe- Gestão de Resíduos S.A. e ao Ben Kneppers da Bureo pela colaboração e contributo na realização desta dissertação.

Ao financiamento do Projeto NORTE-01-0145-FEDER-000022 - SciTech - Science and Technology for Competitive and Sustainable Industries, cofinanciado pelo Programa Operacional Regional do Norte (NORTE2020), através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER).

Ao António por todo o apoio, dedicação e disponibilidade para me ajudar e aconselhar sempre que necessário.

Aos meus pais pelo carinho, apoio e esforço em tornarem esta etapa concretizável.

A todos os meus colegas do “DS” pelo companheirismo.

A todos os meus amigos.

Um obrigada!
Daniela

Índice

| | |
|--|-------|
| Resumo / Palavras-chave..... | ix |
| Abstract / Key Words..... | xi |
| Agradecimentos..... | xiii |
| Lista de figuras..... | xvii |
| Lista de tabelas..... | xx |
| Lista de abreviaturas..... | xxi |
| Nota..... | xxiii |
| | |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1. Enquadramento ao tema..... | 3 |
| 1.2. Papel do designer e pertinência do problema..... | 8 |
| 1.3. Objetivos..... | 9 |
| 1.4. Metodologia e estrutura da dissertação..... | 10 |
| | |
| 2. Estado de Arte..... | 13 |
| 2.1. Design e Ecodesign na sociedade..... | 15 |
| 2.2. Biodiversidade, Pesca e Artes de pesca..... | 17 |
| 2.2.1. Caso das “Redes fantasma”..... | 23 |
| 2.3. Ações, Processos e Produtos realizados..... | 27 |
| 2.3.1. Ações de limpeza dos oceanos..... | 27 |
| 2.3.2. Processos de transformação..... | 31 |
| 2.3.3. Produtos realizados..... | 34 |
| 2.3.4. Quadro síntese e análise..... | 46 |
| | |
| 3. Estudo de caso – Reaproveitamento dos resíduos da pesca..... | 51 |
| 3.1. Experimentação..... | 53 |
| 3.1.1. Visita à fábrica de redes Cruz&Cruz..... | 54 |
| 3.1.2. Recolha das cordas e redes de pesca..... | 57 |
| 3.1.3. Identificação dos materiais das cordas e redes de pesca..... | 58 |
| 3.1.3.1. Análise de resultados..... | 61 |
| 3.1.4. PE e PA: Propriedades e aplicações..... | 63 |
| 3.1.5. Experiências de transformação do PEAD..... | 64 |
| 3.1.5.1. Numa injetora vertical: experiências 1, 2, 3, 4 e 5..... | 64 |
| 3.1.5.1.1. Análise de resultados das experiências 1, 2, 3, 4 e 5..... | 68 |

| | |
|--|-----|
| 3.1.5.2. Com um molde de um peixe-balão: experiências 6, 7, 8 e 9..... | 69 |
| 3.1.5.2.1. Análise de resultados das experiências 6, 7, 8 e 9..... | 74 |
| 3.1.5.3. Com um molde de silicone: experiências E1 e E2..... | 75 |
| 3.1.5.3.1. Análise de resultados das experiências E1, E2 e conclusões..... | 76 |
| 3.2. Aplicação: Desenvolvimento de um produto..... | 79 |
| 3.2.1. Geração de ideias..... | 79 |
| 3.2.2. Produtos semelhantes..... | 80 |
| 3.2.3. Geração de conceitos..... | 85 |
| 3.2.4. Definição do conceito..... | 87 |
| 3.2.5. Questões ergonómicas aplicadas ao Baia..... | 87 |
| 3.2.6. Descrição do processo de evolução do Baia..... | 91 |
| 3.2.7. Realização do protótipo..... | 95 |
| 3.2.8. Testes de usabilidade na praia..... | 97 |
| 3.2.9. Modelação 3D do encosto..... | 98 |
| 3.2.10. Processo de fabrico..... | 99 |
| 4. Conclusões..... | 103 |
| 4.1. Conclusões gerais..... | 104 |
| 4.2. Desenvolvimentos futuros..... | 105 |
| 5. Referências..... | 107 |
| 6. Anexos..... | 117 |
| Anexo A - <i>Econyl Regeneration System</i> | 118 |
| Anexo B - Método de identificação de termoplásticos: possíveis comportamentos das amostras..... | 119 |
| Anexo C - Método de identificação de termoplásticos: esquema de verificação dos resultados..... | 120 |
| Anexo D - Dureza Shore D do PEAD e PEBD - Handbook of Materials Selection..... | 122 |
| Anexo E – Dureza Shore D do PEAD e PEBD – MatWeb Material Property Data..... | 123 |
| Anexo F – Testes de Usabilidade na praia..... | 126 |
| Anexo G – Medidas principais do Baia..... | 128 |
| Anexo H – Renders do encosto..... | 129 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Tempo estimado da durabilidade de diferentes lixos nos oceanos Fonte: Maribus; South Carolina Department of Health & Environmental Control; Ocean and Coastal Resource Management, Centers for Ocean Sciences Education Excellence Southeast; NOAA 2008 (World Ocean Review)..... | 4 |
| Figura 2 Os plásticos fragmentam-se em microplásticos e podem ser consumidos por peixes e invertebrados. Crédito: Archipelagos Institute. (Archipelagos Institute)..... | 5 |
| Figura 3 Esquema da metodologia de trabalho adotada..... | 10 |
| Figura 4 Ilustração do ecossistema marinho. Fonte: University of Waikato, NZ (University of Waikato)..... | 17 |
| Figura 5 Foca-monge do Havai sobre a rede de 11,5 toneladas. Fotografia: Kyle Koyanagi, NOAA (Koyanagi)..... | 23 |
| Figura 6 Percentagem de pesca das redes de tresmalho em solo rochoso e solo arenoso ao longo do período de estudo (285 dias) (Baeta, Costa, e Cabral 2009)..... | 25 |
| Figura 7 Praia do sudeste de Portugal. Fotografia: Fátima Brito, Instituto da Água (OSPAR Commission 2007)..... | 28 |
| Figura 8 Esquema das principais etapas do processo de obtenção do skate da Bureo (Bureo)..... | 31 |
| Figura 9 Processo de transformação de resíduos para a produção do fio Econyl (Econyl)..... | 33 |
| Figura 10 Da esquerda para a direita: extrusora, injetora, compressora e trituradora (Hakkens)..... | 34 |
| Figura 11 Minnow Complete Cruiser Skateboard da Bureo (Bureo)..... | 35 |
| Figura 12 Preparação dos resíduos e fibra Econyl (Econyl)..... | 35 |
| Figura 13 Tapetes AirMaster da Desso (Econyl)..... | 36 |
| Figura 14 À direita um exemplo Net Effect One e à esquerda Net Effect Two (Econyl)..... | 37 |
| Figura 15 Três exemplos da coleção Human Nature 2014 (Econyl)..... | 37 |
| Figura 16 Fatos de banho Koru Swimwear (Koru Swimwear)..... | 37 |
| Figura 17 Modelo 522 para homem da Levi's (Econyl 2016)..... | 38 |
| Figura 18 I3 da BMW com fio Econyl nos tapetes automóveis (Econyl)..... | 38 |
| Figura 19 Meias Healthy Seas produzidas a partir de fio Econyl (StarSock)... | 39 |
| Figura 20 Peças obtidas com as quatro máquinas do projeto Precious Plastic (Hakkens)..... | 39 |
| Figura 21 Modelo das sapatilhas Adidas feitas de plásticos provenientes do mar e redes de pesca (Green Savers) | 40 |
| Figura 22 Modelo das sapatilhas Adidas que aliam à utilização de lixo dos oceanos a impressão 3D (Noctula Channel)..... | 40 |

| | |
|---|----|
| Figura 23 Tecido para sistemas solares Greenscreen Sea-tex, da Hunter Douglas (Derringer 2016)..... | 41 |
| Figura 24 Pharrell Williams e a sua coleção Raw Fot The Oceans (G-Star Raw) | 41 |
| Figura 25 Esta jaqueta para homem foi fabricada com 90 garrafas de água (Ecoalf) | 42 |
| Figura 26 Estas sapatilhas contêm 80 gr de nylon proveniente das redes de pesca. A sola é feita de pneus usados e os cordões de garrafas de água (Ecoalf) | 42 |
| Figura 27 Garrafa de detergente Ecover (Ecover)..... | 42 |
| Figura 28 Frasco de detergente da Method (Buczynski 2012)..... | 43 |
| Figura 29 Projeto da PlasticRode (VolkerWessels)..... | 43 |
| Figura 30 Filamento de plástico reciclado e tampas de garrafas trituradas (Sakkazzo 2016)..... | 44 |
| Figura 31 Tapete Sea Me com 140x60cm (Amaral 2016)..... | 44 |
| Figura 32 Tapete RE-SEA-ME (Nienke Hoogvliet)..... | 45 |
| Figura 33 Processo de decomposição da garrafa de algas de Ari Jónsson (SOL 2016)..... | 45 |
| Figura 34 Pack de cerveja SaltWater Brewery com anéis comestíveis (Wanshel 2016)..... | 46 |
| Figura 35 Redes de Monofilamento de nylon..... | 54 |
| Figura 36 Redes de Polietileno Torcido..... | 54 |
| Figura 37 Tecelagem do fio de nylon em rede..... | 55 |
| Figura 38 Fio de separação de redes e colocação em rolos..... | 55 |
| Figura 39. Colocação das redes na calandra..... | 55 |
| Figura 40 Forno para manter a forma das redes..... | 55 |
| Figura 41 Verificação das redes e embalagem..... | 56 |
| Figura 42 Torção do fio..... | 56 |
| Figura 43 Colocação do fio nas navetas e tecelagem da rede. | 57 |
| Figura 44 Colocação da rede no estirador. Figura C: Cruz&Cruz..... | 57 |
| Figura 45 Recolha dos resíduos na Doca Pesca em Matosinhos..... | 58 |
| Figura 46 Preparação dos materiais para a realização das amostras. Exemplo do material D..... | 60 |
| Figura 47 Processo de derretimento da corda azul – amostra A..... | 60 |
| Figura 48 Comportamento em imersão em água, amostra A, B..... | 60 |
| Figura 49 Comportamento em imersão em acetato de etilo, amostra A..... | 61 |
| Figura 50 Comportamento após extinção à chama, amostra C..... | 61 |
| Figura 51 Realização do ensaio de dureza Shore D..... | 62 |
| Figura 52 Injetora vertical do INEGI..... | 65 |
| Figura 53 Molde de injeção utilizado nas experiências 3, 4 e 5..... | 66 |
| Figura 54 Experiência nº3. Aspeto da injeção no molde..... | 66 |
| Figura 55 Experiência nº4. Adição de 50% de PE virgem..... | 67 |
| Figura 56 Experiência nº5. Adição de 70% de PE virgem..... | 67 |
| Figura 57 Comparação de um peixe-balão com a peça obtida através da modelação em ZBrush 4R7. Fonte da imagem: National Geographic (National Geoghaphic)..... | 69 |

| | |
|--|----|
| Figura 58 Aspeto final do peixe-balão aberto no software Autodesk Meshmixer | 70 |
| Figura 59 Desenho conceptual da tecnologia FDM. Fonte: Reconstruction and Development of a 3D Printer Using FDM Technology, Procedia Engineering (Kun 2016)..... | 71 |
| Figura 60 Impressão 3D em FDM do peixe-balão..... | 71 |
| Figura 61 Molde do peixe-balão..... | 72 |
| Figura 62 Material A: PEAD de corda de pesca titurada..... | 72 |
| Figura 63 Experiência nº6. Primeira utilização do molde do peixe-balão..... | 73 |
| Figura 64 Experiência nº7. Verifica-se a passagem do material para o interior do molde..... | 73 |
| Figura 65 Experiência nº8.Com o aumento do curso de injeção deu-se a entrada de mais material..... | 73 |
| Figura 66 Experiência nº9..... | 74 |
| Figura 67 Molde de silicone de um copo de café..... | 75 |
| Figura 68 Experiência E1..... | 76 |
| Figura 69 Experiência E2..... | 76 |
| Figura 70 Copo após ser lixado e retirado o excesso de material..... | 76 |
| Figura 71 Brainstorming realizado para o estudo..... | 80 |
| Figura 72 Tillow em utilização (Tillow)..... | 81 |
| Figura 73 Bolso touchscreen da Tillow (Tillow)..... | 81 |
| Figura 74 3-in-1 Beach Towel Tote na função de toalha e fechado a funcionar como saco (Melissa 2013)..... | 81 |
| Figura 75 Montagem e utilização da Sand Chair (Tovdesign)..... | 82 |
| Figura 76 Beachcomber (Picnic Time)..... | 82 |
| Figura 77 Kupy em transporte e em utilização na praia (Kupy)..... | 83 |
| Figura 78 Beach Thingy em várias cores (Laske 2006) e em utilização (Fab Europe)..... | 83 |
| Figura 79 Origama Sun Seat Classic em utilização (Origama)..... | 84 |
| Figura 80 Forma de transportar a Sun Seat Classic e pormenor de um dos padrões da Origama (Origama)..... | 84 |
| Figura 81 Cadeira Track&Field fechada e em posição de utilização (Speroto 2011)..... | 85 |
| Figura 82 Mapa conceptual do saco + encosto..... | 86 |
| Figura 83 Principal apoio na região lombar. Adaptado de: Dimensionamento humano para espaços interiores (Panero 2013)..... | 88 |
| Figura 84 Primeiros esboços do Baia..... | 91 |
| Figura 85 Ideias alternativas para o desenho do encosto..... | 91 |
| Figura 86 Definição do desenho do encosto, ângulo e posicionamento do apoio | 92 |
| Figura 87 Primeira maquete em K-line do encosto..... | 92 |
| Figura 88 Alteração do sistema de apoio: maquete em K-line e desenho da solução alternativa..... | 93 |
| Figura 89 Nova solução do sistema de encaixe entre o encosto e o apoio..... | 93 |
| Figura 90 Esquema de montagem do saco ao encosto..... | 94 |

| | |
|--|-----|
| Figura 91 Componentes do Baia: encosto, saco, bolsa interior, alças de transporte..... | 94 |
| Figura 92 Encosto e apoio em contraplacado..... | 95 |
| Figura 93 Perfuração das duas placas e polimento das superfícies com uma lixa para madeiras..... | 95 |
| Figura 94 Pintura e colocação do primeiro pedaço de rede no encosto..... | 96 |
| Figura 95 Pormenor da união do saco ao encosto, alças e sistema de fecho do saco..... | 96 |
| Figura 96 Transporte, colocação na areia e utilização do Baia..... | 97 |
| Figura 97 Alteração da localização do apoio após teste de usabilidade..... | 98 |
| Figura 98 Encosto do Baia..... | 98 |
| Figura 99 Pormenores do encosto: sistema de encaixe entre o encosto e o apoio e pino que mantém o apoio fechado quando não está a ser utilizado... | 99 |
| Figura 100 Esquema da idealização do processo de fabrico do Baia..... | 100 |

Lista de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Tipos de artes de pesca..... | 19 |
| Tabela 2. Exemplos de redes disponíveis no mercado..... | 21 |
| Tabela 3 Exemplos de cordas disponíveis no mercado (Sicor)..... | 22 |
| Tabela 4 Síntese dos materiais, processos e respetivos produtos..... | 47 |
| Tabela 5 Método de identificação..... | 59 |
| Tabela 6 Identificação das amostras..... | 59 |
| Tabela 7 Ensaios e resultados..... | 62 |
| Tabela 8 Comparação dos valores do ensaio de dureza Shore D com os valores de referência do PEAD e PEBD. Fontes: Handbook of Materials Selection e MatWeb Material Property (MatWeb; Kutz 2002)..... | 63 |
| Tabela 9 Propriedades do PEAD e da PA. Fonte: CES EDUPACK 2016..... | 63 |
| Tabela 10 Resultados obtidos nas experiências realizadas na injetora vertical tendo em conta os parâmetros utilizados..... | 68 |
| Tabela 11 Especificações da peça em impressão FDM..... | 71 |
| Tabela 12 Parâmetros e resultados das experiências com o molde do peixe-balão | 74 |
| Tabela 13 Especificações das experiências X e Y..... | 75 |
| Tabela 14 Dados antropométricos, percentil 95, sexo feminino dos 18 aos 79 anos. Adaptado de: Dimensionamento humano para espaços interiores (Panero 2013)..... | 89 |
| Tabela 15 Dados de uma cadeira polivalente. Adaptado de: Dimensionamento humano para espaços interiores. (Panero 2013)..... | 90 |

Lista de abreviaturas

3D – três dimensões
BCF - Bulk Continuous Filaments
CAD - Computer-aided Design
CRP – Cordas e Redes de Pesca
DGRM - Direção Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos
DS – Design Studio, FEUP
ECNC Group - European Centre for Nature Conservation
EUA – Estados Unidos da América
FA - Fabrico Aditivo
FAO - Food and Agriculture Organization
FBAUP - Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto
FCUP - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
FDM – Modelação por Extrusão de Camadas
FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
GEOTA - Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente
IMO - International Maritime Organization
INEGI - Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial
LEED - Leadership in Energy and Environmental Design
LOM – Fabrico de Objetos por Camadas
MARPOL - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
NFWF - National Fish and Wildlife Foundation
NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration
NTF - Nylon Textile Filament
ONG – Organização Não Governamental
ONU- Organização das Nações Unidas
PA - Poliamida
PE - Polietileno
PEAD - Polietileno de Alta Densidade
PEBD - Polietileno de Baixa Densidade
PES - Poliéster
PP – Polipropileno
SIC – Sociedade Independente de Comunicação
SL - Estereolitografia
SLA - Estereolitografia
SLS - Sinterização Seletiva por Laser
STL - Standard Tessellation Language
UNEP - United Nations Environment Programme
UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Nota1: As citações presentes ao longo da dissertação encontram-se transcritas segundo o acordo ortográfico e todas escritas em português inclusive as citadas por autores estrangeiros.

Nota2: O termo “plástico/s” é utilizado para designar os polímeros tanto da classe dos termoplásticos ou dos termoendurecíveis, consoante o caso.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento ao tema

“Nos últimos 50 anos, o ser humano alterou os ecossistemas rapidamente e extensivamente comparativamente a qualquer período da história humana. Isso resultou numa perda substancial e em grande parte irreversível, da diversidade da vida na Terra”

Relatório de Avaliação Ecosistémica do Milênio, 2005 (UNEP)

Os oceanos constituem 72% da superfície da Terra (Plastic Soup Foundation), são fontes infinitas de recursos (Quercus 2008) e suportam uma grande variedade de habitats e biodiversidade. Infelizmente, são utilizados como local de despejo de lixo (Associação Portuguesa do Lixo Marinho) não só nas praias como nos pontos mais longínquos.

Segundo a UNEP, o lixo marinho é qualquer material durável descartado, eliminado ou abandonado no ambiente marinho ou junto à costa (UNEP, 2009 citado em Pham et al. 2014). De acordo com a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), 80% da poluição presente nos oceanos teve origem na terra (NOAA) proveniente de escoamentos agrícolas, turismo costeiro, atividades portuárias, construção e setor industrial, entre outros (UNESCO). Os restantes 20% estão relacionados com as atividades marítimas como a pesca (Associação Portuguesa do Lixo Marinho). Com a exploração do fundo dos oceanos descobre-se cada vez mais lixo marinho mas que é difícil de quantificar (Pham et al. 2014).

A água dos oceanos está em constante circulação pelo mundo, conseqüente dos vários sistemas de correntes dinâmicas (Associação Portuguesa do Lixo Marinho). Com essas correntes movem-se também os lixos que nela habitam criando grandes áreas de concentração que se vão alterando ao longo dos anos (NOAA). Estas áreas de aglomeração de lixo marinho são conhecidas como giros, criados pela convergência das correntes (Maximenko et al., 2012 citado em Algalita Marine Research & Education) e correspondem a 40% da área dos oceanos do nosso planeta (Algalita Marine Research & Education)! Em 1997, Charles Moore, criador da Fundação *Algalita Marine Research* dedicada ao estudo dos impactos do plástico nos oceanos, descobriu a Grande Mancha de Lixo do Pacífico ou o chamado Giro do Pacífico Norte (LaTourrette

2009). Situa-se entre a Ásia e os EUA (Project Kaisei) e equivale ao dobro do tamanho do Texas, e é considerado o maior dos cinco giros existentes (UNESCO) e tem aproximadamente 1/3 dos pedaços de plástico presente em todos os oceanos (Cózar et al., 2014 citado em The Ocean Cleanup).

De todo o lixo presente nos oceanos os plásticos são responsáveis por 60% a 80% do valor total (Baulch e Perry 2014), presumindo-se que corresponde a 5,25 trilhões de pedaços de plástico (Ocean Crusaders 2015), estimando-se a entrada de cerca de 8 milhões de toneladas por ano (Jambeck et al., 2015 citado em Algalita Marine Research & Education). O plástico por sua vez, é um material sintético utilizado desde o século XX (Associação Portuguesa do Lixo Marinho) com características que fazem dele um material desejável que permite o fabrico de produtos leves e económicos (Surfrider Foundation). A produção de plástico tem aumentado de ano para ano. Só de 2010 para 2012, a produção passou de 265 milhões de toneladas para cerca de 280 milhões de toneladas de plásticos (Plastics Europe, 2013; UNEP, n.d. citado em Algalita Marine Research & Education). Estima-se que são produzidos mais de 300 milhões de toneladas de plástico por ano (Project Kaisei) dos quais aproximadamente 50% são fabricados para serem utilizados apenas uma vez como acontece com as embalagens descartáveis (Stevenson, 2011 citado em Algalita Marine Research & Education). Os plásticos são particularmente duráveis devido às suas propriedades físicas e químicas que os fazem persistir no ambiente durante dezenas a centenas de anos (Andrady, 1988; Kershaw et al, 2011 citado em Algalita Marine Research & Education). Como se pode verificar na Figura 1, um saco plástico pode durar de 1 a 20 anos. Já as linhas de pesca e redes compõem o lixo marinho mais durável e resistente ao ambiente com a duração de 600 anos.

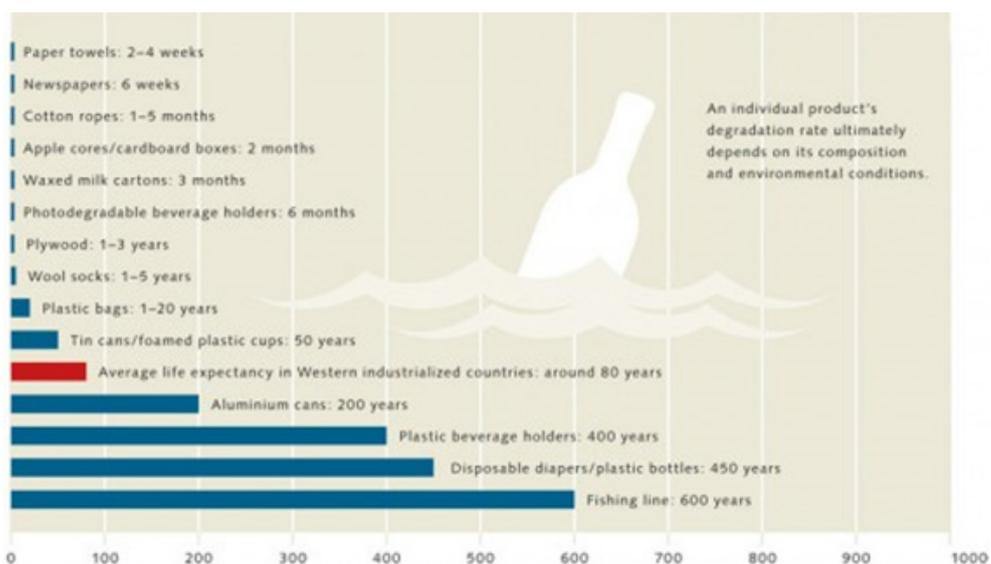


Figura 1 Tempo estimado da durabilidade de diferentes lixos nos oceanos. Fonte: Maribus; South Carolina Department of Health & Environmental Control; Ocean and Coastal Resource Management, Centers for Ocean Sciences Education Excellence Southeast; NOAA 2008 (World Ocean Review).

A massa de detritos de plástico nos oceanos do mundo é cada vez maior e a sua durabilidade varia consoante o tipo de plástico e a que condições se expõe. Apesar destes plásticos demorarem décadas a degradarem-se, podem no entanto, após a exposição prolongada à ação das ondas, água salgada e radiação solar, fragmentar-se em partículas muito pequenas – os microplásticos (World Ocean Review) – que podem medir apenas 1mm a 4,75mm de comprimento (Eriksen et al., 2014 citado em Algalita Marine Research & Education) e serem tão finos como um fio de cabelo humano (PARKER 2014a). Estas microfibras depositam-se principalmente no fundo dos oceanos e em habitats marinhos e têm uma grande capacidade de absorver poluentes presentes na água do mar, o que os torna ainda mais prejudiciais à saúde marinha (Associação Portuguesa do Lixo Marinho) (Figura 2).



Figura 2 Os plásticos fragmentam-se em microplásticos e podem ser consumidos por peixes e invertebrados. Crédito: Archipelagos Institute. (Archipelagos Institute).

Uma das mais destrutivas consequências da presença de detritos de plásticos nos oceanos é a sua ingestão por parte de mamíferos marinhos, peixes e aves marinhas. Anualmente, a ingestão de plásticos provoca a morte a mais de 1 milhão de aves marinhas e a mais de 100.000 mamíferos marinhos (UNESCO). As tartarugas, por exemplo, comem sacos de plástico confundindo-os com alforrecas, as aves alimentam-se e alimentam as suas crias com granulado de plástico porque são parecidos com ovos de peixe (Associação Portuguesa do Lixo Marinho). Os cetáceos também sofrem com a ingestão de detritos. Estudos realizados revelam que em 48 cetáceos, 56% ingeriu lixo sendo o plástico o mais comum com 46% (Baulch e Perry 2014). Verifica-se também que 2/3 da população mundial de peixes sofrem da ingestão de plásticos (Ocean Crusaders 2015).

Em 2009, dois estudantes da *Scripps Institution of Oceanography* da Universidade de San Diego Califórnia, viajaram até à Grande Mancha de Lixo do Pacífico Norte para investigar os danos da ingestão de plástico nos peixes. Da análise do conteúdo do estômago de 141 peixes, Peter Davison e Rebecca Asch, verificaram que 9,2% continham restos de plástico (Aguilera 2011). Após esta investigação estima-se que os peixes do oceano Pacífico Norte ingerem anualmente, cerca de 12.000 a 24.000 toneladas de plástico (Aguilera 2011).

Para além da ingestão de detritos de plástico, outro fenómeno é responsável pela morte ferimento de muitos animais marinhos e aves bem como a destruição de recifes de coral – a pesca fantasma. A pesca fantasma é causada por redes de pesca perdidas acidentalmente ou deliberadamente que continuam a capturar peixes e animais marinhos, mantendo-se à deriva ou depositadas no fundo do mar (Associação Portuguesa do Lixo Marinho). Estima-se que as redes fantasma representam aproximadamente 10% de todos os detritos marinhos (The Marine Mammal Center).

Com o aparecimento dos materiais sintéticos para o fabrico das artes de pesca, após a Segunda Guerra Mundial, a eficácia das mesmas ficou assegurada. Contudo, quando perdidas ou descartadas, permanecem muitas vezes intactas por centenas de anos (Mallos 2013). O emaranhamento de animais marinhos pode levar à exaustão, fome, perda de membros, e, mesmo à morte dos mesmos (Olive Ridley Project). As suas capturas atraem outros peixes, mamíferos e aves marinhas que procuram alimento, que normalmente ficam presas ou envolvidas nas redes, causando um ciclo fatal (Associação Portuguesa do Lixo Marinho). Para além de prejudicar mamíferos e peixes, podem ainda: impulsionadas por correntes danificar e rasgar os recifes de coral; permitir a introdução de espécies invasoras e doenças; causar prejuízos financeiros com a perda das redes; causar danos nas embarcações; causar prejuízo financeiro por causa do aspeto da costa marítima (Olive Ridley Project; World Ocean Review).

Apesar da problemática da poluição dos oceanos ser ainda recente e as investigações científicas terem pouco mais de uma década, conhece-se bem as suas consequências para os ecossistemas marinhos (Associação Portuguesa do Lixo Marinho; PARKER 2014b). O impacto visual é o primeiro com que nos deparamos com a presença de lixo junto à costa e nas praias mas que apenas corresponde a 15% de todo o lixo existente no ambiente marinho (Associação Portuguesa do Lixo Marinho). No entanto, o lixo marinho tem muitos outros impactos negativos para o ser humano tais como: custos de operação de eliminação de resíduos; danos nas embarcações provocados principalmente por redes de pesca abandonadas; redução na captura de peixe quando as redes apanham detritos; praias com lixo provocam uma diminuição da afluência de turistas, o que traduz em menos receita para os negócios costeiros (Associação Portuguesa do Lixo Marinho; World Ocean Review). Para além das consequências negativas do lixo marinho, a expansão da indústria de extração de petróleo, indústria do transporte e a aquicultura, entre outros, também ameaçam os oceanos e degradam os ecossistemas (Surfrider Foundation). A agravar substancialmente a situação verifica-se uma má gestão dos resíduos sólidos com a deposição em locais inadequados, afetada pela falta de infraestruturas e ainda uma falta de sensibilização por parte das pessoas acerca das suas consequências (European Commission).

Durante muito tempo, acreditava-se que os oceanos podiam absorver tudo o que lá depositavam, felizmente isso mudou juntamente com uma maior consciência pelo meio ambiente (IMO). Hoje em dia, já se realizam limpezas nas praias e oceanos por parte de organizações e instituições, como é o caso da *Ocean Conservancy*, líder internacional em limpezas costeiras, que em 30 anos reuniu cerca de 180 milhões de toneladas (PARKER 2014b). O fundo Europeu dos Assuntos Marítimos e da Pesca apoia a recolha de resíduos e remoção de artes de pesca por parte dos pescadores, com o objetivo de proteger e reparar a biodiversidade e os ecossistemas marinhos (European Commission). O Programa Ambiental das Nações Unidas tem-se preocupado em esta questão e inclui-se nos 11 descritores estabelecidos pela Diretiva - Quadro de Estratégia Marinha da Europa (2008/56 /CE), que prevê e tem como objetivo alcançar um bom estado ambiental até 2020 (Pham et al. 2014). A indústria também começa a ter interesse na matéria-prima que consegue encontrar como os plásticos que podem ser reutilizados.

Segundo Marcus Eriksen, membro da fundação *Algalita*, é necessário controlar o problema na sua origem, sensibilizando os consumidores, incentivando à recuperação dos produtos em fim de vida e à mudança do paradigma consumir e deitar fora (LaTourrette 2009). Em 2012, na Europa, foram reciclados 26% dos resíduos de plástico (Plastics Europe, 2013 citado em Algalita Marine Research & Education), notando-se cada vez mais uma tendência no uso de material reciclado em alternativa ao material virgem na criação de produtos. Deve-se assim criar uma economia circular, com foco na prevenção de resíduos e na reciclagem e reutilização (European Commission; Plastic Soup Foundation), reduzindo a procura por plástico virgem e promovendo a procura de produtos reciclados (Arden 2016).

1.2. Papel do *designer* e pertinência do problema

O termo *Ecodesign* surge em 1990 em resposta à necessidade da criação de soluções mais ecológicas, consistindo na concepção de produtos visando a redução dos impactos ambientais durante o seu ciclo-de-vida (Chou 2014). O ambiente adquire a mesma importância que critérios tradicionalmente usados como a eficiência, qualidade, fiabilidade, funcionalidade, estética, imagem, ergonomia e custo do produto (Peneda e Frazão 1995). O designer desenha e concebe produtos que satisfazem as necessidades dos consumidores que por sua vez, não compram apenas por necessidade mas sim por desejo de novos produtos, novas tecnologias, de ter mais e melhor. É esta “necessidade” do consumidor que leva à sociedade consumista com que nos deparamos atualmente. Neste sentido o *designer* tem o papel de criar soluções mais ecológicas podendo intervir no processo de fabrico das coisas, nos materiais utilizados e nas potencialidades dos mesmo em fim de vida com soluções como a reutilização e reciclagem (Whiteley 1993).

Face ao problema da poluição dos oceanos e às redes fantasma torna-se pertinente, como *designers*, intervir na criação de novas soluções que previnam o abandono das artes de pesca, consciencializem as pessoas para a importância dos resíduos enquanto matéria-prima e importância a nível ambiental da correta gestão dos mesmos.

1.3. Objetivos

Pretende-se com esta dissertação investigar a utilização de resíduos de redes e cordas de pesca em fim de vida para aplicar em novos produtos. Perante isto, faz parte dos objetivos apresentar outras soluções onde estes resíduos plásticos poderiam ser matéria-prima para o *design* de novos produtos. Para tal, pretende-se recolher, realizar experiências de transformação e aplicar estes resíduos num novo produto mantendo a ligação às origens dos resíduos - o mar e a pesca.

Com estes produtos pretende-se fomentar a necessidade de sensibilização das pessoas acerca do impacto negativo destes resíduos nos ecossistemas, e apelar ao seu reaproveitamento. Por fim visa-se contribuir para a investigação e exploração nesta área de estudo.

1.4. Metodologia e estrutura da dissertação

Para uma melhor organização e orientação da realização do estudo procedeu-se à definição de uma metodologia de trabalho (Figura 3).

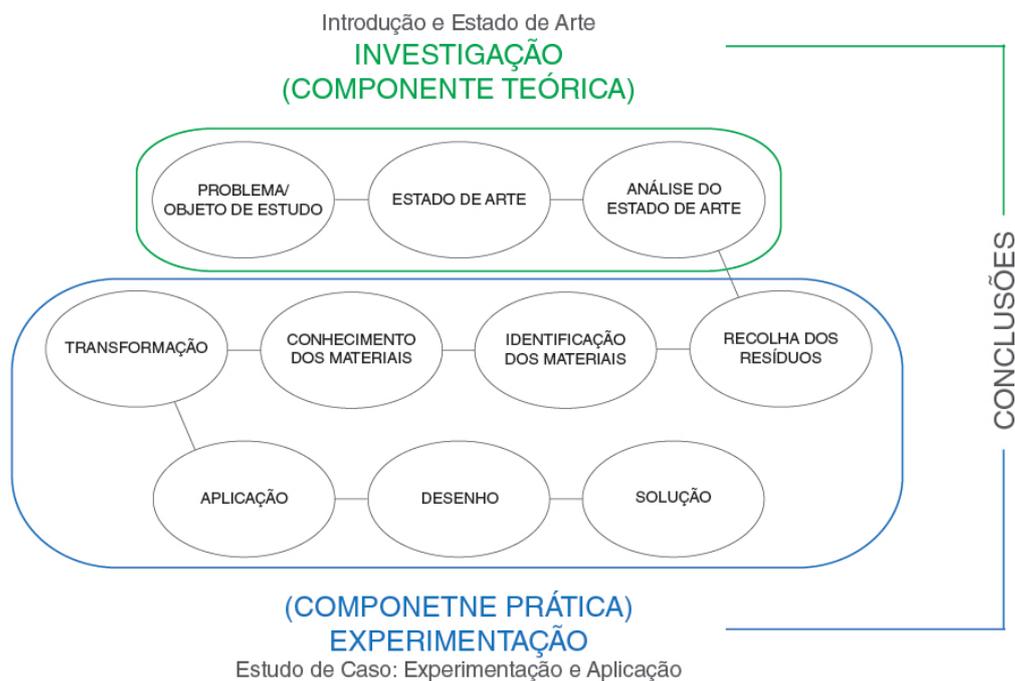


Figura 3 Esquema da metodologia de trabalho adotada.

O estudo desenvolveu-se em duas componentes, uma teórica e outra prática, correspondendo à investigação e experimentação, respetivamente (Figura 3). Na fase de investigação estão inseridos os dois primeiros capítulos – a introdução e o estado de arte – onde se recolheram e analisaram as informações e dados pertinentes relativos ao caso de estudo. A componente prática deste estudo – o estudo de caso – representa o início das experiências e o contacto direto com o problema, os materiais e as possíveis formas de os transformar. Nesta fase os resíduos foram recolhidos, identificados e transformados. Depois das experiências aplicaram-se os conhecimentos no desenvolvimento de um produto.

Para facilitar a leitura e a escrita da dissertação dividiu-se em quatro capítulos: Introdução, Estado de arte, Estudo de caso e Conclusões.

No primeiro capítulo - a introdução - deu-se início ao tema e à problemática da poluição dos oceanos e os fatores que a potenciam, expondo-se de seguida os motivos que fomentaram esta investigação, bem como os objetivos a alcançar com o seu desenvolvimento.

No segundo capítulo - o estado de arte - fez-se uma breve referência ao papel do *design* na sociedade e como este pode valorizar os resíduos na criação de soluções sustentáveis. Foi feita uma abordagem à atividade piscatória, exposto o fenómeno das redes fantasma e as suas consequências. Foram referidas algumas iniciativas, processos e soluções já criadas na transformação de lixo marinho em matéria-prima.

O terceiro capítulo – Estudo de caso – é o capítulo mais extenso desta dissertação e divide-se em duas partes – experimentação e aplicação. Na experimentação realizou-se a fase experimental do estudo e o conhecimento dos materiais. Começou-se por realizar uma visita de estudo à Fabrica de Redes Cruz&Cruz para conhecer o processo de fabrico das redes, recolheu-se os resíduos de cordas e redes de pesca (CRP), foi realizada a sua identificação e realizadas experiências de transformação dos materiais das CRP, bem como uma análise de dados científicos recolhidos e do feedback obtido através de um contacto com Ben Kneppers, um dos cofundadores da *Bureo*, uma empresa que desenvolve soluções com 100% rede de pesca reciclada.

Na aplicação desenvolveu-se o conceito para a aplicação da matéria-prima proveniente dos resíduos de acordo com os objetivos e requisitos estabelecidos. Foi desenhado o produto e foram estabelecidas algumas características do mesmo.

Por fim, no último capítulo – conclusões - foi feita uma reflexão crítica do trabalho desenvolvido de modo a perceber se os objetivos foram atingidos, referindo-se as limitações encontradas ao longo do estudo e as possíveis evoluções de projeto a desenvolver no futuro para dar continuidade e aperfeiçoar o que foi desenvolvido até à data.

2. ESTADO DE ARTE

No estado de arte foi realizada uma abordagem ao *design* como interveniente na sociedade e como responsável pelo desenvolvimento de soluções sustentáveis. Enquadrou-se o tema de estudo, fazendo-se uma abordagem à pesca, tipos de pesca e exposto o fenómeno das redes fantasma. Conhecido o problema da poluição dos oceanos e a atividade piscatória, foi feita uma análise de algumas iniciativas, processos e soluções já desenvolvidas para a recolha e transformação de lixo marinho em matéria-prima.

2.1. Design e Ecodesign na sociedade

O *designer* já foi visto como um dos problemas para a sociedade por ser o criador de soluções que apelam ao desejo e consumo, e à “necessidade” de comprar fazendo com que as pessoas comprem cada vez mais levando à saturação do mercado (Whiteley 1993). Este estilo de vida em nada contribui para o bom estado de conservação do ambiente levando à excessiva utilização de recursos naturais e, por consequência, à geração de muitos resíduos industriais, desperdícios e em último caso à escassez dos recursos.

Em resposta a uma sociedade consumista, à necessidade de mudanças comportamentais por parte das pessoas e, por consequência, às mudanças na concepção de produtos, o *designer* tem um papel influente e determinante. Como refere Papanek na sua obra *Design for the real world*, numa era de produção em massa onde tudo é desenhado e projetado, o *design* tornou-se a ferramenta mais poderosa com que criamos as nossas ferramentas e ambientes e, por extensão, a sociedade, exigindo uma elevada responsabilidade por parte do *designer* (Whiteley 1993). Este pode intervir no desenvolvimento de produtos, podendo exercer uma influência positiva na concepção de soluções ambientalmente corretas de forma a contribuir significativamente durante todo o ciclo do produto, desde a extração de matérias-primas, passando pela produção onde pode produzir de forma “mais limpa” com o recurso a materiais reciclados e geração de menos resíduos (Peneda e Frazão 1995; Papanek 1995).

Na década de 90, com as alterações climáticas entre outras ameaças, a sociedade torna-se mais consciente da necessidade de um caminho mais sustentável na preservação do ambiente (Ribeiro 2013). É nesta década, com esta mudança de paradigma, que surge o termo *Ecodesign* onde o ambiente adquire a mesma importância que critérios tradicionais como a eficiência, qualidade, fiabilidade, funcionalidade, estética, imagem, ergonomia e custo do produto (Peneda e Frazão 1995). *Ecodesign* consiste na concepção de produtos visando a redução dos impactos ambientais em todo o seu ciclo de vida, tendo como base alguns objetivos como: a redução do número de materiais e a seleção dos mais indicados para a concepção do produto, a diminuição do impacto ambiental na produção, o prolongamento do tempo de vida útil do produto e um desenho a pensar na reutilização e reciclagem do produto (UNEP, 1997 citado em Chou 2014).

O *designer* tem agora o desafio de persuadir o consumidor a comprar produtos amigos do ambiente, demonstrando que estes trazem vantagens relativamente aos outros. Para que o consumidor veja vantagens em adquirir um produto mais ecológico, deve-se procurar aliar outras características aos produtos tais como, ser mais apelativo, ser novidade no mercado ou responder a um problema existente (Whiteley 1993). É necessário criar o sentimento de desejo por soluções mais amigas do ambiente, sem utilizar apenas isto como fator decisivo na compra e escolha de um produto em detrimento de outro, pois a maioria das pessoas não está disposta a pagar um valor mais elevado apenas por ter uma atitude positiva para o ambiente, mas sim, pelo valor percebido pelo consumidor no momento da escolha do produto.

O *design* deve abandonar a ideia de criar para “consumir-deitar fora” passando a projetar a pensar na extensão do ciclo-de-vida dos produtos com soluções como a reciclagem e o reaproveitamento (Whiteley 1993). No que diz respeito ao lixo marinho, sendo ele maioritariamente material plástico, pode ser reutilizado no seu estado natural ou transformando-o em matéria-prima reciclada.

2.2. Biodiversidade, Pesca e Artes de pesca

É sabido que os oceanos ocupam grande parte do planeta e compõem uma vasta variedade de habitats e biodiversidade¹. O fundo dos oceanos é o elemento chave da vida marinha pois é onde se produz mais biomassa² sendo uma importante fonte de alimento para invertebrados, peixes e mamíferos (European Commission). A constituição do fundo dos oceanos é diversa e classifica-se em três tipos consoante as suas propriedades físicas e composição: substratos macios como a areia, lama, cascalho e sedimentos mistos; substratos rígidos como as rochas e pedras e substratos biogénicos como mexilhões e recifes de corais de água fria (European Commission).

1. variedade de espécies biológicas existentes num determinado ecossistema; conjunto dos ecossistemas existentes em determinada região ou época. Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/biodiversidade>

Desde que se começou a estudar e a investigar os ecossistemas marinhos verificou-se que se encontram sob pressão ameaçando o futuro do desenvolvimento sustentável do planeta (UNEP). Inúmeras atividades desempenhadas pelo Homem, como a pesca e atividades agrícolas e de indústria fabril, põem em causa a integridade dos ecossistemas marinhos (Figura 4).

2. massa de matéria viva, animal ou vegetal, que vive em equilíbrio numa determinada área da superfície terrestre. Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/biomassa>

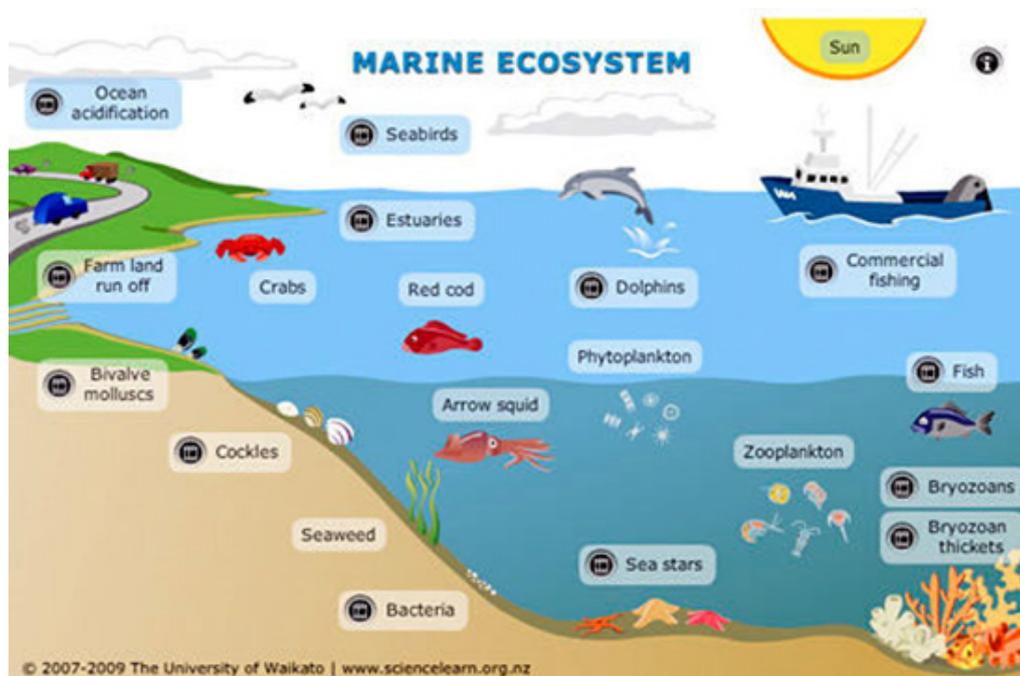


Figura 4 Ilustração do ecossistema marinho. Fonte: University of Waikato, NZ (University of Waikato).

A exploração dos recursos naturais, pode provocar danos físicos como acontece por exemplo com os recifes de coral, que estão com cerca de 58% a 70% sob ameaça (NFWF). Essas atividades geram lixos e provocam fenómenos como a eutrofização³ que dificulta a existência de vida animal. O acumular crescente de detritos nos oceanos é, por isso, uma preocupação mundial sendo considerado uma grande ameaça para a biodiversidade marinha (Baulch e Perry 2014).

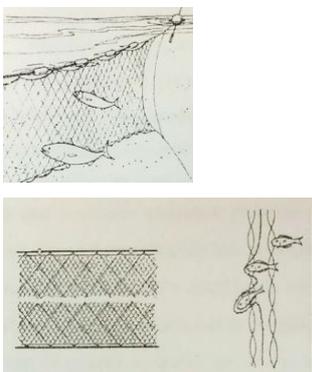
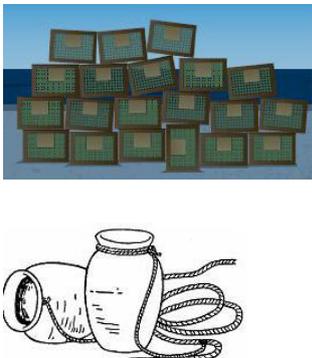
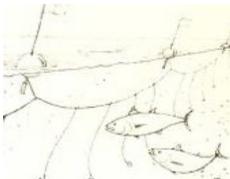
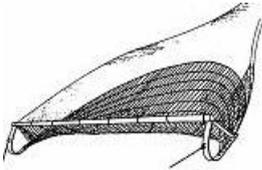
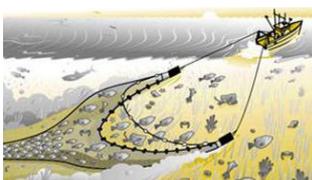
3. processo pelo qual as águas de um rio ou de um lago, à custa de elementos provenientes de campos fertilizados, se tornam extraordinariamente ricas em nutrientes minerais e orgânicos, provocando excesso de vida vegetal, que dificulta e aniquila a vida animal, por falta de oxigênio. Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/eutrofizacao>

A pesca, surge industrialmente no final do século XIX e é uma das atividades que acaba por trazer consequências negativas para os ecossistemas marinhos (Santos 2002/2003). Consiste na exploração dos recursos biológicos da hidrosfera⁴ (Souto 1998) e provoca também alterações no ecossistema marinho. No momento da captura outras espécies são pescadas por engano e as redes são muitas vezes arrastadas no fundo dos oceanos danificando-os.

4. parte da superfície terrestre composta de vastas massas de água que incluem os oceanos, mares, rios, lagos, águas subterrâneas, neve e gelo e outras águas. Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/hidrosfera>

Portugal continental, com 41% do país banhado a Oeste e a Sul pelo Oceano Atlântico, tem uma grande história pesqueira (Souto 1998). Em Portugal, as artes de pesca e métodos de captura são diversos e encontram-se regulados por sete portarias que estabelecem as características das artes passíveis de ser utilizadas e as suas dimensões máximas, as zonas de operação, e as épocas de pesca, as malhagens autorizadas e as espécies a que a captura é dirigida (DGRM). As artes de pesca podem ser classificadas em passivas, rebocadas ou móveis (ativas). Dentro das artes de pesca passivas encontram-se as redes de emalhar e tresmalho, as armadilhas, e a pesca à linha. Nas artes de pesca rebocadas encontram-se as redes de arrasto. Nas artes de pesca móveis incluem-se a pesca de cerco, a xávega e a sombreira (Rodrigues 2015). Na seguinte tabela encontram-se algumas características dos diferentes tipos de artes de pesca (Tabela 1).

Tabela 1 Tipos de artes de pesca.

| Tipos de pesca | Descrição | Imagem |
|--|--|---|
| Pesca Passiva | | |
| Emalhar e Tresmalho | Utilização de uma ou mais redes retangulares com um, dois ou três panos (DGRM). Redes de emalhar: por norma são constituídas por apenas um pano (Rodrigues 2015), podem ser fixas ao fundo ou mantidas à superfície através de boias (DGRM). Redes de tresmalho: constituídas por três panos sobrepostos (Rodrigues 2015). |  |
| Armadilhas: De gaiola; Abrigo (alcatruzes); Armações; Nassas, etc. | São redes onde o peixe, molúsculos ou crustáceos são atraídos e encaminhados por um dispositivo, conseguindo entrar mas não conseguindo sair. Mais utilizadas: armadilhas de gaiola e armadilhas de abrigo (Rodrigues 2015). As de abrigo são utilizadas para capturar polvos com a colocação de um pote onde as presas se abrigam não os impedindo de sair. Armações: são das armadilhas mais complexas (DGRM). Nassas: são das mais simples em forma de cesto com uma pequena abertura para onde o peixe é atraído por um isco (Santos 2002/2003). |  |
| Pesca à linha | Utilização de linhas com um ou mais anzóis, lastros ⁵ e boias podendo ser exercida com artes como corrico ⁶ , cana e linha de mão, palangre ⁷ e toneira ⁸ (DGRM). |  |
| Pesca rebocada | Realizadas com redes de arrasto (Rodrigues 2015). | |
| Ganchorra | De pequena e média dimensão com a boca composta por estrutura rígida e um saco de rede ou constituído por uma grelha metálica. Esta arte de pesca rebocada, a pé ou por embarcações, atua sobre o fundo (DGRM). |  |
| Arrasto de Vara | De média dimensão em que a boca, desprovida de asas, se mantém aberta pela ação de duas varas ou uma vara horizontal e por estruturas rígidas laterais (DGRM). |  |
| Arrasto de Portas | Rede de arrasto pelo fundo que pode ser rebocada por uma só embarcação ou duas e cuja abertura horizontal é assegurada pelas portas de arrasto relativamente pesadas (DGRM; Rodrigues 2015). |  |

5. peso que se mete no porão do navio ou de outra embarcação para lhe aumentar a estabilidade
Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/lastros>

6. deslocar brandamente os dispositivos de pesca
Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/corrico>

7. tipo de arte de pesca à linha
Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Palangre>

8. aparelho constituído por uma linha de mão e por um lastro com forma fusiforme
Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/corrico>

| Tipos de pesca | Descrição | Imagem |
|--------------------------------|--|--|
| Pesca Móvel (ativa) | | |
| Cerco | Rede retangular de grandes dimensões, cujo objetivo é cercar as espécies pelos lados e por baixo (Rodrigues 2015). Muitas vezes o cerco é efetuado com o auxílio de fontes luminosas com vista à atração e concentração dos cardumes (DGRM). |  |
| Envolvente Arrastante - Xávega | Método que utiliza uma estrutura de rede com bolsa e grandes asas laterais que arrastam e envolvem ou cercam o peixe. É normalmente largada a partir de uma embarcação, podendo ser manobrada a partir de terra ou da própria embarcação (DGRM). |  |
| Sombreira | Arte de pesca do tipo sacada composta por uma rede, que possui na parte superior uma cortiçada e na parte inferior uma tralha de lastros de que fazem parte pequenos chumbos em forma de anel (DGRM). | |
| Outro tipo de pesca | | |
| Apanha | Método de pesca individual que utiliza diversos utensílios simples, não provocando ferimentos graves na captura, utilizando ou não uma embarcação de apoio e equipamento de mergulho em apneia ⁹ (DGRM). |  |

9. suspensão momentânea da respiração
 Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/apneia>

Atualmente, a maior parte das cordas e redes de pesca são feitas de materiais poliméricos como por exemplo polipropileno (PP), polietileno de alta densidade (PEAD), nylon e poliéster (PS). Os materiais pertencentes à classe dos polímeros podem ser classificados em termoplásticos, termoendurecíveis e elastómeros. No caso das cordas e redes de pesca falamos de materiais termoplásticos, que pela ação do calor podem ser moldados várias vezes podendo assim ser reciclados. Os polímeros são materiais muito utilizados pela sua leveza, transparência, impermeabilidade, isolamento térmico, acústico e elétrico, inalterabilidade e alongamento. Como desvantagens apresentam facilidade de combustão, toxicidade dos gases resultantes da combustão, possuem fraca resistência ao calor e elevada eletricidade estática (Associação Portuguesa do Lixo Marinho).

Cada tipo de pesca exige um tipo de arte com as especificações necessárias para a atividade e tipo de pesca em causa. Sentiu-se então a necessidade de analisar alguns tipos de redes de pesca e cordas.

Seguem abaixo duas tabelas com alguns exemplos de redes (Tabela 2) e cordas (Tabela 3) associadas ao tipo de pesca, tendo como referência três empresas: Sicor situada em Ovar, Cadilhe & Santos Lda. de Viana do Castelo e Cruz & Cruz em Barqueiros.

Tabela 2. Exemplos de redes disponíveis no mercado

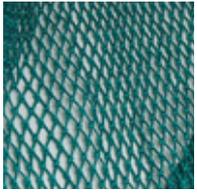
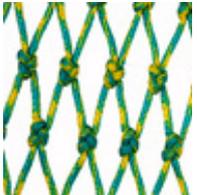
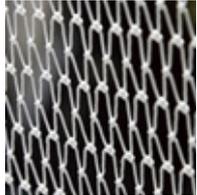
| Rede | Material | Especificações | Aplicação | Empresa | Imagem |
|---|----------|--|---|------------------|---|
| Sicor Standard Twisted (Sicor) | PEAD | Torcida em "Z" ou "S" com um diâmetro de 1,3mm a 3,3mm | Pesca do camarão; Pesca demersal. | Sicor |  |
| Sicor Standard Braided (Sicor) | PEAD | Diâmetro de 1,8mm a 8mm | Pesca de arrasto; Confeção de aparelhos de pesca oceânica, semi oceânica. | Sicor |  |
| Sicor High Tenacity (Sicor) | PEAD | Diâmetro de 1,3mm a 8mm | Pesca de arrasto; Pesca demersal. | Sicor |  |
| Rede Cruz & Cruz de monofilamento (Cruz & Cruz Lda) | Nylon | Nó duplo com 0,30mm a 0,60mm de diâmetro | Pesca de emalhar | Cruz & Cruz |  |
| Rede de monofilamento (Cadilhe & Santos) | Nylon | Diâmetro de 0,20mm x 4 fios até 0,20mm x 16 fios | Pesca de emalhar | Cadilhe & Santos |  |
| Rede de multifilamento (Cadilhe & Santos) | Nylon | A partir de manha de 10mm de nó a nó | Pesca de cerco | Cadilhe & Santos |  |

Tabela 3 Exemplos de cordas disponíveis no mercado (Sicor).

| Corda | Material | Especificações | Aplicação | Empresa | Imagem |
|---|--|--|--|---------|---|
| Entrançada ou torcida | Poliéster (PES) | Diâmetro de 16mm a 160mm. 4mm a 96mm* | Aplicações marítimas em geral*, linha de ancoragem. | Sicor |  Entrançada |
| Entrançada ou torcida | Poliétileno (PE) | Diâmetro de 16mm a 160mm. 4mm a 96mm* | Sinalização marítima, indústria da pesca*, diversas atividades marítimas*. | Sicor |  Entrançada |
| Entrançada ou torcida | Polipropileno (PP) | Diâmetro de 16mm a 160mm. 4mm a 96mm* | Sinalização marítima | Sicor |  Entrançada |
| Entrançada ou torcida | Nylon | Diâmetro de 16mm a 160mm. 4mm a 96mm* | Linha de ancoragem | Sicor |  Torcida |
| Entrançada Staple Spun ou torcida Staple Spun | Monofilamentos de PP cortados e penteados para conferir um aspeto tradicional. | Diâmetro de 16mm a 160mm. 4mm a 96mm* | Ancorar, rebocar, entre outras aplicações marítimas. | Sicor |  Torcida |

*dados relativos às cordas torcidas.

2.2.1. Caso das “Redes fantasma”

A ingestão de detritos como plásticos e artes de pesca pode ser fatal para os animais marinhos e este caso comprova isso. Em 2008, dois cachalotes machos (*Physeter macrocephalus*) apareceram junto à costa na Califórnia com grandes quantidades de detritos no estômago. A 1 de Fevereiro foi encontrado morto o primeiro cachalote com 11,2 m de comprimento e não apresentava nenhum sinal de fome nem lesão. Aquando a abertura do animal verificou-se que este tinha bocados de lula sobre o exterior do intestino indicando que este estava rompido, bem como uma rede compactada vista através de uma rotura no estômago. O segundo cachalote foi encontrado morto na praia no dia 15 de Março. Tinha 15,6 m de comprimento e este apresentava-se magro, com cicatrizes no dorso aparentando ser resultante do envolvimento em linhas. Ao analisar o estômago deste cachalote verificou-se que estava intacto mas com uma grande quantidade de redes, linhas e sacos de plástico no interior. No total foram retirados 134 tipos de redes de pesca destes dois cachalotes, correspondendo a 81% dos detritos, maioritariamente redes feitas de PE com a exceção de duas em nylon. Os restantes detritos encontrados correspondiam a linhas de pesca (17%) e sacos de plástico (2%) (Jacobsen, Massey, e Gulland 2010).

Em 2013 aconteceu outro caso surpreendente. Mergulhadores da NOAA, avistaram pela primeira vez uma enorme rede abandonada na parte exterior de um recife das ilhas *Pearl and Hermes Atoll* do noroeste do Havai, mas só no ano seguinte é que esta rede foi removida juntamente com outros detritos por uma equipa da NOAA (Figura 5). A rede pesava cerca de 11,5 toneladas e demorou 3 dias para ser removida do recife onde se encontrava. Juntamente com ela retiraram 456 redes mais pequenas, mais de 21.000 itens de plásticos partidos, garrafas e tampas de plástico e isqueiros. No total foram retiradas 57 toneladas de redes e lixos (CONANT 2015).



Figura 5 Foca-monge do Havai sobre a rede de 11,5 toneladas. Fotografia: Kyle Koyanagi, NOAA (Koyanagi).

Estes dois factos demonstram como o abandono de redes de pesca e outros lixos pode ter graves impactes nos animais e em todo o ecossistema marinho. Inúmeros seres vivos desde mamíferos de grande porte como baleias e focas a peixes e aves que procuram alimento para as suas crias, ficam presos em artes de pesca podendo ficar feridos ou acabar por morrer (CONANT 2015).

O problema da pesca fantasma foi abordado em 1985 na 16ª Sessão do Comité das Pescas da Organização para Agricultura e Alimentação (FAO) (Brown e Macfadyen 2007). Segundo a FAO e o Programa Ambiental da ONU (UNEP), existem globalmente 640.000 toneladas de redes nos oceanos, correspondendo a 10% do lixo que neles habitam (Shea 2014). Antes do aparecimento dos materiais sintéticos as artes de pesca eram feitas em cânhamo biodegradável ou algodão o que as tornava mais vulneráveis às condições ambientais e permaneciam menos tempo na natureza (Shea 2014). Com a introdução dos materiais sintéticos no fabrico das artes de pesca estas podem permanecer à deriva nos oceanos durante centenas de anos (Shea 2014; Baeta, Costa, e Cabral 2009).

A pesca fantasma, provocada por redes perdidas ou abandonadas nos oceanos, tem sido identificada como uma fonte potencial de mortalidade e causadora de danos nos habitats bentônicos (por abrasão, pelo arranque ou aprisionamento dos organismos) transformando os habitats numa fonte de lixo e provocando o emaranhamento para aves e mamíferos marinhos, bem como potencial risco para os pescadores que se podem enredar durante a atividade piscatória (Baeta, Costa, e Cabral 2009; Brown e Macfadyen 2007). A taxa de mortalidade atribuída às artes de pesca varia consoante o tipo, a abundância e a vulnerabilidade das espécies, bem como o estado em que se encontra a própria rede fantasma (Brown e Macfadyen 2007). Outros fatores como o tipo de substrato e a profundidade a que se encontra também determinam a eficácia da captura pelas redes fantasma (Kaiser 1996; Bullimore 2001).

Nos anos de 2007 e 2008, avaliou-se o impacte das redes de tresmalho em diferentes fundos oceânicos na costa central portuguesa: solo arenoso e rochoso. O estudo serviu-se da implementação de 12 redes de tresmalho, 6 em cada tipo de fundo, a uma profundidade compreendida entre os 15 e 25 metros, durante 285 dias. Como se pode verificar na figura 6 a zona de pesca em solo arenoso mostrou um decréscimo acentuado ao fim de 60 dias, com a destruição de todas as redes, mantendo-se com uma média de captura de 3,5% (Figura 6). No caso das redes instaladas em fundo rochoso verificou-se também um decréscimo, neste caso gradual, e após 60 dias a área de captura ainda era de 23,5%. No final do estudo, após os 285 dias, ainda se verificaram capturas com uma área de 2,9% em fundo arenoso e 5% em fundo rochoso (Baeta, Costa, e Cabral 2009).

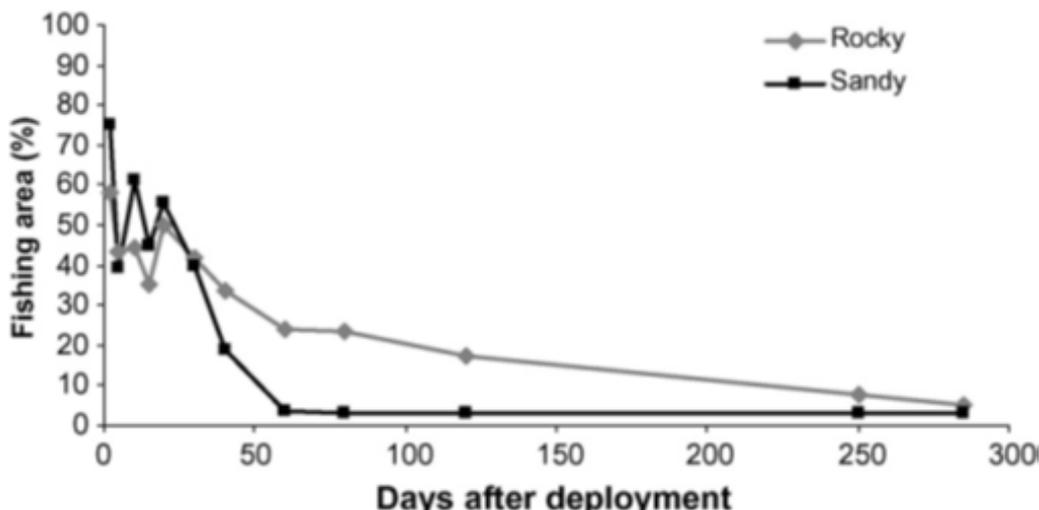


Figura 6 Percentagem de pesca das redes de tresmalho em solo rochoso e solo arenoso ao longo do período de estudo (285 dias) (Baeta, Costa, e Cabral 2009).

Durante este estudo experimental de 285 dias registou-se a captura de mais de 33 espécies marinhas estimando-se um total de 541 e 257 animais por 100 metros em fundos rochosos e arenosos, respetivamente. Segundo o modelo de estudo os valores de capturas foram nulos após 317 no caso do fundo rochoso e 237 dias no fundo arenosos. Conclui-se assim que as redes de tresmalho em fundos rochosos são mais eficazes na captura de seres vivos que em fundo arenoso. Diferentes estudos demonstram que as redes depositadas em águas muito profundas, continuam a pescar durante muitos anos (Baeta, Costa, e Cabral 2009).

A forma como estas artes de pesca podem ser perdidas ou deixadas nos oceanos podem ser diversas. Podem por exemplo ser perdidas em conflitos entre barcos e artes de pesca ou podem ficar presas no fundo dos oceanos. A má condição das ferramentas e fatores meteorológicos também podem levar ao abandono de artes de pesca devido ao perigo a que as embarcações poderiam ficar sujeitas durante a sua remoção (Gilman 2015). No caso do abandono das artes de pesca, este pode acontecer quando os pescadores operam ilegalmente; quando consideram mais viável economicamente o seu abandono do que encaminhá-las para a correta eliminação especialmente quando os meios portuários não têm infraestruturas de recolha de resíduos ou mesmo por falta de espaço nos barcos, quando está ocupado com o peixe pescado (Gilman 2015; Hareide e Newton 2005).

Como citado num relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) as redes perdidas ou abandonadas capturam cerca de 5% das capturas comerciais a nível mundial (Shea 2014). Nas últimas décadas este problema tem crescido a par da expansão da atividade piscatória e da transição dos materiais biodegradáveis para os materiais sintéticos (Macfadyen 2009; Derraik 2002; Gilardi et al. 2010). O Código de Conduta da FAO reconhece o impacto das artes de pesca perdidas, afirmando que os Estados devem tomar

medidas adequadas para reduzir as capturas provocadas por elas (FAO, 1991 citado em Brown e Macfadyen 2007). Atualmente já se verifica a implementação de algumas medidas de prevenção como: proibição do despejo intencional e abandono de artes de pesca no mar; incentivos econômicos e infraestruturas de gestão de resíduos nos portos de recepção (Gilman 2015).

Concluindo, os impactes relativos às artes de pesca abandonadas ou descartadas são ainda muitos e incertos e é necessário consciencializar as populações e pescadores para os riscos ambientais e socioeconómicos inerentes a este problema.

2.3. Ações, Processos e Produtos realizados

2.3.1. Ações de limpeza dos oceanos

Atualmente já se verificam inúmeras ações de sensibilização, limpeza, recolha de resíduos e reciclagem, tanto a nível nacional como internacional, realizadas por organizações e pessoas de uma forma ou de outra ficam sensibilizados com o problema que se enfrenta. Neste subcapítulo fez-se referência a algumas delas que atuam com diferentes objetivos. Com o objetivo de monitorizar e controlar o lixo das praias: o Programa de Monitorização da OSPAR, a *Coastwatch* Portugal e o projeto *3R-fish*. A iniciativa *Healthy Seas* e o Programa Fishing for Energy têm como objetivo recolher e reciclar os lixos marinhos. O *Plasticity Forum* aborda e discute o problema da poluição e possíveis soluções. Com a implementação de medidas preventivas: a Convenção de Londres e a MARPOL.

MONITORIZAÇÃO E CONTROLO DAS PRAIAS E LIXO MARINHO:

Programa de Monitorização da OSPAR

O Programa de Monitorização da OSPAR trata-se de um projeto piloto realizado em Portugal, Bélgica, Dinamarca, França, Alemanha, Espanha, Suécia, Reino Unido e Países Baixos, entre 2000 e 2006. Em Portugal as praias selecionadas tinham que cumprir alguns critérios estabelecidos pelo programa e nesse sentido foram selecionadas inicialmente as seguintes praias: Barra (Ílhavo); Carcavelos; Duquesa; Meia Praia; Batata; Estudante; Pinhão; D. Ana e Camilo (Figura 7). As cinco últimas praias foram consideradas apenas como uma praia devido a serem pequenas com menos de 1 quilómetro de comprimento. Numa fase seguinte foram incluídas também a praia de Cabedelo e a praia Manta Rota (Associação Portuguesa do Lixo Marinho 2005). Após a análise dos resultados verificou-se que as praias analisadas continham cerca de 26 pedaços de lixo por quilómetro de extensão de praia, estando entre os valores mais baixos comparativamente com a Alemanha com 112, os Países Baixos com 103 e a Espanha com 94 pedaços de lixo (OSPAR Commission 2007).



Figura 7 Praia do sudeste de Portugal. Fotografia: Fátima Brito, Instituto da Água (OSPAR Commission 2007).

Coastwatch Portugal

O *Coastwatch Portugal*, trata-se de um projeto de âmbito europeu que permite obter uma caracterização geral da faixa costeira (*Coastwatch*). Foi iniciado em 1987 em Dublin, na Irlanda, e implementado em Portugal pelo Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente (GEOTA), organização não-governamental de ambiente, em 1999 (Associação Portuguesa do Lixo Marinho). O programa tem vindo a monitorizar inúmeras praias contando já com 742.5 quilómetros de costa reunindo muitos participantes, só na 22^a Campanha *Coastwatch* realizada de novembro de 2011 a março de 2012, contou com 4764 participantes de todas as idades e de diferentes setores, onde se destaca o envolvimento de 324 professores e 3524 alunos (Associação Portuguesa do Lixo Marinho).

Projeto 3R-Fish

O projeto *3R-Fish* consistiu na realização de um projeto piloto nos portos de Portugal e Espanha e pretendia analisar de resíduos sólidos gerados nas praias. Com o projeto *3R-Fish* conseguiu-se recolher cerca de 747 toneladas de redes de pesca, mais de 130 toneladas de embalagens de poliestireno expandido e cerca de 33 toneladas de pilhas entre julho de 2009 e setembro de 2011. O projeto contribuiu para a melhoria dos sistemas de gestão de resíduos nos portos e nos barcos e também para aprofundar a informação técnica e científica sobre os tipos e quantidades de resíduos produzidos, os seus requisitos para processar a sua reciclagem (European Commission).

Após a realização deste projeto foi implementado o sistema de gestão de resíduos adotado no projeto nos portos de Marin, Vigo e Corunha, e também na agência pública Portos de Galícia, responsável pela gestão de 122 portos

regionais. O projeto também contribuiu para a implementação da diretiva (2008/98 / CE) relativa à gestão dos resíduos e proteção do ambiente marinho e à tomada de medidas por parte de empresas de reciclagem de plástico recorrendo à utilização de resíduos de redes de pesca (European Commission).

RECOLHA E RECICLAGEM:

Fishing for Energy

O Programa *Fishing for Energy*, surgiu em 2008 resultante de uma parceria entre a *National Fish Wildlife Foundation* (NFWF), a *Covanta* fornecedora de soluções para resíduos e energia sustentável, o programa de detritos marinhos da NOAA e a *Schnitzer Steel Industries*. *Fishing for Energy* tem como objetivos o fornecimento de uma solução sem custos associados para os pescadores poderem descartar as artes de pesca velhas, abandonadas ou inutilizadas de modo a reduzir a quantidade de artes de pesca abandonadas (NFWF 2015). Este programa pretende: criar oportunidade de eliminação dos resíduos de artes de pesca fornecendo caixas de recolha em portos estratégicos; colaborar com entidades governamentais para ter acesso à remoção das artes de pesca abandonadas; implementar sistemas tecnológicos para prevenir o abandono de artes de pesca e uma vez perdidas, diminuir a sua eficácia de captura; divulgar e educar as pessoas a cerca dos impactes das artes de pesca abandonadas (NFWF).

Desde 2008 até Março de 2016, *Fishing for Energy* já recolheu mais de 1360,78 toneladas de artes de pesca, em 48 postos diferentes. Após recolhidas as artes de pesca, seguem para o *Schnitzer Steel Industries* onde são classificadas como metais reciclados, o restante material segue para a *Covanta* para ser convertido em energia (NFWF).

Healthy Seas

A iniciativa *Healthy Seas* surge do interesse comum de uma organização não-governamental (ONG) - a *ECNC Group* - e duas empresas - a *Aquafil Group* líder na produção de fibras sintéticas e a *Star Sock* produtora de meias. O programa tem como objetivo alcançar a limpeza total das águas marinhas garantindo a saúde dos ecossistemas. Já realizou projetos-piloto para a recuperação de redes fantasma no Mar do Norte, Mar Adriático e Mar Mediterrâneo em colaborações com pescadores, comunidades locais e partes interessadas. Para evitar que os resíduos acabem nos oceanos e desenvolveu ações de sensibilização sobre os danos ambientais causados pelas artes de pesca fantasma (*Healthy Seas*). Após a recolha as redes fantasma são limpas e preparadas para seguirem para a regeneração. O *nylon* recuperado das redes de pesca é transformado em matéria-prima, e, em conjunto com outros materiais residuais dão origem ao fio de nylon, o *Econyl* (resultante de um processo inventado pela *Aquafil Group*). A iniciativa *Healthy Seas* tem reunido mais parceiros que ajudam na recuperação de mais redes fantasma, aumentando a oferta de produtos reciclados no mercado. Durante o ano de 2015 recuperaram aproximadamente 110 toneladas

de redes, evitando que essas continuassem a matar seres vivos nos oceanos e evitando que algumas delas seguissem destinos como o aterro e a inceneração (Healthy Seas 2016).

DISCUSSÃO DO PROBLEMA DA POLUIÇÃO E EXPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES:

Plasticity Forum

O *Plasticity Forum*, fundado por Doug Woodring (também fundador da Ocean Recovery Alliance), trata-se de uma conferência focado no tema da valorização de resíduos de plástico, reutilização e gestão dos resíduos. Esta conferência nasceu em 2012 no Brasil e atualmente realiza-se todos os anos em Hong Kong, Nova Iorque e agora em Cascais, Portugal. Em Portugal fizeram parte cerca de 25 apresentadores de todo o mundo que dirigiram uma reunião de representantes de mais de 80 empresas e indústrias, especialistas em sustentabilidade, produtores de plástico, inovadores e representantes do governo para discutir possíveis soluções para o problema de plástico crescente que enfrenta o ambiente. Foram abordados aspetos relacionados com os resíduos de plástico, a gestão e reutilização (Grace 2015).

MEDIDAS PREVENTIVAS:

Convenção de Londres

A Convenção para a Prevenção da Poluição Marinha por Operações de Imersão de Detritos e Outros Produtos, mais conhecida como Convenção de Londres, foi adotada em 1972 e é das primeiras convenções mundiais que promove a proteção do ambiente marinho por parte de atividades humanas e está em vigor desde 1975. Em 1996, foi adotado o Protocolo de Londres que veio substituir a Convenção de Londres. Este entrou em vigor a Março de 2006 e ao invés da convenção, este proíbe todos os despejos exceto para os resíduos que constem na “lista reserva” (IMO).

O objetivo da Convenção de Londres passa por controlar todas as fontes de poluição marinha e preveni-la com a implementação de regulamentos de prática de despejo de resíduos nos oceanos. Atualmente existem 47 partes contratantes no protocolo que devem então tomar medidas eficazes para evitar a poluição do ambiente marinho causada pela imersão de detritos no mar (IMO).

MARPOL

A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL) foi adotada em novembro de 1973 na International Maritime Organization (IMO), e o protocolo surge em 1978 em resposta a uma série de acidentes com petroleiros. Como a Convenção ainda não tinha entrado em vigor, o protocolo sobrepõem-se à convenção entrando em vigor a 2 de outubro de 1983. A MARPOL é a principal convenção internacional que abrange a prevenção da poluição do ambiente marinho por meio de navios por causas operacionais ou acidentais estipulando as regras e restrições nas descargas feitas pelos navios (IMO).

2.3.2. Processos de transformação

Segundo a informação recolhida e analisada, sabe-se que os resíduos da pesca e lixos dos oceanos já são utilizados para a criação de produtos. No entanto, para dar continuidade e fundamentar o estudo e as posteriores experiências de transformação, foi importante analisar o processo de fabrico destes resíduos. Posto isto, identificaram-se dois processos de transformação de duas empresas: a *Bureo* e a *Econyl*; e o processo utilizado no projeto *Precious Plastic*.

BUREO, Chile

A *Bureo* é uma empresa que se dedica à transformação de redes de pesca em novos produtos e para isso necessitou de desenvolver um sistema de transformação das redes de pesca em nova matéria-prima: a iniciativa Net+Positiva, o primeiro programa de reciclagem de redes no Chile (Bureo).

Como os dados fornecidos pelo website da *Bureo* e plataformas de comunicação da marca não eram suficientemente esclarecedores, contactou-se um dos cofundadores da *Bureo*, Ben Kneppers, que via Skype, esclareceu todas as dúvidas tornando mais claro o processo Net+Positiva descrito a baixo. A *Bureo* utiliza apenas material reciclado de 100% rede de pesca, não sendo adicionado qualquer outro tipo de material. O principal material utilizado são as redes de nylon6, utilizando também *nylon6,6*, PEAD e PP (Figura 8).

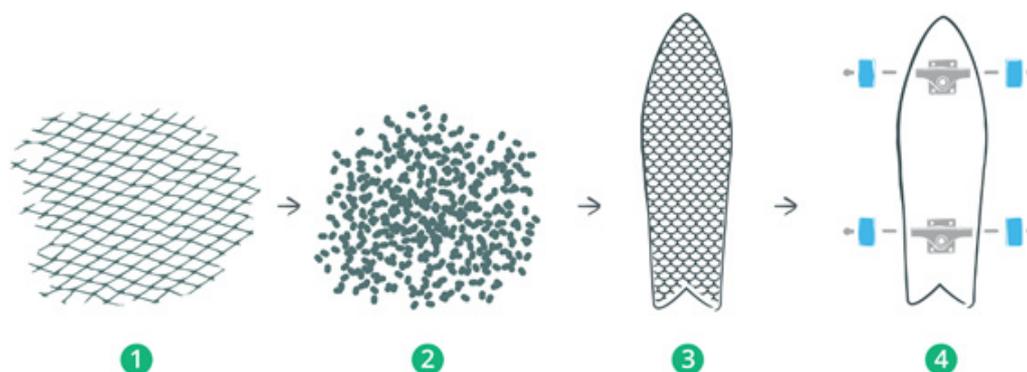


Figura 8 Esquema das principais etapas do processo de obtenção do skate da Bureo (Bureo).

O processo de reciclagem Net+Positiva consiste nas seguintes etapas:

1. Recolha das redes. A *Bureo* é parceira do sindicato de pesca do Chile que lhes recolhe todas as redes em fim-de-vida e coloca-as no ponto de recolha fornecido pela *Bureo* a cada comunidade. Cada ponto de recolha dispõe de um trabalhador que gere o espaço e recolhe quaisquer redes adicionais que podem

ser descartadas no local.

2. Identificação das redes e separação por cor e tipo. Após a recolha das redes estas são separadas por cor e tipo de rede a fim de garantir a qualidade e consistência do produto.

3. Lavagem e secagem. Depois de separadas, removem-se os detritos, procedendo-se de seguida à lavagem das redes em água doce e, por fim, colocadas ao sol para secar.

4. Embalagem e transporte. As redes são embaladas para seguirem para a fábrica onde se inicia a sua transformação.

5. Trituração das redes

6. Faz-se a peletização.

7. Injeção em molde. A matéria-prima reciclada é injetada em moldes a fim de obter as peças desejadas.

8. Montagem dos componentes do produto. Para unir a prancha do skate aos trucks utilizam-se porcas e parafusos tom marinho; por fim acoplam-se os rolamentos e as rodas aos *trucks* obtendo assim o *skateboard*.

ECONYL, Arco, Itália

O *Econyl Regeneration System* transforma o *nylon6* presente nas redes de pesca e tapetes em nova matéria-prima sem apresentar qualquer perda de qualidade (Figura 9) (*Econyl*). No caso das redes de pesca, aproximadamente 80% do material da rede é despolimerizado, sendo que os restantes 20% são resíduos, principalmente corantes, que são normalmente incinerados. Em 2011 e 2012, a *Econyl* recuperou perto de 16.000 toneladas de resíduos a nível mundial e produziu 12.000 toneladas de fio de *nylon6* reciclado (Ditty 2013).

Segundo a informação disponibilizada no website da empresa, o sistema de regeneração dos resíduos de *nylon6* consiste em seis etapas:

1. Recolha dos resíduos. A *Aquafil Group* criou um programa de recolha dos resíduos de *nylon6* por todo o mundo nomeadamente nos EUA, Egito, Grécia, Paquistão, Tailândia, Noruega e Turquia. Após a recolha dos resíduos estes são enviados para o centro de tratamento de resíduos *Econyl* na Eslovênia.

2. Armazenamento e preparação. Após a chegada dos resíduos ao centro de tratamento, estes são limpos e preparados para a próxima etapa. Posteriormente são desfiados, compactado e embalado, sendo transportado para o centro de regeneração *Econyl* também na Eslovênia.

3. Despolimerização¹⁰. No centro de regeneração *Econyl* realiza-se a despolimerização por ação química. A despolimerização já foi considerada uma solução inviável no setor das fibras sintéticas, no entanto a *Aquafil Group* conseguiu criar um novo processo de purificação menos complexo do que outros aplicados na indústria, resultando em um gasto menor de energia e água bem como menos desperdício residual durante o processo.

10. Ação química cujo resultado é a transformação de um polímero em moléculas da mesma composição quantitativa mas de massa molecular menor (monómero).
Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/despolimerizacao>

4. Polimerização. A caprolactama *Econyl*, produzida durante o processo apresenta as mesmas características químicas e desempenho que a caprolactama¹¹ produzida a partir de material virgem. Assim, este método – a polimerização *Econyl* – apresenta características idênticas ao processo de polimerização de caprolactama virgem.

5. Transformação da poliamida6 (PA6)

O polímero produzido através da caprolactama de PA6 é distribuído para as instalações de produção *Econyl* onde é transformado em fio.

6. Comercialização do fio *Bulk Continuous Filaments (BCF)* e fio *Nylon Textile Filament (NTF)*.

Da caprolactama *Econyl* são produzidos dois tipos de fio: o BCF utilizado no fabrico de tapetes sintéticos e o NTF utilizado na indústria têxtil (*Econyl*).

11. Composto orgânico utilizado como monômero na produção de Nylon6. Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Caprolactama>



Figura 9 Processo de transformação de resíduos para a produção do fio Econyl (Econyl). Ver imagem Anexo A.

PRECIOUS PLASTIC

O projeto *Precious Plastic* de Dave Hakkens, consiste na criação de quatro máquinas de transformação de resíduos de plástico em matéria-prima – granulado e filamento para impressão 3D - e em novos produtos – candeeiros, jarras, tijelas, cestos, entre outros (Duduá 2016; Hakkens). As máquinas foram desenvolvidas recorrendo a ferramentas básicas partilhando todos os códigos online para que desta forma as pessoas possam construir as máquinas e reciclar os próprios resíduos de plástico (Hakkens).

O projeto *Precious Plastic* é composto por quatro máquinas – extrusora, injetora, compressora e trituradora (Figura 10).



Figura 10 Da esquerda para a direita: extrusora, injetora, compressora e trituradora (Hakkens).

Extrusora: com a colocação de flocos de plástico triturado permite a obtenção de novas matérias-primas como filamento para impressão 3D e granulado para a criação de novos produtos.

Injetora: os flocos de plástico são aquecidos e injetados em um molde. É um processo relativamente rápido, adequado para a produção de objetos pequenos.

Compressão: o plástico é aquecido no interior de um forno e pressionado para dentro de um molde. Esta máquina é adequada para fazer objetos grandes.

Trituradora: a trituradora é onde se fragmentam os resíduos de plástico para serem posteriormente utilizados nas outras máquinas. O tamanho dos flocos pode ser controlado com a alteração da peneira dentro da máquina (Hakkens).

O principal objetivo deste projeto é reciclar o máximo de plástico possível para contribuir para a limpeza do nosso ambiente, melhorar as condições de vida e, possivelmente, criar valor financeiro com a realização de novos produtos (Hakkens).

2.3.3. Produtos realizados

Depois de explorar os processos de transformação destes resíduos, fez-se uma análise dos produtos realizados com esses processos. Para além desses produtos, realizou-se uma recolha e análise de outras soluções realizadas por empresas ou marcas, que utilizam resíduos das redes de pesca e de plásticos provenientes dos oceanos. Expõe-se também dois produtos de carácter artístico e por fim, dois casos que não utilizam materiais plásticos nem resíduos, mas são duas soluções sustentáveis que combatem a acumulação de lixos nos oceanos.

Conhecidos os processos da *Bureo*, da fibra *Econyl* e do *Projeto Precious Plastic* apresentam-se agora os produtos obtidos através deles:

BUREO, CHILE

A *Bureo* é uma empresa chilena fundada por três amigos, que tinham um objetivo em comum: desenvolver soluções inovadoras para o crescente problema da poluição de plásticos nos oceanos através do desenvolvimento de produtos com design sustentável. Através da iniciativa *Net+Positiva*, o primeiro programa de reciclagem de redes no Chile, a *Bureo* criou uma linha de *skateboards* sustentáveis feitos através de redes de pesca recicladas, bem como outras soluções de mercado (Figura 11) (*Bureo*).



Figura 11 Minnow Complete Cruiser Skateboard da Bureo (*Bureo*).

ECONYL, Aquafil Group, Arco Itália

Aquafil Group, fundada em 1969 e líder global no sector das fibras sintéticas, criou o *Econyl Regeneration System* presente em inúmeras marcas a nível mundial. *Econyl* é uma fibra de nylon6 100% regenerado produzida a partir de resíduos de nylon6 como redes de pesca descartadas obtidas da iniciativa *Healthy Seas*, que nasce da parceria da *Aquafil Group*, a *Star Sock* e o *ECNC Group*. O *Econyl Regeneration System* utiliza um processo industrial que recupera o nylon6 a partir de resíduos como redes de pesca, tapetes e roupas, transformando-o num fio 100% reciclado, reciclável e regenerado, para a criação de novos produtos (Figura 12) (*Econyl*).



Figura 12 Preparação dos resíduos e fibra *Econyl* (*Econyl*).

Existem dois tipos de fibra *Econyl*:

BCF (Bulk Continuous Filaments)

Utilizada para a produção de carpetes, tapetes, estofos e revestimentos automóveis. Esta fibra satisfazer os mais elevados padrões de qualidade, durabilidade e segurança exigidos pelos principais fabricantes de automóveis a nível mundial e insere-se na lista de materiais LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) como um padrão de exigência para um edifício amigo do ambiente (*Econyl*).

NTF (Nylon Textile Filament)

Utilizada para a produção de vestuário como roupas íntimas, roupas de desporto, meias e fatos de banho em marcas a nível mundial especialmente roupa de desporto (*Econyl*).

Alguns exemplos de marcas que utilizam fios *Econyl*:

Desso, Holanda

A coleção *AirMaster* da *Desso* contém mais de 50% de fios regenerados *Econyl*. Devido à técnica de produção, estes tapetes capturam oito vezes mais partículas finas de poeira do que pisos lisos e quatro vezes mais eficazes do que os tapetes regulares (Figura 13) (Aquafil 2015).



Figura 13 Tapetes *AirMaster* da *Desso* (*Econyl*).

Interface, Reino Unido

A coleção de tapetes *Net Effect* da *Interface*, surge do projeto *Net Works* uma parceria entre a *Aquafil Group*, a *Zoological Society of London* e a *Interface*, que através de dois modelos, *Net Effect One* e *Net Effect Two* inspiram-se no oceano (Figura 14) (*Interface*). A *Interface* também dispõe da coleção *Human Nature 2014* possui 81% de fios *Econyl* (Figura 15) (*Econyl*).



Figura 14 À direita um exemplo Net Effect One e à esquerda Net Effect Two (Ecnyl).



Figura 15 Três exemplos da coleção Human Nature 2014 (Ecnyl).

Koru Swimwear, Flórida

Koru Swimwear é uma marca de roupa de desporto e fatos de banho que utiliza apenas tecido derivado dos fios *Enonyl* 100% regenerados (Figura 16) (Healthy Seas).



Figura 16 Fatos de banho Koru Swimwear (Koru Swimwear).

Levi's, Califórnia

A marca de roupa *Levi Strauss & Co* é o primeiro caso da utilização do fio *Econyl* em jeans no modelo 522 para homem, feitas de *Econyl* e algodão (Figura 17) (Econyl 2016).



Figura 17 Modelo 522 para homem da Levi's (Econyl 2016).

BMW, Alemanha

O BMW escolheu o fio *Econyl* para o fabrico dos tapetes do modelo BMW i3 (Figura 18) (Econyl).

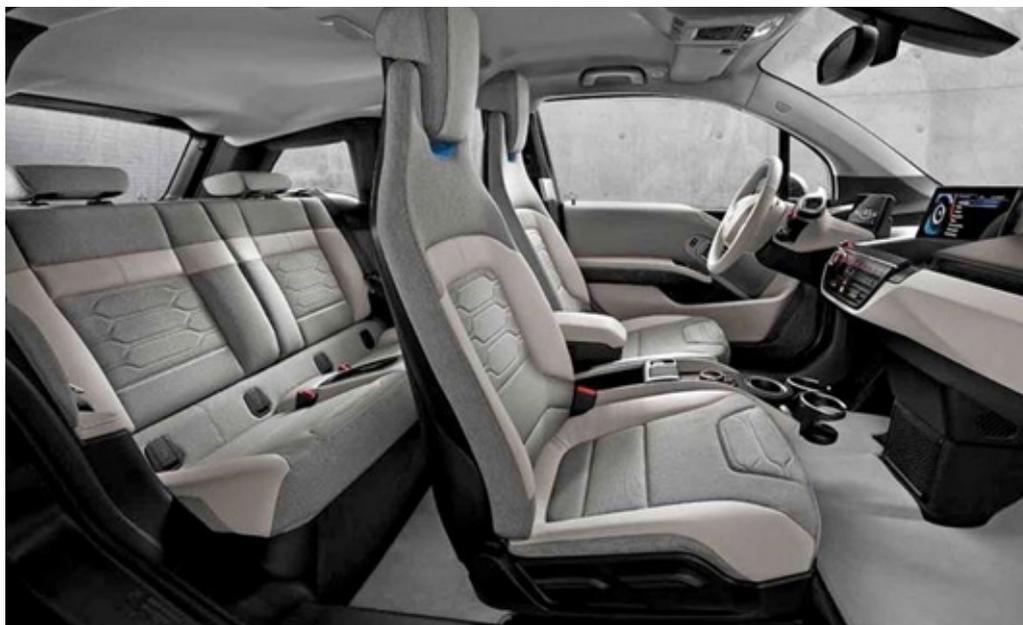


Figura 18 i3 da BMW com fio Econyl nos tapetes automóveis (Econyl).

Star Sock, Holanda

A *Star Sock*, criada em 1996, foca-se na produção de meias desportivas feitas a partir de fio *Econyl* (Healthy Seas). A *Star Sock* é detentora da produção de meias desportivas para várias marcas nomeadamente *Lotto*, *New Balance*, *Healthy Seas Socks*, *Dakar* e *Jack Brent* (Figura 19) (*Star Sock*).



Figura 19 Meias Healthy Seas produzidas a partir de fio Econyl (StarSock).

PRECIOUS PLASTIC

O holandês Dave Hakkens desenvolveu quatro máquinas que transformam resíduos de plástico em matéria-prima como granulado ou filamento para impressão 3D, ou em produtos como candeeiros, jarras, tijelas, cestos, entre outros (Figura 20) (Duduá 2016; Hakkens). As quatro máquinas (extrusão, injeção, compressão e trituradora) foram desenvolvidas recorrendo a ferramentas básicas para que outras pessoas interessadas possam construí-las e transformar os resíduos. O principal objetivo deste projeto é reciclar o maior número de plástico para contribuir para a limpeza do planeta criando valor a estes resíduos (Hakkens).



Figura 20 Peças obtidas com as quatro máquinas do projeto Precious Plastic (Hakkens).

No entanto, para além destes exemplos existem outras marcas e empresas que desenvolveram soluções com matéria-prima reciclada:

ADIDAS Group, Alemanha

Em 2015, a *Adidas* em parceria com *Parley For The Oceans* criou umas sapatilhas feitas a partir de plásticos provenientes do mar e de redes de pesca. O corpo da sapatilha é composto por plástico reciclado, revestido com fibras das redes de pesca, já a sola foi feita de materiais produzidos de forma sustentável (Figura 21) (Green Savers).



Figura 21 Modelo das sapatilhas Adidas feitas de plásticos provenientes do mar e redes de pesca (Green Savers).

Após a realização do modelo de sapatilhas anterior, a *Adidas* decide aliar o lixo dos oceanos à impressão 3D como meio de redução da produção de resíduos industriais (Noctula Channel). A parte superior das sapatilhas foi feita de plásticos provenientes dos oceanos e a sola impressa em 3D com *nylon* de redes de pesca de emalhar (Figura 22) (Adidas Group 2015).



Figura 22 Modelo das sapatilhas Adidas que aliam à utilização de lixo dos oceanos a impressão 3D (Noctula Channel).

BIONIC

A *Bionic*, fundada em 2008, é uma empresa de engenharia de materiais que se dedica ao fabrico de fios de alto desempenho utilizando plásticos reciclados recuperados de praias e linha costeira (Hunter Douglas).

A *Bionic* dispõe de três tipos de fio: o HLX, DPX e FLX. O HLX é composto por uma hélice exterior em fibras naturais ou sintéticas e uma camada intermédia de plástico recuperado; o DPX é composto pela mistura de fibras de plástico recuperado entrelaçadas com fibras sintéticas ou naturais; o FLX é dos três, o único feito de plástico 100% reciclado (*Bionic*). Os fios da *Bionic* estão presentes em produtos como o *Greenscreen Sea-Tex* e a coleção *Raw For The Oceans*.

Greenscreen Sea-Tex da *Hunter Douglas*, Alemanha

A *Hunter Douglas*, utiliza o FLX da *Bionic* para produzir o *Greenscreen Sea-Tex*, o primeiro tecido para sistemas de estores e controle solar feito de plástico reciclado (Figura 23) (Derringer 2016).



Figura 23 Tecido para sistemas solares Greenscreen Sea-tex, da Hunter Douglas (Derringer 2016).

Raw For The Oceans da *G-Star Raw*, Holanda

Raw For The Oceans é uma coleção de edição limitada criada por Pharrell Williams em parceria com a *G-Star Raw*, *Parley For The Oceans* e a *Bionic*, que utiliza os fios *Bionic* para a produção das peças de roupa (Figura 24) (Greenburg 2014; G-Star Raw).



Figura 24 Pharrell Williams e a sua coleção Raw Fot The Oceans (G-Star Raw).

ECOALF, Espanha

A *Ecoalf* (empresa fundada em 2009) nasce da necessidade de criar uma marca realmente sustentável. A *Ecoalf* tem como objetivo criar a primeira geração de produtos reciclados com a mesma qualidade, design e as características técnicas que os não-reciclados. A *Ecoalf* recicla desde redes de pesca descartadas, garrafas de água, pneus, borra de café, algodão pós-industrial e lã pós-industrial para produzir roupa, mochilas, calçado e acessórios (Figura 25 e Figura 26) (*Ecoalf*).



Figura 25 Esta jaqueta para homem foi fabricada com 90 garrafas de água (*Ecoalf*).



Figura 26 Estas sapatilhas contêm 80 gr de nylon proveniente das redes de pesca. A sola é feita de pneus usados e os cordões de garrafas de água (*Ecoalf*).

ECOVER, Bélgica

A *Ecover*, uma empresa de produtos de limpeza, lançou em edição limitada a *Ocean Plastic Bottle* que contém 10% de plástico proveniente dos oceanos e o restante de outras fontes de plástico reciclado. Esta garrafa de detergente da loiça foi desenhada a pensar na natureza pois a *Ecover* acredita que a natureza é a melhor inspiração para os seus produtos (Figura 27) (*Ecover*).



Figura 27 Garrafa de detergente Ecover (*Ecover*).

METHOD, EUA

A *Method* em parceria com a *Envision Plastics*, criou em 2011 um protótipo de um frasco de detergente feito a partir de plástico encontrado nas praias havaianas. O frasco é feito de 100% material reciclado no entanto apenas 10% é proveniente dos plásticos do oceano (Figura 28) (Buczynski 2012).



Figura 28 Frasco de detergente da Method (Buczynski 2012).

PLASTICRODE, Holanda

O grupo holandês *VolkerWessels* está a desenvolver uma estrada, a *PlasticRoad*, que tem como objetivo ser feita com plásticos provenientes dos oceanos (Época Globo 2015). A *PlasticRoad* tem espaços pré-determinados para possíveis passagens de cabos e tubos de água e não necessita de tanta manutenção como uma estrada convencional, prevendo-se que dure mais de três vezes que o tempo médio de uma estrada. Esta solução pré-fabricada confere uma construção e montagem mais fácil e mais rápida sendo uma alternativa 100% sustentável às estradas convencionais em asfalto (VolkerWessels). A câmara da cidade holandesa de Roterdão já manifestou interesse em implementar a *PlasticRode* podendo ser a primeira com esta solução (Figura 29) (Época Globo 2015).



Figura 29 Projeto da PlasticRode (VolkerWessels).

THE NEW RAW, Grécia

Uma equipa sediada na Grécia criou o projeto *New Raw* que tem como iniciativa transformar resíduos de plástico, especialmente garrafas de água, em matéria-prima (Figura 30). O projeto conta com *workshops* que têm como objetivo procurar uma solução sustentável para a poluição de plástico utilizando técnicas de fabrico digital, contando já com mais de 20 participantes (Sakkazzo 2016).



Figura 30 Filamento de plástico reciclado e tampas de garrafas trituradas (Sakkazzo 2016).

Inserindo-se em produtos de caráter mais artísticos pode-se encontrar soluções como o tapete *Sea Me* desenhado pela *designer* Nienke Hoogvliet, que explora soluções mais sustentáveis para a produção de tapeçarias, foi feito com fios de algas marinhas e preso numa rede de pesca descartada (Amaral 2016). Esta alternativa mais ecológica e de baixo custo, pode ser uma solução sustentável para a indústria têxtil, pois as algas marinhas crescem muito mais rápido e necessitam de menos nutrientes que o algodão (Figura 31) (Nienke Hoogvliet).



Figura 31 Tapete Sea Me com 140x60cm (Amaral 2016).

Como continuidade do *Sea Me* surge o *Re-Sea-Me*. Aqui a autora utiliza peles de peixe, um produto residual da indústria da pesca, aplicando-os numa rede descartada formando assim, mais uma solução sustentável para na área da tapeçaria (Figura 32). As peles de salmão foram recolhidas numa peixaria e em seguida foram curtidas utilizando uma técnica antiga de curtimento de peles sem recurso a produtos químicos (Nienke Hoogvliet).



Figura 32 Tapete Re-Sea-Me (Nienke Hoogvliet).

Nos dois casos que se seguem apesar da matéria-prima utilizada não ser resíduos de redes de pesca nem plásticos dos oceanos, constituem duas soluções de cariz sustentável que ajudam no combate à poluição de plásticos.

GARRAFA FEITA DE ALGAS

Apesar de não conter material reciclado, a garrafa feita de algas criada por Ari Jónsson é uma solução sustentável e comestível. O processo de obtenção da garrafa passa por juntar ágar-ágar, composto à base de algas, com água, criando uma textura gelatinosa passível de ser moldada com ação de temperatura (SOL 2016). Esta garrafa mantém a forma até ser esvaziada, começando a quebra-se e no final da sua utilização pode ser ingerida visto que o agar é frequentemente utilizado como um substituto vegetariano para a gelatina em sobremesas (Figura 33) (Cooke 2016). Esta garrafa é amiga do ambiente pois decompõe-se naturalmente podendo ser uma boa alternativa para as garrafas feitas em plástico (SOL 2016).



Figura 33 Processo de decomposição da garrafa de algas de Ari Jónsson (SOL 2016).

SALTWATER BREWERY, EUA

A *SaltWater Brewery* desenvolveu os anéis dos packs de cerveja num material comestível por animais marinhos (Figura 34). Os anéis foram feitos a partir de resíduos do processo de fermentação da cerveja, tais como cevada e trigo tornando-os comestíveis e 100% biodegradáveis. Esta nova solução diz-se ser tão resistente como os anéis em plástico, no entanto, torna o produto mais caro. A empresa acredita que com o aumento da produção e a possível procura desta solução por parte de outras empresas, esta tecnologia possa tornar-se mais acessível não encarecendo o produto (Wanshel 2016). Como a maioria dos anéis dos packs de cerveja acaba nos oceanos e representa uma séria ameaça para a vida marinha, esta solução viria ajudar a colmatar esse problema tornando-se ainda um alimento para os animais (Saltwater Brewery).



Figura 34 Pack de cerveja SaltWater Brewery com anéis comestíveis (Wanshel 2016).

2.3.4. Quadro síntese e análise

Realizada a pesquisa pode-se perceber que o plástico presente nos oceanos é utilizado na produção de matéria-prima e de produtos. Verifica-se uma maior utilização de lixos plásticos dos oceanos relativamente às redes de pesca. Mas apesar disso, as redes de pesca estão presentes numa das maiores marcas de fibras regeneradas – o *Econyl* – que são utilizadas por muitas marcas a nível mundial. Pode-se encontrar plástico reciclado em produtos como: sapatilhas, skateboards, óculos de sol, roupa, mochilas, garrafas, etc. A tabela abaixo sintetiza a informação apresentada relativamente aos materiais, processos e produtos realizados (Tabela 4).

Tabela 4 Síntese dos materiais, processos e respetivos produtos.

| Desperdício/ resíduo | Processo de transformação | Aplicação | Empresa/ marca |
|---|---|--|---|
| Redes de pesca | Recolha das redes; Identificação das redes e separação por cor e tipo; Lavagem e secagem; Embalagem e transporte; Trituração das redes; Peletização; Injeção em molde; Montagem dos componentes do produto. | Skate; Óculos de Sol. | Bureo |
| Plásticos dos oceanos; Redes de pesca; Tapetes. | Recolha dos resíduos; Armazenamento e preparação; Despolimerização; Polimerização; Transformação da PA6; Comercialização do fio BCF e NTF. | Fio: BCF (carpetes, tapetes, estofos, revestimento automóvel); NTF (vestuário, roupa de desporto, meias e fatos de banho). Utilizado em inúmeras marcas a nível mundial. | Econyl Utilizado em marcas como: a Adidas, Interface, Desso, Koru Swimwear, Levi's, BMW, Star Sock, etc. |
| Plástico reciclado | Quatro máquinas: Trituradora; Extrusora; Injetora; Compressora. | Candeeiros; Jarras; Tijelas; Cestos; Etc. | Precious Plastic |
| Plástico dos oceanos e redes de pesca | | Sapatilhas | Adidas |
| Plástico dos oceanos e redes de pesca | Sola feita em impressão 3D | Sapatilhas | Adidas |
| Plástico da orla costeira | | Fio: HLX; DPX; FLX | Bionic |
| Plásticos dos oceanos; (Redes de pesca; Garrafas de água; Pneus; Borra de café; Algodão e lã pós- industrial.) | | Roupa; Mochilas; Calçado; Acessórios. | Ecoalf |
| Plástico dos oceanos | | Garrafa de produtos de limpeza | Ecover |

| Desperdício/ resíduo | Processo de transformação | Aplicação | Empresa/ marca |
|---|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Plástico reciclado; Plástico dos oceanos. | | Frasco de detergente | Method |
| Plástico reciclado | | Estradas | Plastic Rode |
| Plástico reciclado: garrafas de água | | Matéria-prima | The New Raw |
| Redes de pesca | | Tapete | Sea-Me |
| Redes de pesca e peles de peixe | | Tapete | Re-Sea-Me |
| Ágar e água | Moldado pela ação de calor | Garrafa | Garrafa feita de algas |
| Resíduos do processo de transformação da cerveja | | Anéis dos packs de cerveja | SaltWater Brewery |

Um dos casos de referência na utilização de redes recicladas na produção de nova matéria-prima pertence à empresa *Aquafil Group* detentora da fibra *Econyl*. A *Bureo*, outro caso de referência nesta dissertação, destaca-se pela transformação das redes de pesca em um produto 100% reciclado que cumpre todos os requisitos necessários para a sua função – *skateboard* – conferindo ao produto para além do carácter ecológico um aspeto e textura interessantes.

Os processos de fabrico e transformação dos resíduos utilizados pelas duas empresas são diferentes mas em ambos se consegue utilizar apenas material reciclado das redes de pesca. O conhecimento dos processos de fabrico da fibra *Econyl* e dos skateboards da *Bureo* foi muito importante para dar continuidade ao estudo, pois permitiu saber que é possível obter uma matéria-prima de qualidade apenas com estes resíduos.

Com esta análise de estado de arte pode-se perceber o que já foi realizado e de que forma se pode contribuir para dar continuidade ao uso de resíduos marinhos. O estudo segue com o objetivo de transformar, reutilizar e aplicar os resíduos das CRP em novos produtos evitando o recurso a outros materiais.

3. ESTUDO DE CASO:

Reaproveitamento dos resíduos da pesca

O estado de arte permitiu conhecer e identificar os resíduos da pesca e as suas consequências, bem como as soluções que se desenvolvem com lixo dos oceanos e resíduos da pesca. Absorvida essa informação, foi possível partir para o estudo de caso – o reaproveitamento dos resíduos da pesca. Neste capítulo pretende-se reutilizar e transformar os resíduos em matéria-prima para a conceção de novas soluções. Para que o estudo seja claro e conduzido de forma coerente dividiu-se em duas componentes: a experimentação e a aplicação. Contou-se com a colaboração de duas empresas: a fábrica de redes Cruz&Cruz que se disponibilizou para realizar uma visita à fábrica; e a Hidurbe - Gestão de Resíduos S.A. que forneceu os resíduos para que se pudesse dar continuidade ao estudo. Este estudo segue com o objetivo de reutilizar e transformar os resíduos das cordas e redes de pesca em novos produtos evitando o recurso a materiais virgens.

3.1. Experimentação

A experimentação compreende duas partes do estudo experimental: identificar os resíduos e experimentar o material. Para tal foram definidas as seguintes etapas/tarefas:

1. Visita a uma fábrica de redes;
2. Recolha dos resíduos da pesca;
3. Identificação dos materiais dos resíduos;
4. Conhecimento das características e propriedades dos materiais;
5. Transformação dos resíduos.

O estudo foi realizado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), no Departamento de Engenharia Mecânica; Laboratório de Materialografia; *Design Studio* e INEGI (Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial). Para além destes locais acima mencionados, os resíduos da pesca foram recolhidos na DocaPesca, no Porto de Matosinhos. Foram também utilizadas as instalações das Bibliotecas da FEUP, da Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto (FBAUP) e da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP).

3.1.1. Visita à fábrica de redes Cruz&Cruz

Para uma melhor compreensão do processo de fabrico das redes e pesca, realizou-se uma visita à fábrica Cruz & Cruz em Barqueiros, criada em 1981 para a produção de redes de pesca. Para além de redes de pesca, a fábrica produz redes de desporto, proteção, etc.

No setor de produção de redes de pesca a fábrica produz (Cruz & Cruz Lda):
Redes de Monofilamento de *nylon* nó duplo de Ø 0,30mm até Ø 0,60mm (Figura 35);
Redes de Polietileno Torcido, nó simples de Ø 1mm até Ø 2,5mm (Figura 36).



Figura 35 Redes de Monofilamento de nylon.



Figura 36 Redes de Polietileno Torcido.

A visita à fábrica de redes Cruz&Cruz iniciou-se com uma pequena reunião com a D^a. Sheila, proprietária da fábrica, que contou um pouco da história da empresa e esclareceu todas as dúvidas colocadas. Em seguida acompanhou-se o processo de fabrico dos dois tipos de redes de pesca feitas de *nylon* e de PEAD.

O processo de fabrico das redes de nylon utilizadas na pesca de emalhar, inicia-se com a tecelagem do fio (Figura 37). Este é colocado nas navetas que, por sua vez, são colocadas no tear onde se processa a rede. A máquina de tecelagem está preparada para receber fio com 0,30mm a 0,40mm de diâmetro. Durante a tecelagem as redes vão sendo enroladas nos rolos e no caso de se fabricarem várias redes ao mesmo tempo, são separadas por um fio branco (Figura 38).



Figura 37 Tecelagem do fio de nylon em rede.



Figura 38 Fio de separação de redes e colocação em rolos.

Feita a tecelagem das redes de nylon, seguem para a calandra onde são lavadas a temperaturas de 60°C a 80°C para esticar as redes (Figura 39). Depois de esticadas são submetidas a um ciclo térmico num forno a uma temperatura de 170°C para se garantir que a malha se mantém formada (Figura 40).



Figura 39. Colocação das redes na calandra.



Figura 40 Forno para manter a forma das redes.

Em seguida as redes são colocadas num esticador onde se verifica se têm algum defeito de fabrico. Se isso se verificar estas são marcadas com um fio de outra cor para serem depois reparadas. Assim que as redes são verificadas e não tendo defeito, são dobradas e atadas com um fio para serem embaladas e por fim entregues ao cliente (Figura 41).



Figura 41 Verificação das redes e embalamento.

O processo de fabrico de uma rede PEAD assemelha-se ao das redes de *nylon*, no entanto neste caso é necessário torcer o fio e as redes não passam pela calandra. Nas figuras que se seguem vê-se o processo de fabrico de uma rede de PEAD de cor preta pois trata-se de uma rede de ténis. No entanto o processo é o mesmo que para uma rede de pesca, mudando apenas a cor.

O processo inicia-se pela torção do fio. Cada fio será composto por 3 fios mas caso a rede seja composta por mais de 3 fios este processo repete-se (Figura 42).



Figura 42 Torção do fio.

Depois de ser feita a torção, os fios são enrolados nas navetas e seguem para o tear onde se forma a rede (Figura 43).



Figura 43 Colocação do fio nas navetas e tecelagem da rede.

Assim que a rede está tecida, esta é colocada no estirador e verifica-se se tem fio partidos ou se está danificada, caso esteja é necessário retifica-la (Figura 44). Após a verificação a rede segue para o forno a uma temperatura de 90°C para garantir que a malha não se deforma. Por fim as redes são embaladas e seguem para o cliente.



Figura 44 Colocação da rede no estirador. Figura C: Cruz&Cruz.

3.1.2. Recolha das cordas e redes de pesca

Conhecido o processo de fabrico das redes de pesca, foi necessário ter acesso aos resíduos para prosseguir com o estudo experimental.

Contactou-se um responsável da Hidurbe – Gestão de Resíduos S.A., pertencente ao Grupo Somague, responsável pela recolha dos resíduos na DocaPesca em Matosinhos, que permitiu a recolha das redes e cordas velhas

para a realização do estudo (Figura 45). Segundo o responsável da gestão de resíduos na DocaPesca, o Engenheiro Bruno Cunha, grande parte dos resíduos de CRP são reutilizados pelos armadores para reparação de outras redes para que possam ser utilizadas por um maior período de tempo. As restantes seguem para retomadores autorizados que fazem o posterior tratamento.

No entanto, isto nem sempre se verifica. Pretende-se partir da disponibilidade da Hidurbe - Gestão de Resíduos S.A. em colaborar com o fornecimento dos resíduos, para os explorar e transformar, criando produtos que para, além de serem feitos de material reciclado também valorizem os resíduos da pesca.



Figura 45 Recolha dos resíduos na Doca Pesca em Matosinhos.

3.1.3. Identificação dos materiais das cordas e redes de pesca

Após se ter obtido os resíduos o conhecimento da sua matéria-prima não era certo. Partindo do princípio que estaríamos a lidar com materiais poliméricos, tendo em conta a pesquisa efetuada e o feedback da empresa Cruz & Cruz, recorreu-se a um método de identificação de termoplásticos apresentado nos Anexos B e C (Apontamentos das aulas de Materiais não metálicos 2016) (Tabela 5), onde através de alguns testes realizados no Laboratório de Materialografia se pôde tirar uma conclusão acerca dos termoplásticos das CRP recolhidas.

Tabela 5 Método de identificação.

| Método / Ensaio | Especificações das amostras | Ensaio realizado |
|---|-----------------------------------|------------------|
| 1. Analisar o comportamento em água | Sem especificação | Sim |
| 2. Analisar o comportamento após imersão em Tetracloreto de Carbono | Mergulhar a mostra durante 2 min. | Não |
| 3. Analisar o comportamento após imersão em Acetato de Etilo | Mergulhar a mostra durante 2 min. | Sim |
| 4. Riscar com a unha da mão | Sem especificação | Sim |
| 5. Analisar o comportamento à fratura | Sem especificação | Não |
| 6. Analisar o comportamento após exposição à chama | Amostra com 10g. | Sim |
| 7. Analisar o cheiro do fumo após a extinção da chama | Sem especificação | Sim |

Antes de se proceder aos ensaios criaram-se as amostras tendo em conta as orientações mencionadas no método, (Tabela 5) que demonstra ser necessário pelo menos 3 amostras de cada tipo de resíduo, sendo que, uma das amostras deverá ter o peso de 10g.

Para realizar as amostras decidiu-se utilizar 4 tipos de resíduos – uma corda azul, uma rede de monofilamento azul, uma rede verde e uma rede verde e amarela, identificadas respetivamente com as letras A, B, C e D (Tabela 6).

Tabela 6 Identificação das amostras.

| Nome da amostra | Identificação | Imagem |
|-----------------|----------------------------|--|
| A | Corda azul |  |
| B | Rede de monofilamento azul |  |
| C | Rede verde |  |
| D | Rede verde e amarela |  |

Foram recolhidas as CRP e cortadas em pedaços e desfiadas até obter fios soltos e pequenos para facilitar o aquecimento das mesmas (Figura 46). Após esse processo foram colocadas, separadamente, numa frigideira para amolecerem a fim de criar uma patela para obter as amostras (Figura 47).



Figura 46 Preparação dos materiais para a realização das amostras. Exemplo do material D.



Figura 47 Processo de amolecimento da corda azul – amostra A.

Após ter as amostras preparadas e identificadas, realizaram-se os ensaios segundo o método de identificação referido anteriormente.

Foram necessários os seguintes materiais e ferramentas para a realização do método de identificação: resíduos de CRP; teste de identificação de termoplásticos; espátulas; tesoura; luvas; copos de ensaio; etilo de acetato (Reag. Ph. Eur.) e isqueiro.

Os ensaios iniciaram-se com a imersão das amostras em água onde rapidamente se verificou o seu comportamento – flutuar ou não flutuar – sendo que apenas a amostra B não flutuou (Figura 48).



Figura 48 Comportamento em imersão em água, amostra A, B.

De seguida secaram-se as amostras e procedeu-se ao segundo ensaio. Colocou-se 30ml de Etilo de Acetato (Reag. Ph. Eur.) PA-ACS-ISSO num copo de ensaio e colocaram-se as amostras uma a uma, tendo-se analisado o seu comportamento. Após 2 min de ensaio não se verificaram alterações no aspeto e textura do material (Figura 49).

No terceiro ensaio – riscar com a unha da mão – utilizaram-se amostras novas, pois as anteriores poderiam ter ficado afetadas devido à exposição ao Etilo de Acetato. Aqui verificou-se que as amostras A, C e D riscaram e a B não apresentou qualquer alteração, demonstrando ser um material mais duro.

Para o quarto ensaio – comportamento após a exposição à chama – recorreu-se novamente a uma nova amostra de cada tipo de resíduo, agora com 10gr. Após o ensaio realizado verificou-se que as quatro amostras continuaram a arder sem apresentar fumo preto (Figura 50).

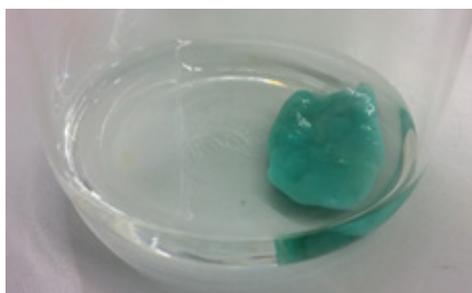


Figura 49 Comportamento em imersão em acetato de etilo, amostra A.



Figura 50 Comportamento após extinção à chama, amostra C.

Por fim realizou-se o quinto ensaio – cheiro do fumo após a extinção da chama. Após a extinção da chama cheiraram-se as amostras e conclui-se que a amostra A e D não apresentam odor específico, já as amostras B e C apresentam cheiro a corno queimado. Para este ensaio recorreu-se à Assistente Técnica Emília Soares que, conhecendo o método utilizado, ajudou na identificação dos odores das amostras pois estes não são facilmente identificáveis e/ou perceptíveis.

3.1.3.1. Análise de resultados

A análise aos resultados foi efetuada tendo em conta o esquema para o método de identificação de termoplásticos apresentado no Anexo C, permitindo chegar a uma conclusão acerca do material dos resíduos. Assim as amostras A, C e D correspondem a um PE e a amostra B a um Poliamida (PA) (Tabela 7). Apesar do método utilizado ser por exclusão de hipóteses de forma a apurar o tipo de termoplástico, o resultado final obtido é bastante aceitável, pois a restante informação recolhida através de *websites* de empresas de venda de CRP, bem como a informação obtida na visita à Fábrica de redes Cruz & Cruz, onde se referiu a utilização do PEAD, serviram como confirmação do material destes resíduos.

Tabela 7 Ensaio e resultados.

| Nº | Ensaio | Amostra | | | |
|----|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | A | B | C | D |
| 1 | Comportamento em imersão em água | Flutua | Não flutua | Flutua | Flutua |
| 2 | Comportamento em imersão em acetato de etilo (2min) | Não altera | Não altera | Não altera | Não altera |
| 3 | Riscar com a unha da mão | Risca | Não risca | Risca | Risca |
| 4 | Comportamento após a exposição à chama (10gr) | Continua a arder sem fumo preto |
| 5 | Cheiro do fumo após a extinção da chama | Não apresenta odor específico | Cheiro a corno queimado | Cheiro a corno queimado | Não apresenta odor específico |

Após os resultados obtidos decidiu-se também complementar o estudo com a realização de um ensaio de dureza de duas amostras – A e D – recorrendo a um Durómetro Shore D (Figura 51).



Figura 51 Realização do ensaio de dureza Shore D.

Para esta análise, optou-se por utilizar duas amostras de PE de resíduos diferentes para verificar se apresentavam valores semelhantes. Para a realização do ensaio foram criadas duas patelas de cada material com a superfície aproximadamente plana para se poder proceder ao ensaio. Para cada uma das amostras foram realizadas cinco medições em pontos diferentes e, de seguida, realizada a média dos valores obtidos, verificando assim a dureza de 65,4 e 63,2 ShoreD para a amostra A e D, respetivamente. De forma a perceber se estes valores se enquadram nos valores de referência do PE recorreu-se ao livro *Handbook of Materials Selection* de Myer Kutz e ao website da *MatWeb Material Property Data* (Tabela 8). Analisando os valores de Shore D do PEAD e do polietileno de baixa densidade (PEBD) presentes em ambas as fontes de informação (Anexo D e Anexo E) pôde-se concluir que ambas as amostras apresentam valores de dureza dos valores de referência do PEAD.

Tabela 8 Comparação dos valores do ensaio de dureza Shore D com os valores de referência do PEAD e PEBD. Fontes: Handbook of Materials Selection e MatWeb Material Property (MatWeb; Kutz 2002).

| Nº de ensaios | 1º | 2º | 3º | 4º | 5º | Média (Shore D) | Shore D PEAD (Matweb) | Shore D PEAD (Kutz 2002) | Shore D PEBD (Matweb) | Shore D PEBD (Kutz 2002) |
|---------------|----|----|----|----|----|-----------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Amostra A | 65 | 64 | 67 | 66 | 65 | 65,4 | 55-70 | 60-70 | 42-57 | 40-50 |
| Amostra D | 64 | 63 | 64 | 62 | 63 | 63,2 | | | | |

3.1.4. PE e PA: Propriedades e aplicações

Com base nos resultados obtidos com o método de identificação de termoplásticos, procedeu-se a uma pequena abordagem das propriedades gerais do PEAD e da PA, e respetivas aplicações para um melhor conhecimento destes termoplásticos. A tabela seguinte tem como base o *software* CES EDUPACK 2016 que descreve algumas das propriedades e aplicações do PEAD e do PA consideradas importantes para o estudo (Tabela 9).

Tabela 9 Propriedades do PEAD e da PA e aplicações. Fonte: CES EDUPACK 2016.

| Propriedades | PEAD | PA | Unidade |
|-------------------------------|-------------|-----------------|----------------------|
| Densidade | 952 – 965 | 1,12e3 – 1,14e3 | kg/ m ³ |
| Preço | 1,82 - 2,23 | 3,39 - 3,81 | EUR/Kg |
| Módulo de Young | 1,07 - 1,09 | 2,62 - 3,2 | GPa |
| Resistência à tração | 22,1 - 31 | 90 - 165 | MPa |
| Resistência à compressão | 18,6 – 24,8 | 55 - 104 | MPa |
| Dureza - Vickers | 7,9 – 9,9 | 25,8 – 28,4 | HV |
| Resistência à fratura | 1,52 – 1,82 | 2,22 – 5,62 | MPa.m ^{0.5} |
| Ponto de fusão | 130 – 137 | 210 - 220 | °C |
| Temperatura máxima de serviço | 113 – 129 | 110 - 140 | °C |
| Temperatura mínima de serviço | -82 - -72 | -123 - -73,2 | °C |
| Reciclável | Sim | Sim | |

| | | |
|-----------|--|---|
| Aplicação | Tubos, brinquedos, bacias, baldes, garrafas de leite, caixas, embalagens, película de embalagens, garrafas para alimentos. | Rodas dentadas e rolamentos, caixas de equipamentos elétricos, lentes, contentores, tubos, rodas de mobiliário, coberturas de roda de bicicleta, garrafas de ketchup, cadeiras, puxadores, rolamentos, embalagens de alimentos. Nylons são usados para encadernações, linha de pesca, carpetes, estofos automóveis, como fibras de aramida - cabos, cordas, roupas de proteção, sacos de filtragem de ar e isolamento elétrico. |
|-----------|--|---|

3.1.5. Experiências de transformação do PEAD

Após a identificação dos termoplásticos optou-se pela escolha do PEAD como objeto de estudo para proceder à transformação, pois apesar de o PA apresentar algumas propriedades superiores ao PEAD, o PA verificou-se mais difícil de trabalhar durante a preparação das amostras. No entanto, a reciclagem do PEAD é recorrente devido à estabilidade do material que permite o seu reprocessamento algumas vezes sem apresentar grandes alterações nas suas propriedades (Tišler-Korljan e Gregor-Svetec 2014).

3.1.5.1. Numa injetora vertical: experiências 1, 2, 3, 4 e 5

Selecionado o material, procederam-se às primeiras experiências para transformação do material numa injetora vertical (Figura 52) que também se encontra no Laboratório de Materialografia. Apesar da existência de outras injetoras na FEUP mais adequadas para a transformação do material, esta foi a única a que se teve acesso para realizar as experiências. A injeção do material foi feita em moldes em liga de alumínio já existentes no laboratório.

Para a realização das experiências, foram necessários os seguintes materiais e ferramentas: material A (corda azul) e D (rede verde e amarela); PE virgem; copos de ensaio; espátulas; luvas; sacos de plástico; injetora; DOMAX Silicone Especial em Spray e moldes de injeção.



Figura 52 Injetora vertical do INEGI.

Antes de se proceder à primeira experiência na injetora vertical, foi necessário, numa primeira fase, através da revisão de literatura identificar a temperatura de fusão para PEAD reciclado usada por outros investigadores e, numa segunda fase, analisar o comportamento do material na injetora a diferentes temperaturas, pois estes materiais podem não apresentar a mesma temperatura de fusão que os materiais virgens. Sendo assim, através de um estudo realizado em que se compararam as propriedades mecânicas de granulado de PEAD virgem e PEAD reciclado ambos com fibras de cânhamo, verificou-se que os investigadores utilizaram uma temperatura de fusão na ordem dos 118°C a 131°C para o PEAD virgem e uma temperatura superior para o PEAD reciclado com 130°C a 190°C (Lu e Oza 2013). Tal como referido, também se analisou o comportamento do PEAD ao ser colocado na injetora e verificou-se que a temperatura de 130°C a 137°C indicada no CES EduPack 2016 não era suficiente, colocando-se a injetora a 190°C onde apresentou um melhor comportamento.

Na primeira experiência, foi aplicada a pressão de 0.2MPa, sendo esta a pressão normal de trabalho para a injetora utilizada, à temperatura de 190° com a duração do curso de injeção de 5 seg. O molde foi previamente pulverizado com spray desmoldante e posicionado manualmente de forma a ficar em linha com o bico da injetora e acionou-se a injeção. No final da experiência, verificou-se que o material não tinha sido injetado após este ter sido aberto.

Como o material se apresentava muito viscoso decidiu-se aumentar a temperatura da injetora para 200°C e aumentar a duração do curso de injeção, passando a ser de 7 seg., pois esse também poderia ser um dos fatores para não ter ocorrido a injeção. Posto isto, colocou-se mais material no canhão e com a ajuda do pistão - variando a duração do curso entre 1 a 3 seg - foi-se compactando o material ao mesmo tempo que este amolecia, para se proceder à segunda experiência. Contudo, mesmo com estas alterações, quando se abriu o molde verificou-se que ainda não tinha injetado qualquer material.

Visto que o aumento da temperatura e da duração do curso de injeção não

resolveram o problema, optou-se por utilizar outro molde que devido à sua forma poderia ser uma melhor alternativa (Figura 53).

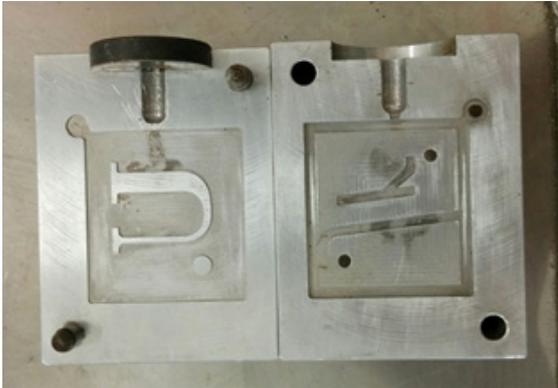


Figura 53 Molde de injeção utilizado nas experiências 3, 4 e 5.

Para a experiência nº3, mantiveram-se os parâmetros excepto a temperatura que passou de 200°C para 215°C. Após a injeção, abriu-se o molde e verificou-se a entrada de algum material, que, no entanto, preencheu menos de metade do molde (Figura 54).



Figura 54 Experiência nº3. Aspeto da injeção no molde.

Com o resultado obtido nesta experiência optou-se por trocar de material, tendo sido escolhido o material A, que apesar de também ser PEAD, este foi mais fácil de derreter e compactar que o material D, de forma a poder comparar o comportamento de ambos na injetora.

Para dar início à experiência nº4, manteve-se a temperatura anterior mas aumentou-se a duração do curso de injeção para 10 seg. e decidiu-se adicionar 50% de PE virgem, pois um dos problemas que se verificou ao longo das experiências anteriores foi a elevada viscosidade do PEAD reciclado das CRP. Pelas diferentes cores entre o PEAD das CRP e o PE virgem pode-se verificar que os materiais não se misturaram obtendo uma peça heterogénea. Nesta experiência o material injetou preenchendo praticamente o molde, não sendo, no entanto, ainda suficiente para obter a peça completa (Figura 55).



Figura 55 Experiência nº4. Adição de 50% de PE virgem.

Por fim, fez-se mais uma tentativa, mas com a adição de aproximadamente 70% de PE virgem. A temperatura da injetora foi alterada, descendo para 210°C, pois tendo em conta a adição de PE virgem, que necessita de uma temperatura inferior, decidiu-se reduzir ligeiramente a temperatura e verificar se isso não interferia no comportamento do PEAD reciclado. Outro facto que se verificou na experiência anterior com o aumento da duração do curso para 10 seg. foi o transbordar de material para fora do molde, optando-se assim por colocar uma duração de 6 seg.

Redefinidos os parâmetros procedeu-se a realização da experiência nº5. Após a injeção estar concluída, abriu-se o molde e verificou-se a total injeção completando o molde e formando a peça desejada (Figura 56).



Figura 56 Experiência nº5. Adição de 70% de PE virgem.

3.1.5.1.1. Análise de resultados das experiências 1, 2, 3, 4 e 5

Com a realização das experiências 1, 2, 3, 4 e 5 pode-se constatar que com o molde utilizado apenas foi possível injetar o PEAD das CRP com a adição de uma grande percentagem de PE virgem (Tabela 10). A percentagem utilizada ronda os 50% na experiência nº4 e os 70% na experiência nº5, no entanto não se pode precisar estes valores tendo em conta que a junção dos materiais foi feita dentro da injetora. Para se conhecer ao certo as percentagens utilizadas seria necessário criar previamente um granulado já com a mistura feita.

A tabela seguinte apresenta os resultados obtidos nas experiências realizadas face aos parâmetros utilizados para cada um delas, descritos ao longo das experiências.

Tabela 10 Resultados obtidos nas experiências realizadas na injetora vertical tendo em conta os parâmetros utilizados.

| Nº da experiência | Material | Temperatura | Curso de injeção | Pressão | Comportamento na injeção |
|-------------------|------------------------|-------------|------------------|---------|-------------------------------------|
| 1 | PE (D) | 190°C | 5 seg. | 2 MPa | Não injetou |
| 2 | PE (D) | 200°C | 7 seg. | 2 MPa | Não injetou |
| 3 | PE (D) | 215°C | 7 seg. | 2 MPa | Injetou mas preencheu pouco o molde |
| 4 | PE (A) + 50% PE virgem | 215°C | 10 seg. | 2 MPa | Injetou mas não preencheu o molde |
| 5 | PE (A) + 70% PE virgem | 210°C | 6 seg. | 2 MPa | Injetou e preencheu o molde |

Estas experiências permitiram verificar que o PEAD reciclado das CRP apresenta uma viscosidade muito superior ao PE virgem, o que dificultou a passagem do material no gito e a entrada no molde. Para além disso, o material não ficou homogéneo apresentando ainda pequenos pedaços de rede por derreter.

Estas características demonstram que o material reciclado sofre alterações ao ser reprocessado. No entanto, a reciclagem é cada vez mais comum na indústria dos plásticos apesar desse processo afetar as propriedades mecânicas dos materiais e por consequência a qualidade dos produtos finais (Oblak et al. 2016). No caso do PEAD, estudos revelam que a diminuição das propriedades mecânicas do PEAD se torna visível após a décima extrusão, e bastante evidente com uma redução de 20% a partir da 30ª extrusão (Oblak et al. 2016). Apesar da perda de propriedades mecânicas verifica-se um aumento na resistência à tração e módulo de Young com o aumento dos ciclos de extrusão do PEAD (Tišler-Korljan e Gregor-Svetec 2014).

No que diz respeito ao ponto de fusão dos materiais virgens comparativamente com os reciclados, estes podem apresentar índices de fusão semelhantes mas viscosidades diferentes devido a uma diferente distribuição de peso molecular ou ramificação, verificando-se cientificamente que o PEAD reciclado apresenta menor amolecimento e ponto de fusão do que um PEAD virgem (Tišler-Korljan e Gregor-Svetec 2014).

Apesar das alterações nos materiais existe uma vantagem ambiental e económica na utilização de material reciclado (L. Simões, Costa Pinto, e Bernardo 2013). Por estes fatores, mantem-se o objetivo de utilizar apenas de PEAD reciclado das CRP, optando-se pela criação de um molde com um formato mais adequado e um gito de diâmetro superior, tendo em conta que se verificou que um gito de diâmetro muito pequeno perante uma viscosidade elevada pode dificultar a injeção.

3.1.5.2. Com um molde de um peixe-balão: experiências 6, 7, 8 e 9

Para dar continuidade às experiências recorreu-se ao fabrico de um novo molde de injeção produzido no INEGI. Tendo em conta os resultados anteriores, para este novo molde procurou-se desenhar um objeto que permitisse: um diâmetro do gito maior com a possibilidade de aumento ao longo das experiências; peça relacionada com o tema; peça de pequena dimensão tendo em conta a capacidade da injetora.

Para a obtenção da peça decidiu-se desenhar um peixe-balão recorrendo ao software de modelação ZBrush 4R7, pois tendo em conta a forma do peixe-balão, este software contém ferramentas que permitem modelar o objeto de uma forma mais simples e realista, quando comparado com outros software de modelação (Figura 57).



Figura 57 Comparação de um peixe-balão com a peça obtida através da modelação em ZBrush 4R7. Fonte da imagem: National Geographic (National Geographic).

Como se pretendia obter o peixe num curto espaço de tempo e para se poder realizar o molde, recorreu-se à impressão 3D. A impressão 3D consiste num

método de fabrico aditivo (FA), através da deposição de material por camadas, cada vez mais utilizado para obter peças e protótipos (Kun 2016). Apresenta vantagens relativamente aos métodos tradicionais, como: a rapidez na obtenção da peça, a liberdade geométrica, a qualidade de produção e o baixo custo (Lino 2001; Kruth 2010 citado em Abreu 2015). Dentro do FA podemos ter várias tecnologias como: Estereolitografia (SL ou SLA), Sinterização Seletiva por Laser (SLS), Modelação por Extrusão de Plástico (FDM), Fabrico de Objetos por Camadas (LOM) e *PolyJet*.

Feito o desenho da peça em 3D, procedeu-se à conversão do ficheiro com extensão ZPR para extensão STL, para posterior abertura no programa Autodesk Meshmixer, software indicado para trabalhar com malhas triangulares e preparação de ficheiros para impressão 3D. Este programa foi utilizado para fazer a separação do peixe em duas partes simétricas para fornecer uma base na impressão das peças de forma a reduzir o número de suportes na impressão, bem como retirado algum detalhe do peixe tendo em conta o método de impressão 3D a utilizar - FDM (Figura 58).

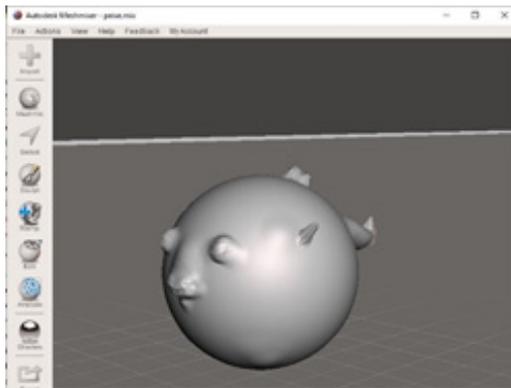


Figura 58 Aspeto final do peixe-balão aberto no software Autodesk Meshmixer.

FDM, um método de fabrico aditivo criado em 1988 por Scott Crump, é caracterizado pela deposição de material termoplástico por camadas, de baixo para cima (Figura 59). O processo de impressão em FDM inicia-se com a leitura de um ficheiro CAD 3D que define o caminho de extrusão do material para fazer a peça e quaisquer suportes que sejam necessários para a impressão da peça (Stratasys). Em seguida, na impressora 3D, a peça é obtida através da extrusão do material – uma bobine de filamento termoplástico - que ao passar no bocal, aquece e derrete, depositando-se ao longo do caminho pré-definido automaticamente pelo software para a impressão do objeto (Stratasys; Kun 2016). Após a impressão estar concluída, retiram-se os suportes caso existam e a peça está pronta. Esta é, atualmente, a tecnologia mais utilizada atualmente na impressão 3D (Abreu 2015).

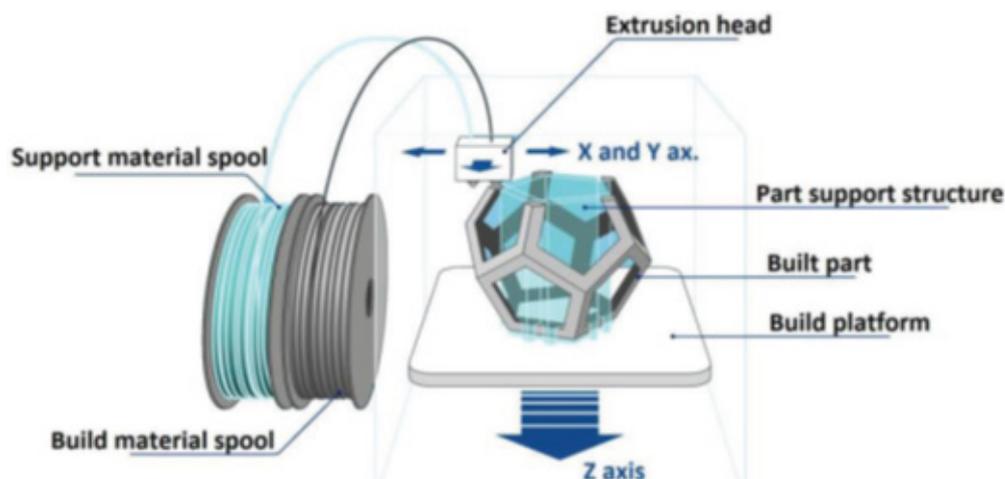


Figura 59 Desenho conceptual da tecnologia FDM. Fonte: Reconstruction and Development of a 3D Printer Using FDM Technology, Procedia Engineering (Kun 2016).

Para a impressão do peixe-balão recorreu-se a uma impressora FDM que imprimiu o peixe com as especificações indicadas na Tabela 11.

Tabela 11 Especificações da peça em impressão FDM.

| Qtd. | Nome | Características | Material | Tempo de impressão | Tratamento da superfície |
|------|-------------|----------------------|----------|--------------------|--------------------------|
| 1 | Peixe-balão | 2 peças; 0,10mm; 10% | PLA | 1h:30min | Sem tratamento |

O peixe foi impresso em duas metades posteriormente coladas para se proceder ao fabrico do molde de injeção, onde foi tido em atenção as contra-saídas da peça no fabrico do molde (Figura 60).



Figura 60 Impressão 3D em FDM do peixe-balão.

Obtida a peça, procedeu-se ao fabrico do molde com o seguinte processo de fabrico:

1. Foi feita uma caixa de contraplacado com base na dimensão pretendida para o molde;
2. Feita a caixa, vedou-se as juntas com plasticina;
3. Pincelou-se o interior da caixa com o desmoldante DOMAX Silicone Especial em Spray;
4. Preparou-se a mistura, tendo em conta o volume da cavidade. A mistura

- consiste em 1/3 de resina de poliuretano P19 e 2/3 de pó de alumínio PD200;
5. Verteu-se a mistura até preencher aproximadamente metade da caixa;
 6. A peça foi colocada na mistura de forma a ficar metade submersa;
 7. De seguida foi feita a cura da primeira metade do molde, ficando 30 minutos à temperatura ambiente e 2 horas numa mufla¹² a 80°C;
 8. Após a cura foram feitas as cavidas na primeira metade do molde (Figura 61);
 9. Colocou-se novamente desmoldante;
 10. O processo de vazamento foi repetido para criar a segunda metade do molde.

12. forno metálico para cozer barro, em cerâmica artística.
Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/mufla>

A principal alteração e característica que se pretendeu neste molde foi um gito com maior diâmetro – 3mm – maior que o anteriormente utilizado (Figura 61).



Figura 61 Molde do peixe-balão.

Iniciaram-se as experiências no molde produzido para dar continuidade ao estudo, mantendo-se os materiais e ferramentas utilizadas nas experiências anteriores com exceção dos dois moldes do porta-chaves, PE virgem e do material D. Previamente, cortou-se a corda de pesca o mais pequena possível (material A), de forma a procurar que esta amoleça e se ligue mais facilmente dentro do canhão, antes de ser injetado o material (Figura 62).



Figura 62 Material A: PEAD de corda de pesca titurada.

A injetora manteve-se com a pressão de 0.2MPa, uma temperatura de 210° e um curso de injeção de 4 seg, inferior à utilizada na experiência anterior tendo em conta o diâmetro do gito deste molde.

Realizada a experiência nº 6, abriu-se o molde e verificou-se que o material tinha entrado. Apesar e não preencher a cavidade do molde, considerou-se um resultado positivo relativamente aos anteriores, demonstrando que a alteração no diâmetro do gito foi suficiente para permitir a passagem do material (Figura 63). Posto isto, decidiu-se aumentar gradualmente a duração do curso de injeção até se obter o preenchimento total do molde.



Figura 63 Experiência nº6. Primeira utilização do molde do peixe-balão.

Mantiveram-se todos os parâmetros exceto a duração do curso de injeção que passou para 5 seg. e foi realizada a experiência nº7. Feita a injeção, retirou-se o molde e após a sua abertura verificou-se a entrada de mais material, aproximadamente $\frac{1}{4}$ (Figura 64).

Como se verificou que com o aumento da duração do curso de injeção, mais material entrava no molde, na experiência seguinte voltou-se a aumentar para 6seg. e verificou-se novamente a entrada de uma maior quantidade de material – aproximadamente $\frac{1}{2}$ molde (Figura 65).



Figura 64 Experiência nº7. Verifica-se a passagem do material para o interior do molde.



Figura 65 Experiência nº8. Com o aumento do curso de injeção deu-se a entrada de mais material.

Por fim, na experiência nº9, aumentou-se novamente o curso de injeção para 7seg. ficando o molde praticamente preenchido (Figura 66).



Figura 66 Experiência nº9.

Apesar de não se ter obtido o resultado esperado – a total injeção do molde e aspeto homogêneo - tendo em conta a fragilidade do molde, e não sendo este indicado para muitas utilizações, optou-se por dar como finalizadas estas experiências, procurando uma alternativa à existente.

3.1.5.2.1. Análise de resultados das experiências 6, 7, 8 e 9

Como se pode verificar na Tabela 12, a par do aumento gradual da duração do curso de injeção verificou-se um aumento da quantidade de material injetado no molde.

Tabela 12 Parâmetros e resultados das experiências com o molde do peixe-balão.

| Nº da experiência | Material | Temperatura | Curso de injeção | Pressão | Comportamento na injeção |
|-------------------|----------|-------------|------------------|---------|-----------------------------|
| 6 | PE (A) | 210°C | 4 seg. | 2 MPa | Passou no gito do molde |
| 7 | PE (A) | 210°C | 5 seg. | 2 MPa | Injetou aprox. ¼ do molde |
| 8 | PE (A) | 210°C | 6 seg. | 2 MPa | Injetou aprox. ½ do molde |
| 9 | PE (A) | 210°C | 7 seg. | 2 MPa | Injetou quase na totalidade |

Tendo em conta as condições do estudo – tipo de resíduo, tipo de molde e capacidade/desempenho da injetora utilizada – concluíram-se três aspetos importantes:

- A dificuldade encontrada inicialmente e impossibilidade da passagem do material 100% reciclado de CRP para o molde, pode ser resolvida com o aumento do diâmetro do gito sendo, neste caso, 3mm de diâmetro suficiente;
- Apesar de ocorrer a injeção, o material apresentou-se sempre com um aspeto heterogêneo;

- Fatores como a pressão da injetora, a duração do curso de injeção e a própria injetora foram decisivos nos resultados.

Com base nestes aspetos pondera-se que o derretimento prévio das CRP possa ser uma ajuda para tornar o material mais homogéneo. No entanto, tendo em conta a fragilidade apresentada pelo molde foram procuradas alternativas à utilização da injetora vertical pois acha-se pertinente continuar o estudo com a utilização do material reciclado das CRP sem a adição de qualquer aditivo.

3.1.5.3. Com um molde de silicone: experiências E1 e E2

Para dar seguimento ao estudo, recorreu-se à utilização de um molde de silicone de um copo disponível na FEUP (Figura 67).



Figura 67 Molde de silicone de um copo de café.

Foram necessários os seguintes materiais: material A (corda azul) e D (rede verde e amarela); molde de silicone; frigideira; fogão; espátulas e luvas.

Realizaram-se duas experiências nomeadas por E1 e E2 com as seguintes especificações:

Tabela 13 Especificações das experiências E1 e E2.

| Nome da experiência | Material | Peso do material |
|---------------------|------------|------------------|
| E1 | Material A | 18g. |
| E2 | Material D | 30g. |

As experiências iniciaram-se com a colocação do material A triturado em pedaços numa frigideira. Com a ajuda de duas espátulas o material foi derretido lentamente obtendo-se uma pasta que foi em seguida colocada no molde de silicone e pressionada manualmente até o material se moldar à forma preenchendo-o.

Aberto o molde verificou-se que o material não tinha preenchido a forma, sendo necessário colocar mais material (Figura 68).



Figura 68 Experiência E1.

Na segunda experiência – experiência E2 - utilizou-se o material D com um aumento da quantidade de material, passando de 18g. para 30g. Aberto o molde verificou-se o total preenchimento do molde (Figura 69). Como se pode ver em ambos os casos a peça apresenta excesso de material tendo sido retirado posteriormente (Figura 70).



Figura 69 Experiência E2.



Figura 70 Copo após ser lixado e retirado o excesso de material.

3.1.5.3.1. Análise de resultados das experiências E1, E2 e conclusões

Este método de moldação revelou-se inadequado devido à elevada viscosidade do material que não permitiu o material adequar-se devidamente à forma do molde, deixando alguns defeitos na peça. No entanto dos dois métodos utilizados para transformar o material – injetora e molde de silicone – o último foi onde se obteve um melhor aspeto e melhores resultados apesar de não originar uma peça fiel à forma do molde. No que diz respeito às experiências na injetora precisava-se de um novo molde ou um molde mais resistente para dar continuidade às experiências, assim como, uma injetora com melhores

propriedades. Este fator foi um entrave na obtenção dos resultados e, possivelmente, mais satisfatórios. Outra hipótese que se põe é a transformação do material das cordas e redes de pesca em granulado para proceder à injeção do mesmo, acreditando que se poderia obter melhores resultados na injeção, com destaque para o aspeto superficial da peça.

A possibilidade de se aquecer o molde antes da injeção também seria uma solução a testar pois podia ajudar o material a entrar e não arrefecer tão rapidamente como se verificou ao longo das experiências. Relativamente ao molde de silicone a “flexibilidade” característica do material, não ajudou na obtenção de uma peça fiel ao molde, obtendo-se uns copos espessos e com algumas irregularidades.

Em suma, verificou-se que a transformação de PEAD das CRP no seu estado puro não apresenta um processamento e transformação fácil. Para tirar uma conclusão mais assertiva será necessário realizar mais experiências com outras ferramentas pois acredita-se, tendo como base o estado de arte e artigos científicos, que é possível utilizar apenas material 100% reciclado.

DESIGN COMO VEÍCULO PARA O REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE CORDAS E REDES DE PESCA PARA A CRIAÇÃO DE PRODUTOS

3.2. Aplicação: Desenvolvimento de um produto

Após a experimentação sentiu-se necessidade de aplicar o material dos resíduos da pesca como meio de validação à sua utilização em novos produtos. Nesta fase pretende-se desenvolver um produto que aproveite as características dos materiais cumprindo os objetivos estabelecidos inicialmente.

3.2.1. Geração de ideias

Tendo como base os objetivos e requisitos do estudo iniciou-se o processo de procura de ideias com um *brainstorming* (Figura 71), centrado em duas perguntas fundamentais: Qual a melhor forma de valorizar os resíduos da pesca? E onde aplicar?

Pretende-se explorar os diferentes estados das cordas e redes de pesca com a utilização do material das CRP mas também o recurso a rede de pesca no seu estado puro pois também se trata de uma solução viável.

A fim de reforçar a importância da reciclagem das CRP e as potencialidades deste material, pretende-se criar um produto que mantenha a ligação às suas origens – o mar, a praia, a natureza. As cordas e redes de pesca em fim de vida, outrora foram utilizadas para colher alimento por pescadores e embarcações, sendo pertinente manter a ligação à pesca transmitindo-o na forma, cor e aspeto dos materiais.



Figura 71 Brainstorming realizado para o estudo.

O *brainstorming* foi realizado com apenas dois participantes que lançaram as ideias e foram discutindo os seus prós e contras até chegar à ideia para o desenvolvimento do projeto: um encosto/saco para a praia. Durante o brainstorming surgiram várias ideias de como valorizar os resíduos e onde os aplicar mantendo sempre a ligação à praia, tais como: brinquedos de praia, jogos de praia, banco de praia, mobiliário e acessórios para bares de praia, entre outras.

Este processo foi importante na busca de respostas às perguntas anteriormente colocadas pois permitiu explorar o pensamento, articular as ideias geradas e chegar a uma conclusão relativa à aplicação dos materiais.

3.2.2. Produtos semelhantes

Selecionada a ideia, procedeu-se à realização de uma pesquisa de mercado, para se conhecer as soluções já realizadas dentro da mesma tipologia de produto – encostos, espreguiçadeiras, soluções com dupla funcionalidade para utilizar na praia. Efetuada a pesquisa selecionaram-se os seguintes produtos: Tillow, 3-in-1 Beach Towel Tote, Sand Chair, Beachcomber, Kupy, BeachThingy,

Origama e a cadeira *Track&Field*. Estes produtos foram selecionados não pelos materiais utilizados mas pela sua função e contexto de uso.

Tillow

A *Tillow*, consiste numa toalha que contém uma almofada (Figura 72). Esta toalha dispõe de um compartimento para colocar a almofada em espuma removível; um bolso camuflado e resistente à água para guardar os pertences e um bolso touchscreen (Figura 73), para que o utilizador possa colocar o seu telemóvel ou outro dispositivo e utilizá-lo sem ter que o retirar do compartimento. A *Tillow* apresenta as seguintes dimensões: 88,9cm x 165,1m x 7,62cm. A toalha é 100% algodão, o forro 100% poliéster e a almofada em espuma (*Tillow*).



Figura 72 *Tillow* em utilização (*Tillow*).



Figura 73 Bolso touchscreen da *Tillow* (*Tillow*).

3-in-1 Beach Towel Tote, EUA

Melissa, uma blogger norte americana, tendo como base o conceito “*Do it Yourself*” (faça você mesmo), desenvolveu um saco/toalha de praia, tendo como base imagens visualizadas de produtos semelhantes, na plataforma virtual Pinterest. Assim a *3-in-1 Beach Towel Tote*, como denominou a autora, trata-se de um saco que aberto funciona como uma toalha de praia com uma almofada (Figura 74). Para desenvolver este produto foram necessárias duas toalhas, uma tira de tecido e velcro (Melissa 2013).



Figura 74 *3-in-1 Beach Towel Tote* na função de toalha e fechado a funcionar como saco (Melissa 2013).

Sand Chair, Tovdesign, Bélgica

Tovdesign, um estúdio de design na Bélgica, fundado em 2002 pelo designer Tom Vrieze, desenvolveu uma cadeira/espreguiçadeira de praia, a *Sand Chair* também com base no conceito “*Do it Yourself*”. O utilizador adquire o modelo online de como fazer a cadeira/espreguiçadeira e depois de feita basta proceder à montagem do produto (*Tovdesign*) (Figura 75).



Figura 75 Montagem e utilização da Sand Chair (*Tovdesign*).

Beachcomber, Picnic Time, EUA

O *Beachcomber* consiste num tapete de praia, leve e portátil, com um encosto inclinável e ajustável. Dispõe de uma alça de ombro e um bolso com fecho para guardar os pertences e pequenos objetos. *Beachcomber* é leve, desenhado para poder ser transportado com facilidade (Figura 76). Este produto é feito em poliéster e uma estrutura de aço (*Picnic Time*).



Figura 76 Beachcomber (*Picnic Time*).

Kupy, Portugal

Kupy, um produto português, trata-se de um encosto para estar na praia. É constituído por uma lona e uma estrutura tubular em alumínio e é um produto leve, 620gr, e fácil de transportar, fechado assemelha-se a um quadrado com 45cm x 47cm x 3.5cm. O Kupy dispõe de uma fita que permite utilizá-lo na posição desejada - a fita deve ser colocada de lado de forma a poder-se abrir mais ou menos o encosto. O Kupy é feito com lona 100% algodão e uma estrutura em alumínio (Figura 77) (Kupy).



Figura 77 Kupy em transporte e em utilização na praia (Kupy).

Beach Thingy

O designer Larry Laske, desenvolveu em 2006 a *Beach Thingy*, um encosto de praia, leve e fácil de transportar, mantendo o utilizador em contacto com a areia (Figura 78).



Figura 78 Beach Thingy em várias cores (Laske 2006) e em utilização (Fab Europe).

Para a utilizar é necessário colocar o pé na abertura que se encontra na parte inferior da cadeira e com o peso do corpo enterrar o encosto na areia até que se encontre estabilizada. A cadeira é feita em PP reforçado com 20% de fibras e apresenta as seguintes dimensões: 64cm x 38,5 cm x 5,6cm, e pesa 2,22kg (Laske 2006).

Origama, Portugal

A Origama, marca portuguesa que criou a Sun Seat Classic, uma toalha, espreguiçadeira e cadeira (Figura 79).



Figura 79 Origama Sun Seat Classic em utilização (Origama).

A toalha de turco 100% algodão, dispõe de uma pega de tecido, e duas estacas em madeira de pinho. Para facilitar o seu transporte, as estacas de madeira fecham-se e a toalha enrola-se em torno destas (Figura 80). A toalha mede 170cm x 86cm e o produto tem um peso total de 1kg (Origama).



Figura 80 Forma de transportar a Sun Seat Classic e pormenor de um dos padrões da Origama (Origama).

Cadeira *Track&Field*, Brasil

Através de um testemunho de uma utilizadora colocado na internet, verificou-se a existência de uma cadeira/espreguiçadeira de praia da marca *Track & Field*, com um sistema semelhante ao da Origama. Esta cadeira/espreguiçadeira é composta por uma lona que funciona como toalha e por dois paus de madeira para o encosto. Dispõe de uma alça para facilitar o transporte, bastando desenrolar a lona e colocar os paus de madeira nos encaixes presentes na parte de trás do tecido consoante a altura desejada (Figura 81) (Speroto 2011).



Figura 81 Cadeira Track&Field fechada e em posição de utilização (Speroto 2011)

A pesquisa efetuada permitiu conhecer os produtos existentes dentro da tipologia pretendida: objetos de praia como encostos, espreguiçadeiras, soluções com dupla funcionalidade. Ao longo da pesquisa percebeu-se a existência de muitas soluções de espreguiçadeiras e bancos de praia. A Origama, o Kupy e *Beach Thingy* assemelham-se ao pretendido enquanto encosto apesar de não apresentarem dupla funcionalidade. Nesse sentido, o Beachcomber consiste na solução mais próxima do desejado enquanto função, dispondo do encosto e de um bolso para guardar os pertences. Este conhecimento foi importante para que o produto a ser desenvolvido traga algo de novo face aos existentes.

3.2.3. Geração de conceitos

Para auxiliar na geração e definição do conceito recorreu-se a uma ferramenta criada por Tony Buzan em 1960 - os *Mind Maps* ou Mapas Mentais (Buzan).

Neste sentido partindo da ideia central – encosto/saco – realizou-se um mapa mental em que foi possível explorar a ideia desconstruindo o pensamento em quatro ramos – Material/Resíduos; Objetivo; Produto; Público-alvo (Figura 82).



Figura 82 Mapa conceptual do saco + encosto. Fotografia de: Daniela Monteiro

A partir desses quatro ramos foram surgindo ideias complementares que se acabaram por cruzar entre si levando ao conceito pretendido. Tendo em conta os objetivos definidos anteriormente e a tipologia de produto, definiram-se as suas características: prático, leve, fácil de transportar e utilizar, ergonómico e com dupla funcionalidade. Foi selecionado o público-alvo com base no tipo de produto: as mulheres que gostem de praia, de se sentirem confortáveis e que gostem de acessórios práticos. A definição de um público-alvo foi importante para se obter um desenho mais apropriado a um determinado tipo de pessoas. Para os materiais, foram definidos os seguintes: utilização das redes como matéria-prima para a injeção do novo produto; tecido feito de *nylon* proveniente das redes recicladas; redes e cordas no seu estado puro (recolha).

Esta ferramenta foi fundamental na definição do conceito do produto pois permitiu mapear as ideias existentes, gerar novas ideias e criar anotações de forma a se perceber as mais-valias para o produto e definir as suas características.

3.2.4. Definição do conceito

O desenho deste saco/encosto foi inspirado na espécie Tetraodontidae, mais conhecida como peixe-balão ou baiacu (National Geographic). O peixe-balão é conhecido pela sua capacidade de inflar quando se sente ameaçado e, é neste sentido, que se pretende criar a ligação entre o peixe e a ameaça com que os ecossistemas marinhos se deparam. Para além disso, pretende-se pegar nesta característica da espécie e adaptar à forma do saco, que se assume arredondado assim que lhe são colocados objetos e, uma forma plana, quando vazio.

De todos os nomes pelos quais a espécie é conhecida, selecionou-se Baiacu e devido à sonoridade do nome adaptou-se para Baia como nome do produto. Baia é curto, direto, com boa sonoridade e fácil de pronunciar.

Baia consiste num saco/encosto feito de 100% material reciclado das redes de pesca, permitindo ao utilizador desfrutar de duas funcionalidades num único produto. Este é composto por três componentes: encosto, saco e uma bolsa interior para guardar os pertences mais pequenos e de maior valor. Pretende-se utilizar o material reciclado das cordas e redes de pesca em três formas – rede e corda no seu estado puro, tecido feito de nylon e PEAD reciclado das redes de pesca - a fim de tirar proveito das características físicas dos resíduos. Baia apela às origens dos resíduos com a sua aplicação num produto que serve novamente a sociedade.

Por fim, com o nome Baia também se pode “brincar” com o sotaque que caracteriza o povo do Norte, que troca os “V’s” pelos “B’s” e a associação ao ato de ir à praia dizendo: “Baiá praia!” ou “Com o Baia bai à praia!”

3.2.5. Questões ergonómicas aplicadas ao Baia

As dimensões corporais dos indivíduos apresentam muitas variações por isso, o Baia foi desenhado segundo os dados antropométricos existentes tendo como referência o livro *Dimensionamento humano para espaços interiores* de Julius Panero e Martín Zelnik.

As dimensões corporais individuais apresentam variações significativas sendo necessário recorrer à gama de variação existente representada pelos percentis – “indicam a percentagem de pessoas dentro da população que tem uma dimensão corporal de um certo tamanho (ou menor)” (Panero 2013). Após selecionado o grupo alvo a atingir é necessário definir o percentil a utilizar

consoante a natureza do projeto.

Para a conceção do Baia, foi utilizado o percentil 95 do sexo feminino, a fim de abranger a maior parte da população e evitar desconforto durante o seu uso.

“Em projetos onde a principal preocupação é o espaço livre deve-se utilizar o maior percentil, ou seja, 95, devido a uma lógica muito simples. Se o projeto oferecer um espaço livre adequado para usuários com maiores dimensões corporais, também oferecerá um bom espaço livre para usuários com menores dimensões corporais (Panero 2013).”

Tendo em conta a tipologia do produto, foram considerados os dados relativos ao ato de sentar. No ato de sentar cerca de 75% do peso de uma pessoa é apoiado em apenas 26 centímetros quadrados das tuberosidades humanas (assento), por isso a base de assento não é suficiente para a estabilização da pessoa durante o ato de sentar. Para ajudar nesta estabilização o contacto de outras superfícies com as pernas, as costas, a cabeça e os braços, têm a função de produzir equilíbrio (Panero 2013). Segundo Panero, o encosto aparece como um dos principais apoios e estabilizadores no ato de sentar sendo um dos pormenores mais importantes para garantir uma acomodação adequada entre usuário e o assento (2013).

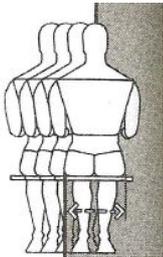
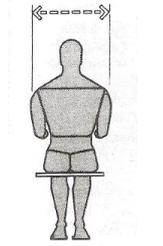
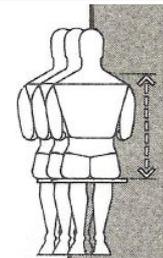
A função principal do encosto é dar apoio à região lombar, ou parte inferior das costas, por isso a configuração do encosto deve acomodar o perfil da coluna, particularmente na região lombar, como demonstra a figura a baixo (Figura 83) (Panero 2013). Este pode variar consoante o tipo de utilização podendo apoiar apenas a região lombar ou seguir até à parte posterior da cabeça (Panero 2013).



Figura 83 Principal apoio na região lombar. Adaptado de: Dimensionamento humano para espaços interiores (Panero 2013).

Para o desenho do Baia consideraram-se as seguintes medidas: largura do quadril, largura dos ombros e altura do meio dos ombros sentado (Tabela 14).

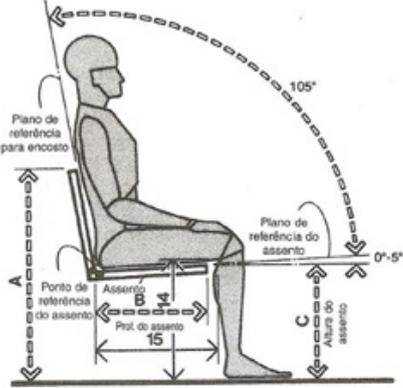
Tabela 14 Dados antropométricos, percentil 95, sexo feminino dos 18 aos 79 anos. Adaptado de: Dimensionamento humano para espaços interiores (Panero 2013).

| Figura | Dimensões corporais | Sexo feminino 18 a 79 anos (total) |
|---|------------------------------------|---------------------------------------|
|  | Largura do quadril | 43,4cm |
|  | Largura dos ombros | 48,3cm |
|  | Altura do meio dos ombros, sentado | 62,5cm |

Devido à dupla funcionalidade do produto, foi necessário ajustar algumas medidas para que se assegure a comodidade durante o transporte do Baia. Através da largura do quadril e dos ombros definiu-se a largura do encosto: 45cm. Apesar de ser ligeiramente inferior à largura dos ombros acima referida, optou-se por esta medida por se tratar de um objeto a ser transportado ao ombro não podendo ser desconfortável nesta função.

Relativamente à altura do encosto, como foi referido anteriormente, este pode variar consoante o tipo de utilização. Tendo em conta que o dado antropométrico relativo à altura do meio dos ombros sentado é de 62,5cm, e considerando-se este muito grande para o produto em causa, recorreu-se aos dados de uma cadeira polivalente (Tabela 15). O recurso a esta tipologia de cadeira deve-se ao facto de não ter sido verificada a existência de outros dados mais apropriados, neste caso para encostos de praia.

Tabela 15 Dados de uma cadeira polivalente. Adaptado de: Dimensionamento humano para espaços interiores. (Panero 2013).

| Figura | Dado antropométrico | Medida em centímetros |
|---|---------------------------------------|-----------------------|
|  | A - altura do cimo do encosto ao chão | 78,7cm - 83,8cm |
| | C - altura do assento | 40,6 cm – 43,2cm |
| | Ângulo da cadeira | 105º |

Visto que o dado relativo à altura do encosto da cadeira polivalente, não é apresentado na obra Dimensionamento humano para espaços interiores de Panero, calculou-se a altura do encosto recorrendo aos dois dados apresentados a cima na tabela, tendo-se subtraído à altura do cimo do encosto ao chão a altura do assento obtendo-se os seguintes valores: 38,1cm – 40,6cm.

A altura do encosto do Baia, 50cm, foi determinada com base nos dados anteriores. Apesar do valor obtido da altura do encosto da cadeira polivalente rondar os 40 cm, optou-se por colocar o encosto de praia um pouco maior tendo em conta que este terá uma pequena parte enterrada na areia. No entanto, a medida definida não ultrapassa o dado antropométrico da altura do meio dos ombros sentado, nem compromete a utilização do produto nas suas duas funcionalidades.

O ângulo do encosto teve como referência a cadeira polivalente, no entanto optou-se por colocar um ângulo ligeiramente superior, 110º. Todas as medidas estipuladas para o Baia serão testadas posteriormente recorrendo a um protótipo à escala 1:1.

3.2.6. Descrição do processo de evolução do Baia

O processo de desenho e evolução do Baia teve em conta as questões ergonómicas mencionadas anteriormente apresentando ao longo do processo evolutivo, algumas adaptações à forma do produto. Também foi tido em conta o processo de fabrico a selecionar para que o produto seja exequível.

As seguintes figuras descrevem o processo de evolução do encosto, o componente mais complexo do Baia necessitando de mais estudos. Inicialmente o encosto assumia uma forma mais triangular com um sistema de apoio inserido na placa principal do encosto. O apoio foi modificando, passando a ser uma peça à parte que é posteriormente acoplada ao encosto (Figura 84).

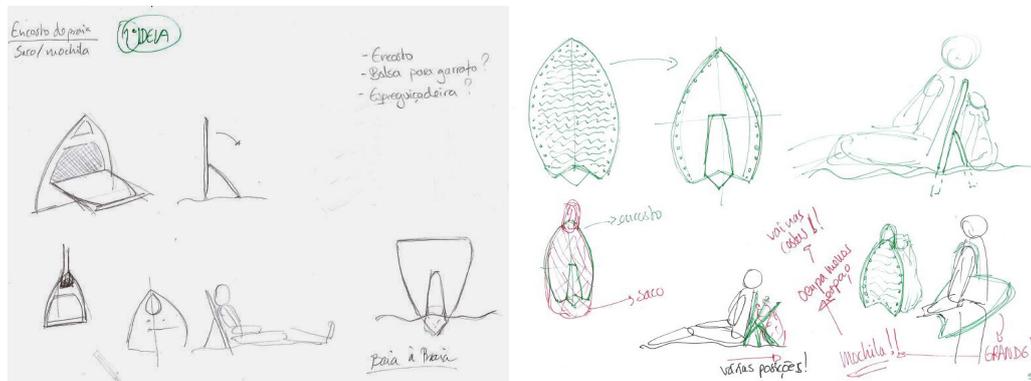


Figura 84 Primeiros esboços do Baia.

Devido ao tamanho do encosto pensou-se na possibilidade deste assumir outras formas e sistemas de abertura. As hipóteses foram depois excluídas pois apresentavam problemas no sistema de apoio (Figura 85).

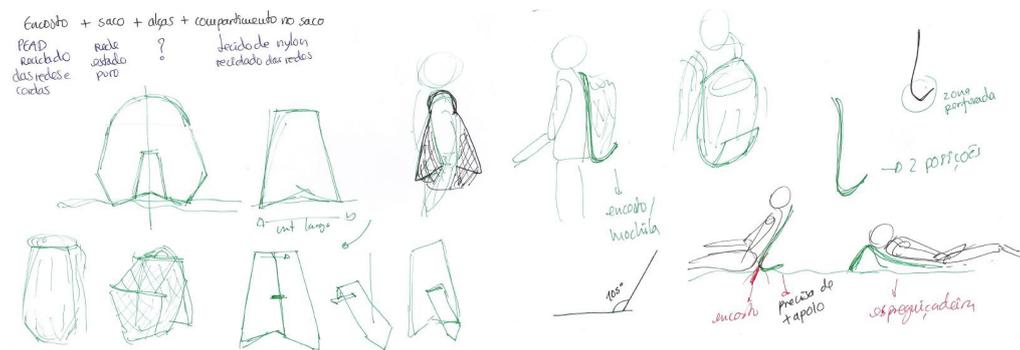


Figura 85 Ideias alternativas para o desenho do encosto.

Voltando à ideia inicial com o aperfeiçoamento da forma que se assumiu mais arredondada para se assemelhar mais ao peixe-balão. Também se determinou o ângulo de abertura do apoio – 43° tendo em conta a inclinação pretendida

para o encosto e definidas as medidas e o sistema de apoio na placa principal (Figura 86).

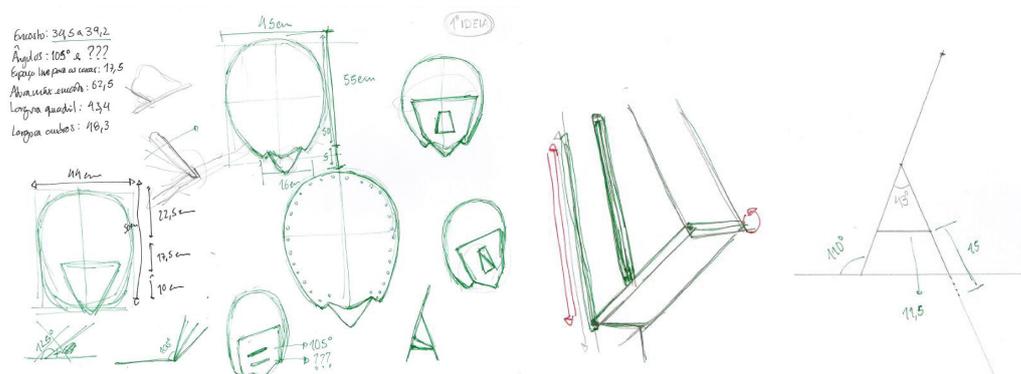


Figura 86 Definição do desenho do encosto, ângulo e posicionamento do apoio.

Definido o desenho procedeu-se à realização de uma maquete em K-line que permitiu uma melhor compreensão do objeto e encontrar alguns “defeitos” que necessitavam de ser modificados (Figura 87).



Figura 87 Primeira maquete em K-line do encosto.

Com a realização desta maquete percebeu-se que o sistema de apoio poderia ser simplificado tornando o seu processo de fabrico mais simples e reduzindo o número de peças. Para tal, foi removido o componente central do apoio que funcionava como travão na abertura, substituído por um batente incorporado na placa principal (Figura 88).

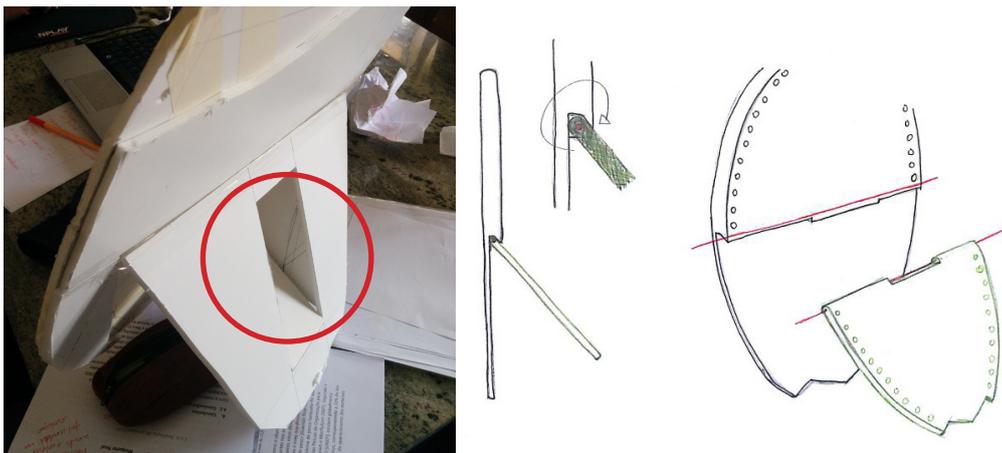


Figura 88 Alteração do sistema de apoio: maquete em K-line e desenho da solução alternativa.

Relativamente ao sistema de união entre as duas peças – encosto e apoio – anteriormente desenhado para ser feito através de um eixo em aço, sentiu-se a necessidade de o modificar tendo em conta o processo de fabrico pretendido, moldação por injeção. Este foi substituído por um sistema de encaixe por pressão entre as duas peças. Esta alteração permitiu retirar o eixo em aço, mantendo a funcionalidade do produto (Figura 89).

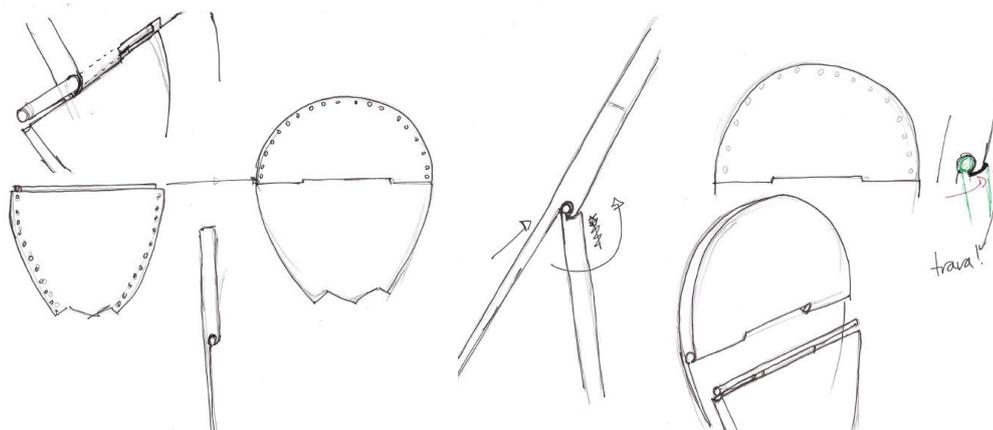


Figura 89 Nova solução do sistema de encaixe entre o encosto e o apoio.

Como se pode verificar na figura anterior o encosto possui uma perfuração nas suas extremidades para a posterior colocação do saco. Segundo o desenho do encosto, este será feito com o material dos resíduos de cordas e redes de pesca transformado em nova matéria-prima para a criação de peças rígidas permitindo suportar o peso do utilizador e os esforços a que estará sujeito.

Definido o sistema de apoio procedeu-se ao desenho do saco e da bolsa interior. Tendo em conta que também se pretende utilizar os resíduos de redes de pesca no seu estado natural optou-se pelo fabrico do saco em rede de pesca. Este material torna-se funcional pois permite a saída da areia que por vezes fica acumulada nas toalhas, nos chinelos e brinquedos permitindo um saco mais limpo. O saco será feito através de dois pedaços de rede que se adaptam à

forma do encosto. A bolsa interior será em tecido de *nylon* reciclado assumindo uma forma simples com a dimensão suficiente para transportar pequenos objetos como telemóvel, chaves e óculos de sol, por exemplo. Para acoplar o saco ao encosto pretende-se utilizar corda de pesca que passará pelas perfurações presentes no encosto. A figura abaixo esquematiza o processo de junção dos componentes (Figura 90).

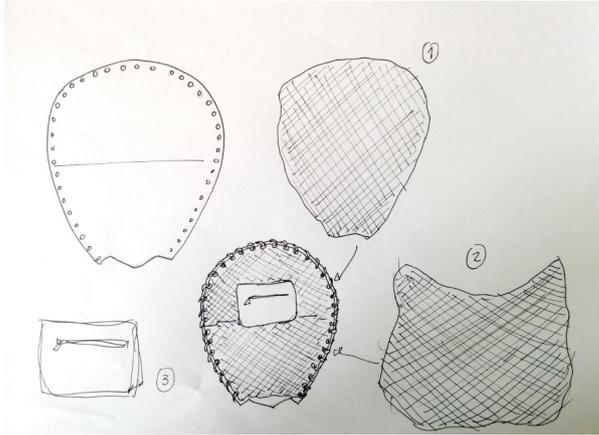


Figura 90 Esquema de montagem do saco ao encosto.

Aos três componentes do Baia – encosto, saco e bolsa interior – acrescentaram-se umas alças para facilitar o transporte do produto (Figura 91).

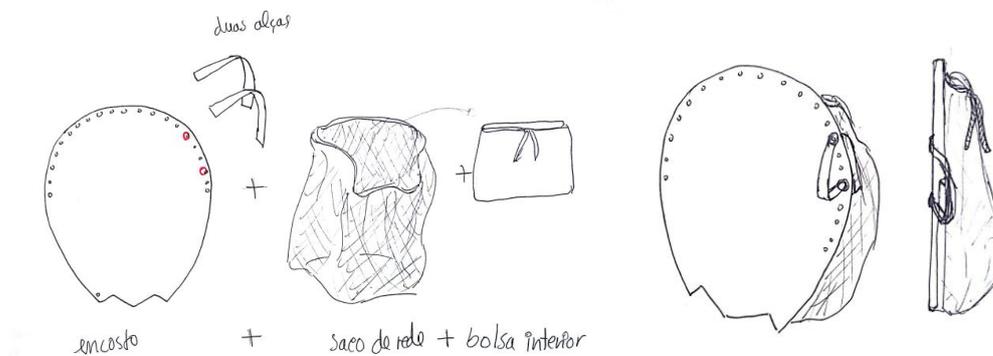


Figura 91 Componentes do Baia: encosto, saco, bolsa interior, alças de transporte.

3.2.7. Realização do protótipo

Definido o desenho final do Baia procedeu-se à realização de um protótipo à escala 1:1 do produto. Este foi concebido tendo em conta os materiais disponíveis, não sendo possível realizar o encosto com o PEAD das redes de pesca. Posto isto, o encosto foi feito em contraplacado que confere a rigidez e resistência necessária, mas que, no entanto, é mais pesado que o PEAD. A rede utilizada para fazer o saco e a corda utilizada para acoplar os dois componentes foram feitos com os resíduos recolhidos na DocaPesca de Matosinhos. A bolsa interior foi feita em tecido adquirido numa loja de tecidos. O material das alças e o sistema de fecho do saco foram definidos aquando a realização do protótipo.

O sistema de encaixe foi readaptado à solução anterior à final, com a utilização do eixo de aço, bem como o sistema de travão do apoio, tendo em conta a técnica e material utilizados. O processo de fabrico do protótipo iniciou-se com o desenho de um molde em papel da forma do encosto. O contraplacado foi recortado com base no molde obtendo-se as duas peças do encosto (Figura 92).



Figura 92 Encosto e apoio em contraplacado.

Em seguida foram feitos os furos nas duas placas de contraplacado e foram polidas as duas placas para obter um melhor acabamento (Figura 93).



Figura 93 Perfuração das duas placas e polimento das superfícies com uma lixa para madeiras.

Depois de prontas as placas foram unidas por meio de dois pequenos eixos de aço, pintadas e foi colocada a primeira parte de rede através da corda inserida nas perfurações do encosto (Figura 94).



Figura 94 Pintura e colocação do primeiro pedaço de rede no encosto.

À rede já colocada e cortada com a forma do encosto foi cosida à restante rede para se obter o saco. As alças foram feitas em corda e rede. O sistema de fecho do saco foi feito com resíduos de corda com um nó de pescador que se “prende” noutro pedaço de corda (Figura 95). Por fim foi colocada a bolsa no interior do saco.



Figura 95 Pormenor da união do saco ao encosto, alças e sistema de fecho do saco.

A corda utilizada (Material A) foi identificada anteriormente como PEAD e utilizada nas experiências de transformação, mas optou-se pelo seu uso em estado natural aproveitando as suas características para a função que se pretendia.

3.2.8. Testes de usabilidade na praia

Realizado o protótipo do Baia procederam-se aos primeiros testes de usabilidade do produto em contexto de uso (Figura 96). Ver teste de usabilidade completo no Anexo F.



Figura 96 Transporte, colocação na areia e utilização do Baia.

A realização dos testes de usabilidade permitiu detetar alguns problemas no desenho do produto. A alça necessita de ser mais larga ou ser feita noutro material para que o transporte do produto seja mais confortável. O facto de o encosto do protótipo ser feito em contraplacado contribuiu para que o transporte não fosse tão confortável, pois tornou o produto mais pesado.

O principal erro foi detetado ao utilizar o encosto pois este cede à força exercida pelo corpo da pessoa caindo para trás. O encosto apresenta alguma resistência, mas se o utilizador exercer mais alguma força ele acaba por cair. Para solucionar o problema prevê-se o reposicionamento do apoio. O apoio encontra-se posicionado a meio do encosto, com 25 cm de altura. Se for redesenhado e colocado a mais de meio do encosto, a 35 cm por exemplo, prevê-se que resista à força exercida pelo utilizador (Figura 97).

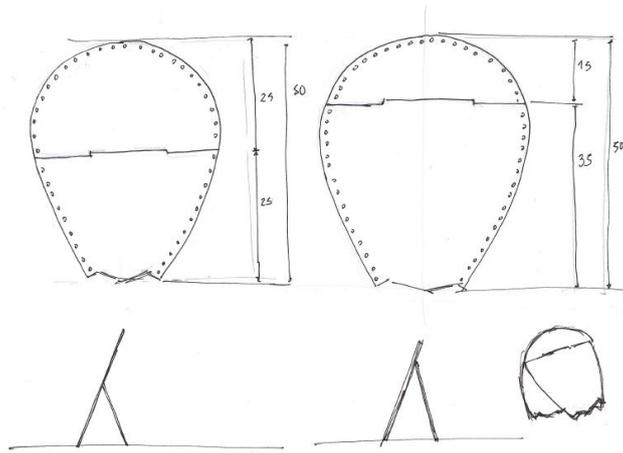


Figura 97 Alteração da localização do apoio após teste de usabilidade.

3.2.9. Modelação 3D do encosto

Realizados os testes de usabilidade, detetados os erros e feitos de novo os desenhos, procedeu-se à modelação 3D do encosto recorrendo ao software *SolidWorks* 2015. A realização do modelo 3D do encosto permitiu ter uma melhor perceção do objeto após a alteração do posicionamento do encosto e a definição das medidas principais (Anexo G). As figuras que se seguem ilustram a solução final do encosto do Baia, obtidas através do software de renderização *Keyshot5* (Figura 98) (Anexo H).

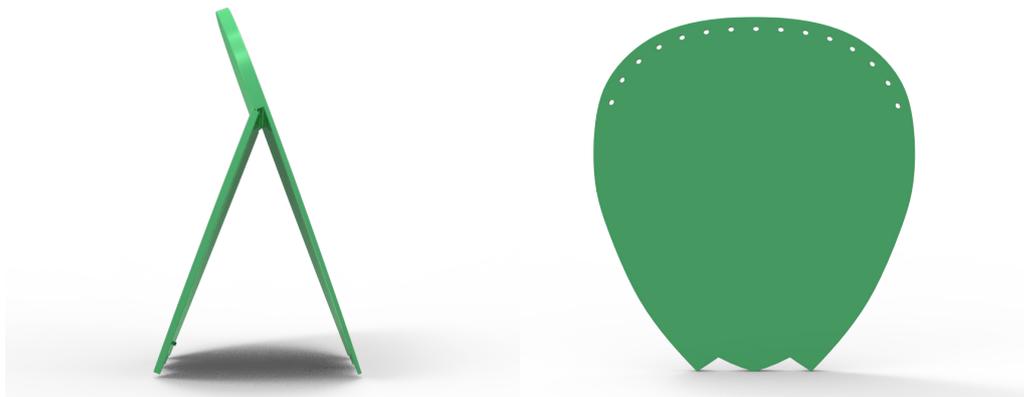


Figura 98 Encosto do Baia.

O encosto e o apoio unem-se por meio de um sistema de encaixe. O apoio dispõe de um pino que permite travar a abertura do apoio quando este não está a ser utilizado (Figura 99).



Figura 99 Pormenores do encosto: sistema de encaixe entre o encosto e o apoio e pino que mantém o apoio fechado quando não está a ser utilizado.

3.2.10. Processo de fabrico

Definido o desenho do produto identificou-se um dos possíveis processos de fabrico para o Baia. O esquema a baixo ilustra o processo de fabrico previsto para cada componente do produto: encosto, saco e bolsa interior (Figura 100).

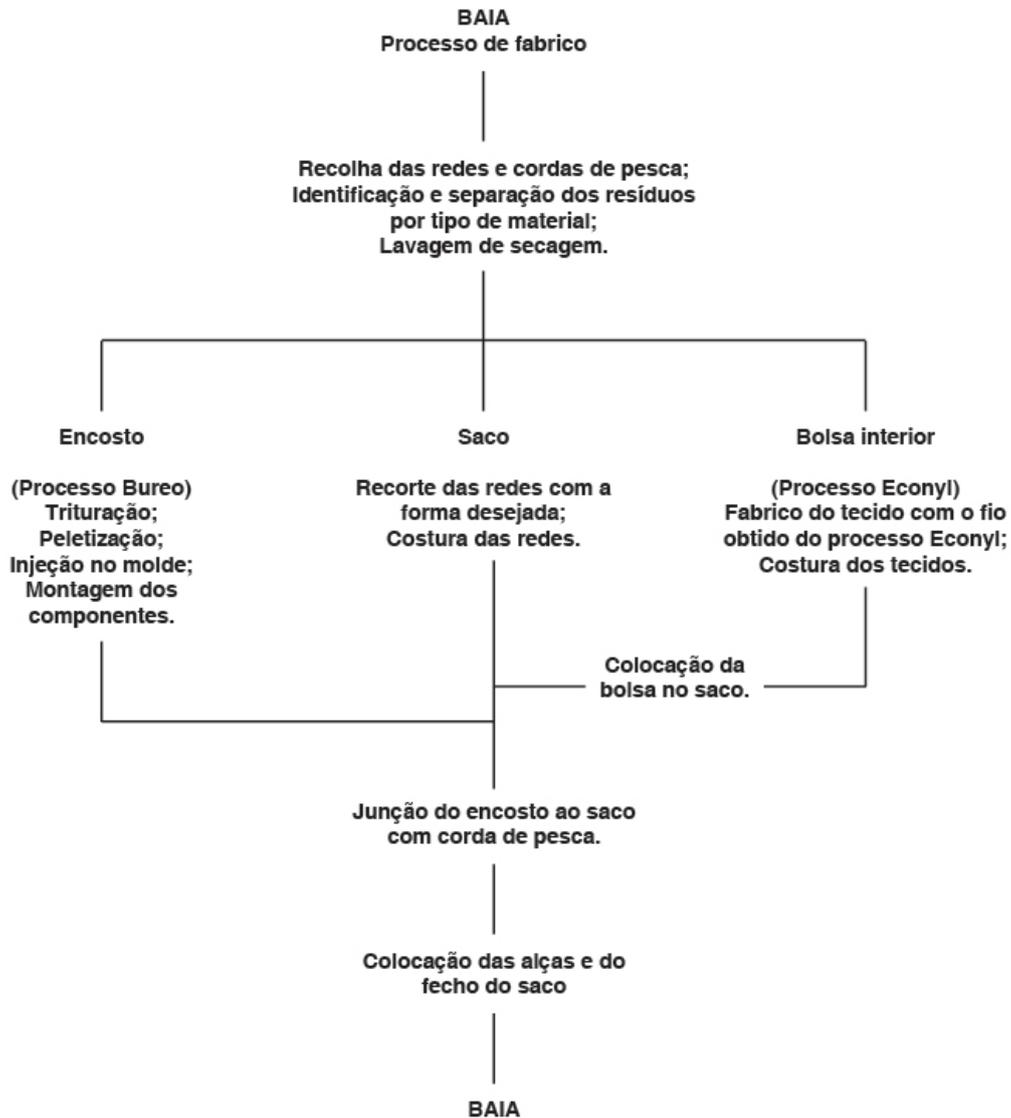


Figura 100 Esquema da idealização do processo de fabrico do Baia.

Para o encosto, que contém duas peças diferentes, selecionou-se o processo de moldação por injeção, muito utilizado na indústria dos polímeros e também utilizado pela empresa *Bureo* na produção dos seus *skateboards* com matéria-prima reciclada das redes de pesca. O saco será obtido através da cosedura das redes e acoplado ao encosto através de corda. A bolsa interior será obtida também por cosedura e presa ao saco com linha. No final são colocadas as alças e o sistema de fecho do saco.

4. CONCLUSÕES

4.1. Conclusões gerais

Com a realização desta dissertação e do artigo apresentado na conferência *Engineering4Society 2016*, realizada a 15 e 16 de Setembro de 2016 em Leuven-Heverlee, na Bélgica com o título “*Design as a vehicle for using waste of fishing nets and ropes to create new products*”, pode-se concluir que o recurso ao reaproveitamento, reciclagem e reutilização dos resíduos de cordas e redes de pesca pode contribuir para reduzir o uso de polímeros virgens na conceção e no fabrico de produtos, contribuindo também, por consequência, para a preservação do planeta.

Apesar das experiências efetuadas com a transformação das CRP não se terem obtido os resultados esperados, a revisão do estado de arte indica que a utilização de material 100% reciclado das redes pode ser uma solução, como acontece em algumas marcas e empresas como a *Bureo* e a *Aquafil* com a fibra *Econyl*. A documentação científica analisada também nos permite concluir que o PEAD apesar de sofrer alterações nas propriedades após a reciclagem, não deixa de ser um material passível de ser utilizado.

Com a criação do *Baia*, um produto para o utilizar na praia, pretende-se dar um destino ao material reciclado das cordas e redes de pesca e reaproveitar os resíduos no seu estado natural, criando um produto com simbolismo – feito de materiais utilizados no mar e concebido para ser utilizado junto ao mar. Apesar de esta parecer uma solução viável, é necessário dar continuidade ao estudo com a transformação dos resíduos em matéria-prima de forma a se poder definir e validar o processo de transformação e fabrico do produto. Posteriormente, é necessário passar por uma fase de validação do produto com testes de usabilidade e *feedback* de utilizadores.

No decorrer desta dissertação verificaram-se algumas limitações. Sentiu-se a necessidade de ferramentas mais adequadas para a realização das experiências de transformação das CRP de forma a enriquecer o trabalho experimental e obter resultados com maior valor científico. Também se verificaram limitações na fase de realização do protótipo pois, não foi possível, fabricar o encosto com o PEAD das redes de pesca através de moldes de injeção, sendo necessário procurar um material alternativo, a madeira. Esta alternativa afetou o desempenho do produto devido ao seu peso elevado. Para tal, era necessário prolongar a duração do estudo em busca de parceiros e ferramentas mais adequadas.

4.2. Desenvolvimentos futuros

Numa fase posterior pretende-se dar continuidade ao estudo para complementar e obter resultados mais satisfatórios. Visa-se a criação de novos moldes de injeção e o recurso a outras ferramentas e processos alternativos para transformar os resíduos das CRP. Pretende-se também concretizar novos protótipos para se realizar testes de usabilidade junto de possíveis utilizadores para validar o conceito, fazer possíveis alterações e perceber se o utilizador reconhece e valoriza a importância da utilização de materiais reciclados.

5. REFERÊNCIAS

Abreu, Sofia;. 2015. “Impressão 3D baixo custo versus impressão em equipamentos de elevado custo”; Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do porto. https://sigarra.up.pt/feup/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=36284.

Adidas Group. 2015. “Adidas and Parley for the Oceans stop the industry’s waiting game”. Acedido a 30/05/2016. <http://www.adidas-group.com/en/media/news-archive/press-releases/2015/adidas-and-parley-oceans-stop-industrys-waiting-game/>.

Aguilera, Mario 2011. “Scripps Study Finds Plastic in Nine Percent of ‘Garbage Patch’ Fishes”. Última atualização 2016. Acedido a 01/03/2016. <https://scripps.ucsd.edu/news/1928>.

Algalita Marine Research & Education. “The Problem “. Última atualização 2016. Acedido a 30/03/2016. <http://www.algalita.org/the-problem/>.

Amaral, Carlos. 2016. “Sea Me: Tapete Marinho”. Acedido a 30/05/2016. <http://trendalert.me/tapete-marinho/>.

Apontamentos das aulas de Materiais não metálicos. 2016.

Aquafil. 2015. 5 Reasons for interior designers and architects to use sustainable materials. Econyl.

Archipelagos Institute. Plastics break down in aquatic environments and get consumed by fish, zooplankton and invertebrates.: National Geographic. <http://voices.nationalgeographic.com/2016/04/04/pesky-plastic-the-true-harm-of-microplastics-in-the-oceans/>.

Arden, Tom. 2016. “Tuvalu: A glimpse of what’s to come?”. Última atualização 2016. Acedido a 29/03/2016. <http://www.plasticoceans.net/tuvalu-a-glimpse-of-whats-to-come/>.

Associação Portuguesa do Lixo Marinho. “Lixo Marinho”. Acedido a 15/03/2016. <http://www.aplixomarinho.org/#!lixomarinho/c21kz>.

———. “Lixo Marinho - Boas-práticas em Portugal”. Última atualização 2014. Acedido a 28/03/2016. <http://www.aplixomarinho.org/#!boas-prticas-em-portugal/c1o9z>.

———. “Lixo Marinho - Impactes”. Última atualização 2014. Acedido a 28/03/2016. <http://www.aplixomarinho.org/#!impactes/c1ipy>.

———. “Lixo Marinho - Origens”. Última atualização 2014. Acedido a 28/03/2016. <http://www.aplixomarinho.org/#!origens/c1fwx>.

———. “Lixo Marinho - Os plásticos”. Última atualização 2014. Acedido a 28/03/2016. <http://www.aplixomarinho.org/#!os-plsticos/c758>.

———. 2005. Projeto Piloto de Monitorização de Lixos Marinhos nas Praias. Acedido a 16/05/2016. http://www.apambiente.pt/_zdata/Instrumentos/Lixo%20Marinho/Relatrio%20Projeto%20Piloto%20Lixo%20Marinho%20PT%20Nov%202005.pdf.

Baeta, Filipa, Maria José Costa e Henrique Cabral. 2009. “Trammel nets’ ghost fishing off the Portuguese central coast”. Fisheries Research no. 98 (1–3):33-39. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783609000769>.

Baulch, Sarah e Clare Perry. 2014. “Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans”. Marine Pollution Bulletin no. 80 (1–2):210-221. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X13007984>.

Bionic. “Bionic”. Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. <http://www.bionicyarn.com/about.html>.

Brown, James e Graeme Macfadyen. 2007. “Ghost fishing in European waters: Impacts and management responses”. Marine Policy no. 31 (4):488-504. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X07000024>.

Buczynski, Beth. 2012. "Pacific Ocean Trash Cleans Up Nice As Method's New Soap Bottle". Acedido a 06/03/2016. <http://inhabitat.com/pacific-ocean-trash-cleans-up-nice-as-methods-new-soap-bottle/?newinfinitescroll=true>.

Bullimore, Blaise A.; Newman, Philip B.; Kaiser, Michel J.; Gilbert, Susanne E.; Lock, Kate M. 2001. "A study of catches in a fleet of "ghost-fishing" pots". *Fishery Bulletin*. <http://fishbull.noaa.gov/992/bul.pdf>.

Bureo. "Bureo". Última atualização 2012. Acedido a 30/05/2016. <http://bureo.co/>.

Buzan, Tony. "Mind Mapping". Última atualização 2011. Acedido a 16/08/2016. <http://www.tonybuzan.com/about/mind-mapping/>.

Cadilhe & Santos. "Rede Multifilamento". Última atualização 2012. Acedido a 06/07/2016. <http://www.cadilhe-santos.pt/pt/redes/rede-multifilamento.html>.

———. "Rede Multimonofilamento". Última atualização 2012. Acedido a 06/07/2016. <http://www.cadilhe-santos.pt/pt/redes/rede-multimonofilamento.html>.

Chou, Jyh-Rong. 2014. "An ARIZ-based life cycle engineering model for eco-design". *Journal of Cleaner Production* no. 66:210-223. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613008019>.

Coastwatch. "COASTWATCH NACIONAL Campanha de Monitorização Voluntária 2015-2016 do Litoral". Última atualização 2012. Acedido a 21/09/2016. <http://coastwatch-coastwatch.blogspot.pt/>.

CONANT, Eve. 2015. "Hunting for 11-Ton Fishing Net in the War Against Ocean Trash". Última atualização 2016. Acedido a 20/03/2016. <http://news.nationalgeographic.com/2015/06/150608-ocean-trash-hawaii-endangered-species-marine-science-fishing/>.

Cooke, Lacy. 2016. "Biodegradable algae water bottles provide a green alternative to plastic". Acedido a 30/05/2016. <http://inhabitat.com/biodegradable-algae-water-bottles-that-provide-a-green-alternative-to-plastic/>.

Cruz & Cruz Lda. "Redes de Pesca". Última atualização 2008. Acedido a 06/06/2016. http://www.cruzecruz.net/redes_pesca.php.

Derraik, José G. B. 2002. "The pollution of the marine environment by plastic debris: a review". *Marine Pollution Bulletin* no. 44 (9):842-852. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X02002205>.

Derringer, Jaime. 2016. "From Ocean Waste to Textile: Greenscreen Sea-Tex". Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. http://design-milk.com/from-ocean-waste-to-textile-greenscreen-sea-tex/?utm_source=dlvr.it&utm_medium=facebook.

DGRM. "Artes de Pesca". Última atualização 2016. Acedido a 09/06/2016. http://www.dgrm.mam.gov.pt/xportal/xmain?xpid=dgrm&selectedmenu=1471646&xpgid=genericPageV2&conteudoDetalhe_v2=1617610.

Ditty, Sarah. 2013. "From Waste to Wear: ECONYL® recycled nylon is cleaning up our seas". Acedido a 30/05/2016. <http://source.ethicalfashionforum.com/article/from-waste-to-wear-econyl-recycled-nylon-is-cleaning-up-our-seas>.

Duduá. 2016. "Precious Plastic: transformando el plástico". Acedido a 30/05/2016. <http://duduadudua.blogspot.pt/2016/04/precious-plastic-recicla.html>.

Ecoalf. "ARIZONA SNEAKERS NAVY". Acedido a 30/05/2016. http://ecoalf.com/eu_en/women/shoes/arizona-sneakers-navy.

- . “BERET DOWN JACKET MAN DARK KHAKI”. Acedido a 30/05/2016. <http://ecoalf.com/hombre-moda-reciclada/prendas-abrigo/beret-down-jacket-man-dark-khaki>.
- . “Ecoalf - About Us”. Acedido a 30/05/2016. http://ecoalf.com/eu_en/about
- Econyl. “Econyl!”. Última atualização 2016. <http://www.econyl.com/>.
- . “ECONYL® yarn inside electric cars”. Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. <http://www.econyl.com/econyl-yarn-inside-electric-cars/>.
- . “Products”. Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. <http://www.econyl.com/products-applications/>.
- . “Regeneration System”. Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. <http://www.econyl.com/regeneration-system/>.
- . 2016. “ECONYL® YARN FOR THE FIRST TIME INTO LEVI’S JEANS”. Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. <http://blog.econyl.com/econyl-yarn-for-the-first-time-into-levis-jeans>.
- Ecover. “Our Ocean Plastic Bottle is Back to Clean Dishes and The Ocean”. Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. <http://uk.ecover.com/en/why-ecover/ecover-ocean-plastic-bottle/>.
- Época Globo. 2015. “Empresa quer pavimentar ruas com plástico recolhido em oceanos”. Última atualização 2015. Acedido a 30/05/2016. <http://epocanegocios.globo.com/Informacao/Acao/noticia/2015/07/empresa-quer-pavimentar-ruas-com-plastico-recolhido-em-oceanos.html>.
- European Commission. “3R-FISH - Integral management model of recovery and recycling of the proper solid waste from the fishing and port activities”. Acedido a 10/03/2016. http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3287.
- . “Descriptor 1: Biodiversity”. Última atualização 2016. Acedido a 30/03/2016. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-1/index_en.htm.
- . “Descriptor 6: Sea-floor Integrity”. Última atualização 2016. Acedido a 30/03/2016. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-6/index_en.htm.
- . “Descriptor 10: Marine Litter”. Última atualização 2016. Acedido a 30/03/2016. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/index_en.htm
- Fab Europe. “Instant Beach Chair”. <https://pt.pinterest.com/pin/369506344409272817/>.
- G-Star Raw. “Raw for the oceans”. Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. https://www.g-star.com/en_pt/elwood/limited.
- Gilardi, Kirsten V. K., Daphne Carlson-Bremer, Jeffrey A. June, Kyle Antonelis, Ginny Broadhurst e Tom Cowan. 2010. “Marine species mortality in derelict fishing nets in Puget Sound, WA and the cost/benefits of derelict net removal”. *Marine Pollution Bulletin* no. 60 (3):376-382. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X09004573>.
- Gilman, Eric. 2015. “Status of international monitoring and management of abandoned, lost and discarded fishing gear and ghost fishing”. *Marine Policy* no. 60:225-239. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X1500175X>.
- Grace, Robert. 2015. “Plasticity Forum Focuses on Innovative Solutions to the Plastics Waste Problem”. Última atualização 2016. Acedido a 28/03/2016. <http://knowledge.ulprospector.com/2840/pe-plasticity-forum-focuses-on-innovative-solutions-to-the-plastics-waste-problem/>.
- Green Savers. “Adidas criou sapatilhas feitas com lixo oceânico e redes de pesca ilegais”. Acedido a 30/05/2016. <http://greensavers.sapo.pt/2015/08/09/adidas-criou-sapatilhas-feitas-com-lixo-oceanico-e-redes-de-pesca-ilegais-com-fotos/>.

Greenburg, Zack O'Malley. 2014. "From Blue To Green: Inside Pharrell's Latest Fashion Venture." Acedido a 30/05/2016. <http://www.forbes.com/sites/zackomalleygreenburg/2014/02/10/from-blue-to-green-inside-pharrells-latest-fashion-venture/#a6dd22a34482>.

Hakkens, Dave. "Machines." Acedido a 30/05/2016. <http://preciousplastic.com/en/machines/>.

———. "The plan." Acedido a 30/05/2016. <http://preciousplastic.com/en/plan/>

———. "Turn your plastic waste into new things." Acedido a 30/05/2016. <http://preciousplastic.com/en/creations/>.

Hareide, N-R; Rihan, D; Mulligan, M; McMullen, P; Garnes, G; Clark, M; Connolly, P; Tyndall, P; Misund, R; Furevik, D; e A; Høydal Newton, K; Blasdale, T; Humborstad, O B. 2005. "A preliminary Investigation on Shelf Edge and Deepwater Fixed Net Fisheries to the West and North of Great Britain, Ireland, around Rockall and Hatton Bank." Acedido a 02/05/2016.

Healthy Seas. Acedido a 30/04/2016. <http://healthyseas.org/about/>.

———. "Marine Protection." Acedido a 30/03/2016. <http://healthyseas.org/about/marine-protection/>.

———. "Products." Acedido a 30/03/2016. <http://healthyseas.org/about/products/>.

———. 2016. "Healthy Seas in 2015: many more nets and partners!" Acedido a 30/03/2016. <http://healthyseas.org/healthy-seas-in-2015-many-more-nets-and-partners/>.

Hunter Douglas. "Greenscreen Sea-Tex." Acedido a 30/05/2016. <http://hunterdouglasfabrics.com/sea-tex/#facing-ocean-plastic>.

IMO. "Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter." Última atualização 2016. Acedido a 10/03/2016. <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Pages/default.aspx>.

———. "International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)." Última atualização 2016. Acedido a 30/03/2016. <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-%28MARPOL%29.aspx>.

———. "Marine Environmental." Última atualização 2016. Acedido a 30/03/2016. <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Default.aspx>.

Interface. "Modular Carpet." Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. <http://www.interface.com/US/en-US/about/modular-carpet-tile/Net-Effect>.

Jacobsen, Jeff K., Liam Massey e Frances Gulland. 2010. "Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*)?" Marine Pollution Bulletin no. 60 (5):765-767. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X10000986>.

Kaiser, M.J.; Bullimore, B.; Newman, P.; Lock, K.; Gilbert, S. . 1996. "Catches in 'ghost fishing' set nets." Marine Ecology Progress Series no. 145:6. Acedido a 30/04/2016. <http://www.int-res.com/articles/meps/145/m145p011.pdf>.

Koru Swimwear. "Koru Swimwear." Última atualização 2015. Acedido a 16/09/2016. <http://www.koruswimwear.com/>.

Koyanagi, Kile. A Hawaiian monk seal, a critically endangered species, rests atop the 11.5-ton net. The abandoned fishing gear had already entangled turtles and sharks, but this seal swam off before divers deployed. National Geographic. <http://news.nationalgeographic.com/2015/06/150608-ocean-trash-hawaii-endangered-species-marine-science-fishing/>.

Kun, Krisztián. 2016. "Reconstruction and Development of a 3D Printer Using FDM Technology." Procedia Engineering no. 149:203-211. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816311651>.

- Kupy. "Como usar". Última atualização 2016. Acedido a 11/07/2016. <http://kupy.pt/como-usar/>.
- Kutz, Myer. 2002. Handbook of Materials Selection. ed John Wiley & Sons. Canada. Acedido a 10/09/2016. <https://books.google.pt/books?id=gWg-rchM700C&pg=PA567&lpg=PA567&dq=polyethylene+hardness&source=bl&ots=xLJ9qCRCrn&sig=uTYVyY6uG2T6LhFfiMhaZIkCpbk&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEw-jOjLu2xYTPAhVGBMAKHdmpADwQ6AEIXDAK#v=onepage&q&f=false>.
- L. Simões, Carla, Lígia M. Costa Pinto e C. A. Bernardo. 2013. "Environmental and economic assessment of a road safety product made with virgin and recycled HDPE: A comparative study". Journal of Environmental Management no. 114:209-215. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479712005051>.
- Laske, Larry. 2006. "Beach Thingy". Última atualização 2016. Acedido a 11/07/2016. <http://www.beachthingy.com/index.html>.
- LaTourrette, Dean 2009. "PLASTICS: FROM BOTTLE TO BARREL" Última atualização 2012. Acedido a 30/03/2016. http://www.surflines.com/surf-news/how-our-plastic-use-is-coming-back-at-us-in-waves_30095/.
- Lu, Na e Shubhashini Oza. 2013. "A comparative study of the mechanical properties of hemp fiber with virgin and recycled high density polyethylene matrix". Composites Part B: Engineering no. 45 (1):1651-1656. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836812006403>.
- Macfadyen, Graeme; Huntington, Tim; Cappell, Rod. 2009. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. Rome: UNEP Regional Seas Reports and Studies 185; FAO Fishers and Aquaculture Technical Paper 523. Acedido a 02/05/2016. <http://www.fao.org/docrep/011/i0620e/i0620e00.HTM>.
- Mallos, Nick. 2013. "Ocean Ghosts Are Deadly". Última atualização 2015. Acedido a 05/03/2016. <http://blog.oceanconservancy.org/tag/ghost-net/>.
- MatWeb. "Overview of materials for High Density Polyethylene (HDPE), Extruded". Acedido a 10/09/2016. <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=482765fad3b443169ec28fb6f9606660&ckck=1>.
- Melissa. 2013. "3-in-1 Beach Towel Tote". Última atualização 2013. Acedido a 06/06/2016. <http://www.redflycreations.com/2013/06/3-in-1-beach-towel-tote.html>.
- National Geographic. "Pufferfish". Última atualização 2016. Acedido a 24/08/2016. <http://animals.nationalgeographic.com/animals/fish/pufferfish/>.
- NFWF. "Coral Reefs". Acedido a 30/03/2016. <http://www.nfwf.org/coralreef/Pages/home.aspx>.
- . "Fishing for Energy". Acedido a 30/03/2016. <http://www.nfwf.org/fishingforenergy/Pages/home.aspx>.
- . 2015. "Fishing for Energy 2015 Request for Proposals". Acedido a 17/05/2016. <http://www.nfwf.org/fishingforenergy/Pages/2015rfp.aspx>.
- Nienke Hoogvliet. "Re-Sea Me Rug". Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. <http://www.nienkehoogvliet.nl/portfolio/re-seame/>.
- . "Sea Me". Última atualização 2016. Acedido a 30/05/2016. <http://www.nienkehoogvliet.nl/portfolio/seame/>.
- NOAA. "Can you clean up the Pacific Garbage Patch?". Última atualização 2016. Acedido a 07/03/2016.

———. “What is the biggest source of pollution in the ocean?” Última atualização 2015. Acedido a 30/03/2016. <http://oceanservice.noaa.gov/facts/pollution.html>.

Noctula Channel. “O mar está diferente ou é impressão minha?” Acedido a 30/05/2016. <http://noctulachannel.com/mar-impresao-3d-adidas-sapatilhas/>.

Oblak, P., J. Gonzalez-Gutierrez, B. Zupan i , A. Aulova e I. Emri. 2016. “Mechanical Properties of Extensively Recycled High Density Polyethylene (HDPE)”: *Materials Today: Proceedings* no. 3 (4):1097-1102. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785316002601>.

Ocean Crusaders. 2015. “Plastic Statistics” Acedido a 10/03/2016. <http://oceanrusaders.org/plastic-crusades/plastic-statistics/>.

Olive Ridley Project. “Ghost nets - What are Ghost Nets?” Acedido a 25/03/2016. <http://oliveridleyproject.org/what-are-ghost-nets/>.

Origama. “Sun Seat” Acedido a 12/07/2016. <http://www.origamaworld.com/shop/classic/sunseat-tomato/>.

OSPAR Commission. 2007. OSPAR Pilot Project on Monitoring Marine Beach Litter. Acedido a 16/05/2016. <http://www.ospar.org/about/publications?q=OSPAR%20Pilot%20Project%20on%20Monitoring%20Marine%20Beach%20Litter>.

Panero, Julius; Zelnik, Martin. 2013. Dimensionamento humano para espaços interiores. 1ª ed. Edição original, Human dimension & interior space.

Papanek, Victor. 1995. *Arquitetura e Design* Edição original, *The Green Imperative - Ecology and Ethics in Design and Architecture*.

PARKER, Laura. 2014a. “Where Has All the (Sea Trash) Plastic Gone?” Última atualização 2016. Acedido a 20/03/2016. <http://news.nationalgeographic.com/news/2014/12/141218-deep-ocean-micro-plastic-fibers-trash-discovery/>.

———. 2014b. “With Millions of Tons of Plastic in Oceans, More Scientists Studying Impact” Última atualização 2016. Acedido a 09/03/2016. <http://news.nationalgeographic.com/news/2014/06/140613-ocean-trash-garbage-patch-plastic-science-kerry-marine-debris/>.

Peneda, Constança e Rui Frazão. 1995. *Ecodesign no desenvolvimento dos produtos*.

Pham, Christopher K., Eva Ramirez-Llodra, Claudia H. S. Alt, Teresa Amaro, Melanie Bergmann, Miquel Canals, Joan B. Company, Jaime Davies, Gerard Duineveld, François Galgani, Kerry L. Howell, Veerle A. I. Huvenne, Eduardo Isidro, Daniel O. B. Jones, Galderic Lastras, Telmo Morato, José Nuno Gomes-Pereira, Autun Purser, Heather Stewart, Inês Tojeira, Xavier Tubau, David Van Rooij e Paul A. Tyler. 2014. “Marine Litter Distribution and Density in European Seas, from the Shelves to Deep Basins” *PLOS ONE* no. 9 (4):e95839. <http://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0095839>.

Picnic Time. “Beachcomber Beach Mat “ Última atualização 2014. Acedido a 11/07/2016. <http://www.picnictime.com/beachcomber-beach-mat.html>.

Plastic Soup Foundation. “How realistic is the New Plastics Economy?” Acedido a 26/03/2016. <http://www.plasticsoupfoundation.org/en/2016/02/how-realistic-is-the-new-plastics-economy/>.

———. “Plastic does not belong in the ocean” Acedido a 26/03/2016. <http://www.plasticsoupfoundation.org/en/organisation/missie/>.

Project Kaisei. “Project Kaisei” Última atualização 2016. Acedido a 10/03/2016. <http://projectkaisei.org/about-project-kaisei/#projectkaisei>.

Quercus. 2008. “Mar Português Continua Desprotegido” Acedido a 30/03/2016. <http://www.quercus.pt/comunicados/2008/novembro/1173-mar-portugues-continua-desprotegido>.

Ribeiro, I.; Peças, P.; Henriques, E. 2013. "A life cycle framework to support materials selection for Ecodesign: A case study on biodegradable polymers." *Materials and Design* no. 51:9. Acedido a 23/07/2016. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026130691300366X>.

Rodrigues, Cristina; Quintino, Inês; Rosa, Filipe. 2015. *Segurança e Saúde no Trabalho no Setor da Pesca: Riscos profissionais e medidas preventivas nas diferentes artes de pesca*. [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/crc/PublicacoesElectronicas/Instrumentosdeprevencao/Documents/Guia%20Seguran%C3%A7a%20e%20Sa%C3%BAde%20no%20Trabalho%20no%20Setor%20da%20Pesca.pdf](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/crc/PublicacoesElectronicas/Instrumentosdeprevencao/Documents/Guia%20Seguran%C3%A7a%20e%20Sa%C3%BAde%20no%20Trabalho%20no%20Setor%20da%20Pesca.pdf).

Sakkazzo. 2016. "The New Raw turns plastic waste into valuable raw material" Acedido a 16/07/2016. <http://inhabitat.com/the-new-raw-turns-plastic-waste-into-valuable-raw-material/>. Saltwater Brewery. "Community" Acedido a 01/06/2016. <http://www.saltwaterbrewery.com/community-swb/>.

Santos, Paulo Talhadas. 2002/2003. *Ecologia Marinha e Pescas*.

Shea, Jacob. 2014. "Ghost Fishing Nets: Invisible Killers in the Oceans." Acedido a 08/03/2016. http://www.earthisland.org/journal/index.php/elist/eListRead/ghost_fishing_nets_invisible_killers_in_the_oceans/.

Sicor. "Cordas Entrançadas Polietileno (PE)". Última atualização 2016. Acedido a 18/03/2016. [http://www.sicor.pt/pt/Produtos/Polietileno-\(PE\)](http://www.sicor.pt/pt/Produtos/Polietileno-(PE)).

———. "Sicor High Tenacity". Última atualização 2016. Acedido a 18/03/2016. <http://www.sicor.pt/pt/Produtos/High-Tenacity>.

———. "Sicor Standard Braided". Última atualização 2016. Acedido a 18/03/2016. <http://www.sicor.pt/pt/Produtos/Braided>.

———. "Sicor Standard Twisted". Última atualização 2016. Acedido a 18/03/2016. <http://www.sicor.pt/pt/Produtos/Twisted>.

SOL. 2016. "Uma garrafa de água amiga do ambiente e comestível". Acedido a 30/05/2016. <http://sol.sapo.pt/noticia/501675/Uma-garrafa-de-agua-amiga-do-ambiente-e-comestivel>.

Souto, Henrique de Matos Nogueira. 1998. "Comunidades de pesca artesanal na costa portuguesa", Universidade Nova de Lisboa. Acedido a 09/06/2016.

Speroto, Cláudia. 2011. "Semana, Praia e Piscina: Cadeira Track & Field". Última atualização 2016. Acedido a 11/07/2016. <http://www.useicontei.com.br/tag/track-field/>.

Star Sock. "Brands". Acedido a 18/05/2016. <http://www.starsock.nl/brands>.

StarSock. Products. StarSock. <http://www.starsock.nl/products>.

Stratasys. "Tecnologia FDM". Última atualização 2016. Acedido a 07/08/2016. <http://www.stratasys.com/br/impressoras-3d/technologies/fdm-technology>.

Surfrider Foundation. "Ocean Protection". Última atualização 2016. Acedido a 22/03/2016. <http://www.surfrider.org/programs/ocean-protection>.

———. "Plastic Pollution". Última atualização 2016. Acedido a 22/03/2016. <http://www.surfrider.org/programs/plastic-pollution>.

The Marine Mammal Center. "The Ghost Below exhibit gets its name from fishing nets that are lost or discarded at sea by the fishing industry and left to float aimlessly in the oceans for a lifetime. Forever." Última atualização 2016. Acedido a 10/03/2016. <http://www.marinemammalcenter.org/Get-Involved/events/ghost-below/ghost-nets.html>.

The Ocean Cleanup. "The plastic pollution problem." Acedido a 05/03/2016. <http://www.theoceancleanup.com/problem.html>.

Tillow. "Tillow - Towel + Pillow." Acedido a 12/07/2016. <http://www.thetillow.com/#homepage>.

Tišler-Korljan, Barbara e Diana Gregor-Svetec. 2014. "Properties and printability of compression moulded recycled polyethylene." *Materials & Design* no. 55:583-590. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306913009667>.

Tovdesign. "Sand Chair." Última atualização 2016. Acedido a 11/07/2016. <http://www.tovdesign.com/diy/chairs/diyfurniture/sandchair.html>.

UNEP. "Ecosystem Management." Acedido a 22/03/2016. <http://www.unep.org/ecosystemmanagement/>.

UNESCO. "Facts and figures on marine pollution." Última atualização 2016. Acedido a 22/03/2016. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/ioc-oceans/priority-areas/rio-20-ocean/blueprint-for-the-future-we-want/marine-pollution/facts-and-figures-on-marine-pollution/>.
University of Waikato. Illustration of a marine ecosystem. European Commission: European Commission. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-4/index_en.htm.

VolkerWessels. "Plastic Road." Acedido a 30/05/2016. <https://en.volkerwessels.com/en/projects/detail/plasticroad>.

Wanshel, Elyse. 2016. "Edible Rings On Six-Packs Feed Marine Life If They End Up In The Ocean." Última atualização 2016. Acedido a 01/06/2016. http://www.huffingtonpost.com/entry/saltwater-brewery-edible-six-pack-rings-beer-plastic-marine-life_us_573b796ce4b0ef86171c5fe4.

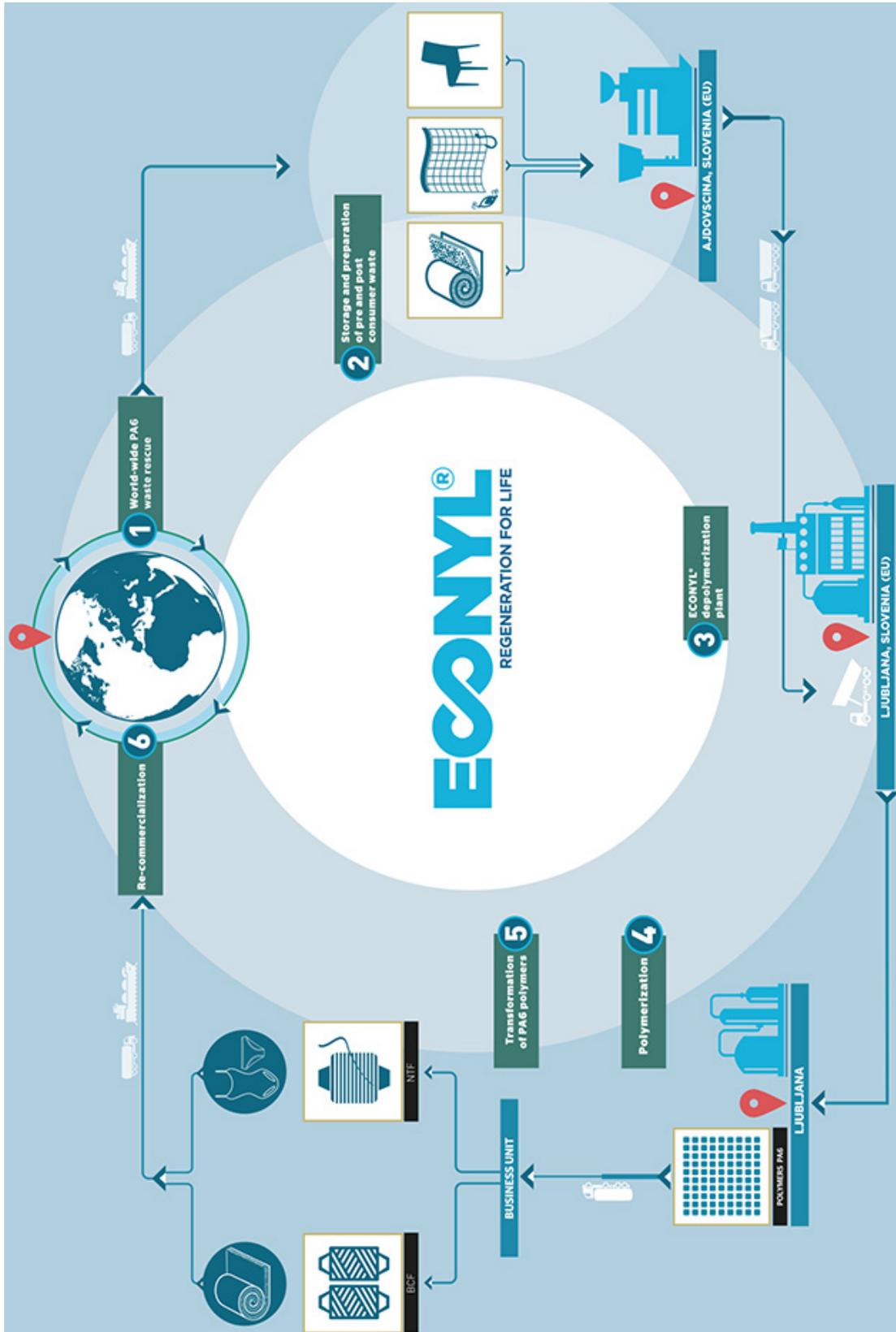
Whiteley, Nigel. 1993. *Design for Society*. London: Reaktion Books Ltd.

World Ocean Review. The amount of litter in the oceans is constantly increasing. Much of it degrades very slowly. Plastic bottles and nylon fishing line are particularly durable. Although many plastics break down into smaller fragments, it will take decades or even centuries (estimated timescales) for them to disappear completely.: World Ocean Review. <http://worldoceanreview.com/en/wor-1/pollution/litter/>.

———. "Litter - pervading the ocean." Acedido a 15/03/2016. <http://worldoceanreview.com/en/wor-1/pollution/litter/>.

6. ANEXOS

Anexo A - Econyl Regeneration System



Anexo B - Método de identificação de termoplásticos: possíveis comportamentos das amostras

Materiais de Construção Mecânica – II
(Materiais Polímeros e Compósitos)

Trabalho Prático nº4 **Grupo:** _____
Identificação de Termoplásticos **Turma:** _____
Referência do componente analisado _____

Comportamento na água:

- flutua
- não flutua

Comportamento após exposição a uma chama:

- continua a arder sem fumo preto
- continua a arder com fumo preto
- continua a arder durante um curto espaço de tempo, formando uma camada de fuligem superficial facilmente removível
- a chama auto extingue-se

Comportamento após imersão em solventes químicos:

Solvente 1 - Tetracloreto de Carbono:

- começa a ficar viscoso
- a superfície é atacada, produzindo um acabamento superficial mate
- não é atacado

Solvente 2 – Acetato de Etilo:

- começa a ficar viscoso
- a superfície é atacada, produzindo um acabamento superficial mate
- não é atacado

Riscar com uma unha da mão:

- traços visíveis
- não existem traços visíveis ou indentações

Cheiro do fumo após a extinção da chama:

- cheiro pestilento, nauseabundo
- cheiro a corno queimado
- cheiro aromático
- não apresenta odor específico

Teste de Fractura:

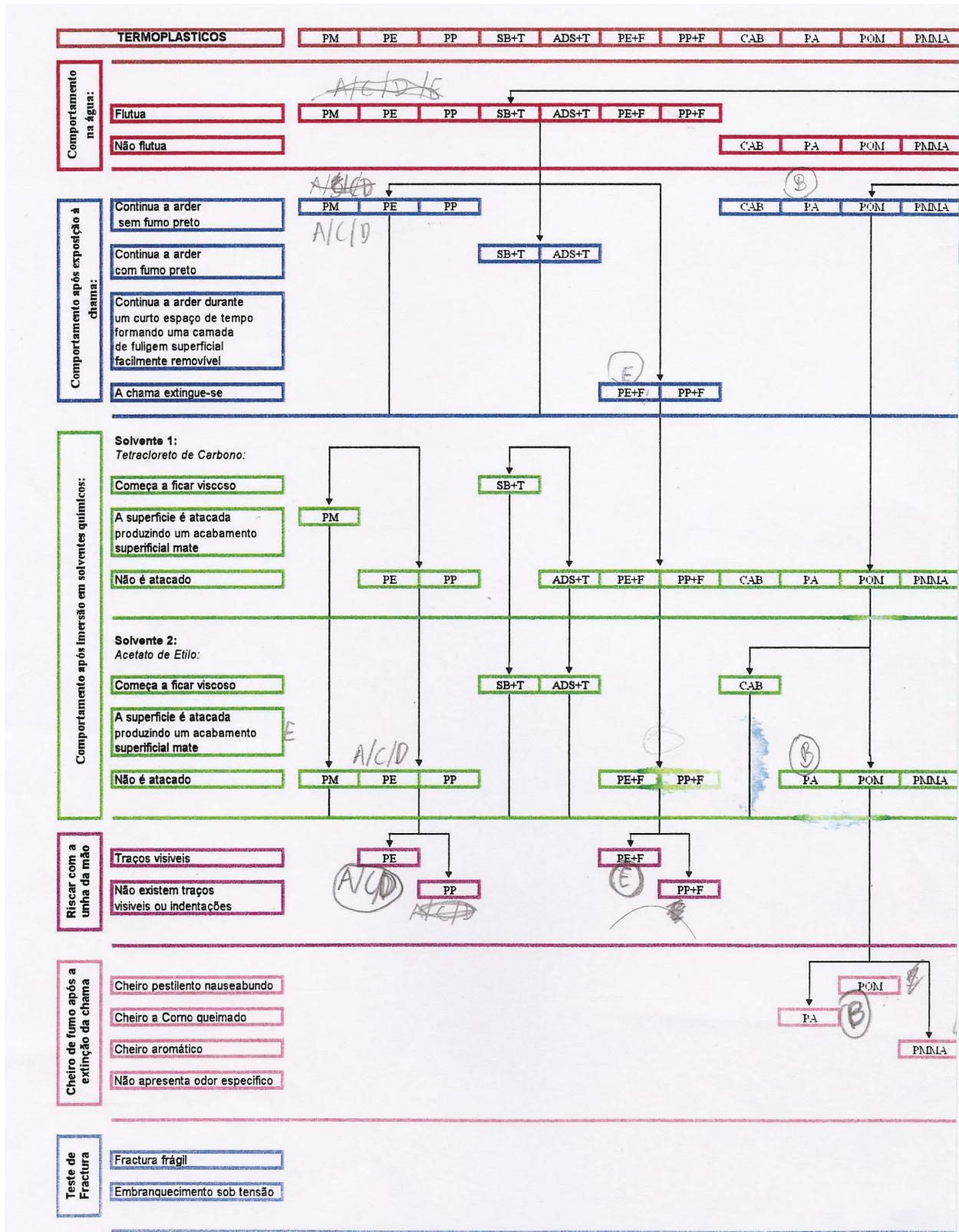
- fractura frágil
- embranquecimento sob tensão

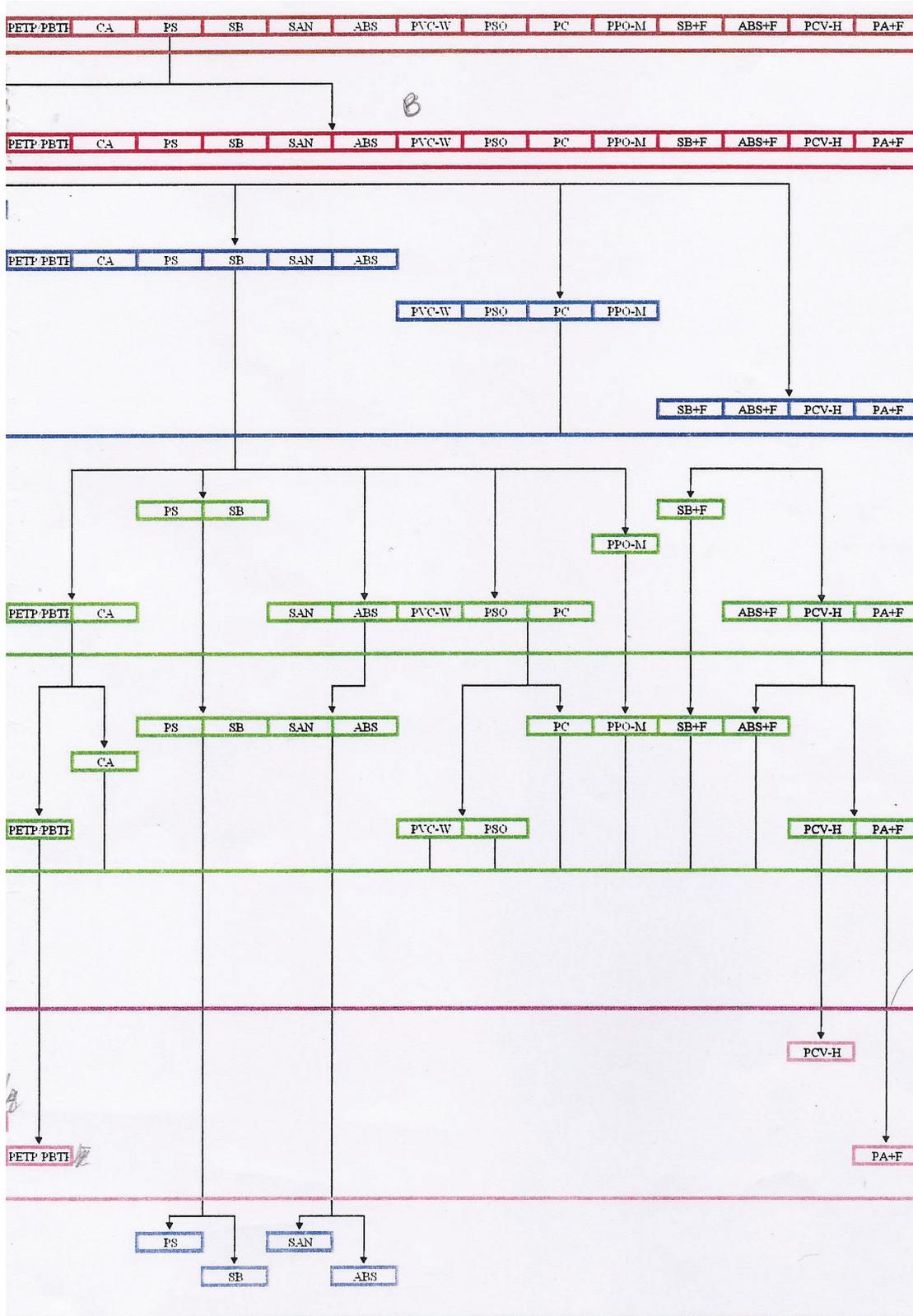
Termoplástico:

Sigla _____

Nome _____

Anexo C - Método de identificação de termoplásticos: esquema de verificação dos resultados





Anexo D – Dureza Shore D do PEAD e PEBD - Handbook of Materials Selection

Table 1 Typical Hardness Values of Some Common Plastic Materials

| Plastic material | Hardness | | |
|---------------------------------|----------|---------|-----------|
| | Rockwell | | Durometer |
| | M | R | Shore D |
| Acetal | 94 | 120 | |
| Acrylic | 85–105 | | |
| Acrylonitrile butadiene styrene | | 75–115 | |
| Cellulosics | | 30–125 | |
| Polyphenylene oxide | 80 | 120 | |
| Nylon | | 108–120 | |
| Polycarbonate | 72 | 118 | |
| High-density polyethylene | | | 60–70 |
| Low-density polyethylene | | | 40–50 |
| Polypropylene | | | 75–85 |
| Polystyrene (general purpose) | 68–70 | | |
| Polyvinyl chloride (rigid) | | 115 | |
| Polysulfone | 70 | 120 | |

Anexo E – Dureza Shore D do PEAD e PEBD - MatWeb Material Property Data



Advertise with MatWeb! REGISTER NOW

Data sheets for over 115,000 metals, plastics, ceramics, and composites.

HOME • SEARCH • TOOLS • SUPPLIERS • FOLDERS • ABOUT US • FAQ • LOG IN

Searches: [Advanced](#) | [Category](#) | [Property](#) | [Metals](#) | [Trade Name](#) | [Manufacturer](#) | [Recently Viewed Materials](#)



Custom Machined HDPE Parts

[Click here to request a quote](#) (203) 265-3299



Overview of materials for High Density Polyethylene (HDPE), Extruded

Categories: [Polymer](#) ; [Thermoplastic](#) ; [Polyethylene \(PE\)](#) ; [HDPE](#) ; [High Density Polyethylene \(HDPE\), Extruded](#)

Material Notes: This property data is a summary of similar material s in the MatWeb database for the category "High Den sity Polyethylene (HDPE), Extruded". Each property range of values reported is minimum and maximum values o f appropriate MatWeb entries. The comments report the average value, and number of data points used to calculate the average. The values are not necessari ly typical of any specific grade, especially less c ommon values and those that can be most affected by addit ives or processing methods.

Vendors: [XXXXXXXXXX](#) [to view all available suppliers for this material.](#)

Please [click here](#) if you are a supplier and would like information o n how to add your listing to this material.

[Printer friendly version](#) [Download as PDF](#) [Download to Excel \(requires Excel and Windows\)](#)
[Export data to your CAD/FEA program](#)

Add to Folder: My Folder **0/0**

| Physical Properties | Metric | English | Comments |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Density | 0.933 - 1.27 g/cc | 0.0337 - 0.0459 lb/in ³ | Average value: 0.958 g/cc Grade Count:129 |
| Apparent Bulk Density | 0.580 - 0.610 g/cc | 0.0210 - 0.0220 lb/in ³ | Average value: 0.592 g/cc Grade Count:4 |
| Water Absorption | 0.0100 - 0.300 % | 0.0100 - 0.300 % | Average value: 0.111 % Grade Count:8 |
| Environmental Stress Crack Resistance | 10.0 - 10000 hour | 10.0 - 10000 hour | Average value: 1080 hour Grade Count:49 |
| | 200 - 200 hour @Temperature 50.0 - 50.0 °C | 200 - 200 hour @Temperature 122 - 122 °F | Average value: 953 hour Grade Count:4 |
| | 139 - 139 hour @Temperature 50.0 - 50.0 °C | 139 - 139 hour @Temperature 122 - 122 °F | Average value: 953 hour Grade Count:3 |
| | 139 - 139 hour @Thickness 2.00 - 2.00 mm | 139 - 139 hour @Thickness 0.0787 - 0.0787 in | Average value: 953 hour Grade Count:3 |
| Oxidative Induction Time (OIT) | 10.0 - 200 min | 10.0 - 200 min | Average value: 62.5 min Grade Count:4 |
| Linear Mold Shrinkage | 0.00500 - 0.00800 cm/cm | 0.00500 - 0.00800 in/in | Average value: 0.00675 cm/cm Grade Count:4 |
| Melt Flow | 0.0400 - 63.0 g/10 min | 0.0400 - 63.0 g/10 min | Average value: 4.00 g/10 min Grade Count:124 |
| Ash | 0.0400 - 0.0600 % | 0.0400 - 0.0600 % | Average value: 0.0553 % Grade Count:14 |
| Mechanical Properties | Metric | English | Comments |
| Hardness, Rockwell R | 80.0 - 112 | 80.0 - 112 | Average value: 90.7 Grade Count:3 |
| Hardness, Shore D | 55.0 - 70.0 | 55.0 - 70.0 | Average value: 63.0 Grade Count:53 |
| Tensile Strength, Ultimate | 15.2 - 45.0 MPa | 2200 - 6530 psi | Average value: 26.6 MPa Grade Count:55 |
| | 11.0 - 25.0 MPa @Temperature -30.0 - 70.0 °C | 1600 - 3630 psi @Temperature -22.0 - 158 °F | Average value: 20.3 MPa Grade Count:1 |

| | | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|----------------|
| Tensile Strength, Yield | 13.0 - 200 MPa | 1890 - 29000 psi | Average value: 26.3 MPa | Grade Count:86 |
|  | 6.89476 - 30.0 MPa @Temperature -30.0 - 70.0 °C | 1000.00 - 4350 psi @Temperature -22.0 - 158 °F | Average value: 20.6 MPa | Grade Count:1 |
| Film Elongation at Break, MD | 400 - 600 % | 400 - 600 % | Average value: 500 % | Grade Count:4 |
| Film Elongation at Break, TD | 450 - 650 % | 450 - 650 % | Average value: 550 % | Grade Count:4 |
| Elongation at Break | 3.00 - 1900 % | 3.00 - 1900 % | Average value: 636 % | Grade Count:98 |
|  | 200 - 500 % @Temperature -30.0 - 70.0 °C | 200 - 500 % @Temperature -22.0 - 158 °F | Average value: 367 % | Grade Count:1 |
| Elongation at Yield | 8.00 - 14.0 % | 8.00 - 14.0 % | Average value: 10.4 % | Grade Count:9 |
|  | 4.00 - 9.00 % @Temperature -30.0 - 70.0 °C | 4.00 - 9.00 % @Temperature -22.0 - 158 °F | Average value: 5.67 % | Grade Count:1 |
| Modulus of Elasticity | 0.620 - 1.30 GPa | 89.9 - 189 ksi | Average value: 0.883 GPa | Grade Count:9 |
| Flexural Yield Strength | 28.3 - 91.0 MPa | 4100 - 13200 psi | Average value: 62.5 MPa | Grade Count:5 |
| Flexural Modulus | 0.500 - 4.83 GPa | 72.5 - 700 ksi | Average value: 1.19 GPa | Grade Count:63 |
| Secant Modulus | 0.531 - 1.24 GPa | 77.0 - 180 ksi | Average value: 0.869 GPa | Grade Count:6 |
| Izod Impact, Notched | 0.200 - 7.50 J/cm | 0.375 - 14.1 ft-lb/in | Average value: 2.22 J/cm | Grade Count:27 |
|  | 0.700 - 1.10 J/cm @Temperature -40.0 - -40.0 °C | 1.31 - 2.06 ft-lb/in @Temperature -40.0 - -40.0 °F | Average value: 0.900 J/cm | Grade Count:2 |
| Tensile Impact Strength | 80.0 - 480 kJ/m ² | 38.1 - 228 ft-lb/in ² | Average value: 243 kJ/m ² | Grade Count:7 |
| Tensile Impact | 68.3 - 152 J/cm | 128 - 285 ft-lb/in | Average value: 88.4 J/cm | Grade Count:6 |
| Coefficient of Friction | 0.200 - 0.280 | 0.200 - 0.280 | Average value: 0.240 | Grade Count:4 |
| Tear Strength Test | 17.0 - 29.4 | 17.0 - 29.4 | Average value: 21.6 | Grade Count:11 |
| Elmendorf Tear Strength MD | 20.4 - 33.6 g | 20.4 - 33.6 g | Average value: 23.9 g | Grade Count:4 |
| Elmendorf Tear Strength TD | 40.8 - 204 g | 40.8 - 204 g | Average value: 99.4 g | Grade Count:4 |
| Film Tensile Strength at Break, MD | 45.0 - 55.0 MPa | 6530 - 7980 psi | Average value: 47.8 MPa | Grade Count:4 |
| Film Tensile Strength at Break, TD | 40.0 - 46.0 MPa | 5800 - 6670 psi | Average value: 42.3 MPa | Grade Count:4 |
| Hydrostatic Design Basis | 5.50 - 11.0 MPa | 798 - 1600 psi | Average value: 8.81 MPa | Grade Count:3 |

| Electrical Properties | Metric | English | Comments |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|---|
| Electrical Resistivity | 10000 - 1.00e+20 ohm-cm | 10000 - 1.00e+20 ohm-cm | Average value: 5.21e+18 ohm-cm Grade Count:20 |
| Surface Resistance | 10000 - 1.00e+17 ohm | 10000 - 1.00e+17 ohm | Average value: 2.50e+16 ohm Grade Count:4 |
| Dielectric Constant | 2.05 - 2.50 | 2.05 - 2.50 | Average value: 2.33 Grade Count:15 |
| Dielectric Strength | 11.8 - 45.0 kV/mm | 300 - 1140 kV/in | Average value: 25.8 kV/mm Grade Count:12 |
| Dissipation Factor | 0.0000200 - 0.000600 | 0.0000200 - 0.000600 | Average value: 0.000180 Grade Count:13 |

| Thermal Properties | Metric | English | Comments |
|---|--------------------|----------------------|---|
| CTE, linear | 34.2 - 200 μm/m-°C | 19.0 - 111 μin/in-°F | Average value: 123 μm/m-°C Grade Count:11 |
| Melting Point | 124 - 135 °C | 255 - 275 °F | Average value: 129 °C Grade Count:19 |
| Deflection Temperature at 0.46 MPa (66 psi) | 62.0 - 143 °C | 144 - 290 °F | Average value: 85.9 °C Grade Count:19 |

| | | | |
|---|----------------|----------------|--|
| Deflection Temperature at 1.8 MPa (264 psi) | 44.0 - 127 °C | 111 - 260 °F | Average value: 82.7 °C Grade Count:8 |
| Vicat Softening Point | 80.0 - 131 °C | 176 - 268 °F | Average value: 122 °C Grade Count:47 |
| Brittleness Temperature | -118 - 76.0 °C | -180 - 169 °F | Average value: -79.3 °C Grade Count:48 |
| Flammability, UL94 | HB - V-0 | HB - V-0 | Grade Count:4 |
| Processing Properties | Metric | English | Comments |
| Processing Temperature | 180 - 240 °C | 356 - 464 °F | Average value: 211 °C Grade Count:5 |
| Adapter Temperature | 210 - 260 °C | 410 - 500 °F | Average value: 247 °C Grade Count:7 |
| Die Temperature | 210 - 260 °C | 410 - 500 °F | Average value: 247 °C Grade Count:7 |
| Melt Temperature | 124 - 321 °C | 255 - 610 °F | Average value: 216 °C Grade Count:35 |

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [terms of use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

Users viewing this material also viewed the following:

- [Overview of materials for High Density Polyethylene \(HDPE\), Injection Molded](#)
- [Overview of materials for Low Density Polyethylene \(LDPE\), Extrusion Grade](#)
- [Overview of materials for High Density Polyethylene \(HDPE\), Impact Grade](#)
- [Overview of materials for High Density Polyethylene \(HDPE\), Pipe Grade](#)
- [Overview of materials for Low Density Polyethylene \(LDPE\), Molded](#)

O4001 / 78276

| | | | |
|---|---|----------------|---|
|  | Custom Machined HDPE Parts | |  |
| | Click here to request a quote | (203) 265-3299 | |

Subscribe to Premium Services

- Searches:** [Advanced](#) • [Composition](#) • [Property](#) • [Material Type](#) • [Manufacturer](#) • [Trade Name](#) • [UNS Number](#)
Other Links: [Advertising](#) • [Submit Data](#) • [Database Licensing](#) • [Web Design & Hosting](#) • [Trade Publications](#)
[Supplier List](#) • [Unit Converter](#) • [Reference](#) • [Links](#) • [Help](#) • [Contact Us](#) • [Site Map](#) • [FAQ](#) • [Home](#)

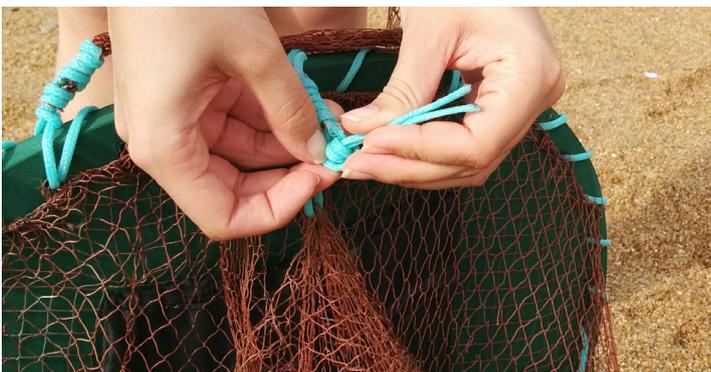
| | |
|---|-----------------|
|  | MatWe... |
| <input type="button" value="Like Page"/> | |

[Follow @MatWeb](#)

Please read our [License Agreement](#) regarding materials data and our [Privacy Policy](#). Questions or comments about MatWeb? Please contact us at webmaster@matweb.com. We appreciate your input.

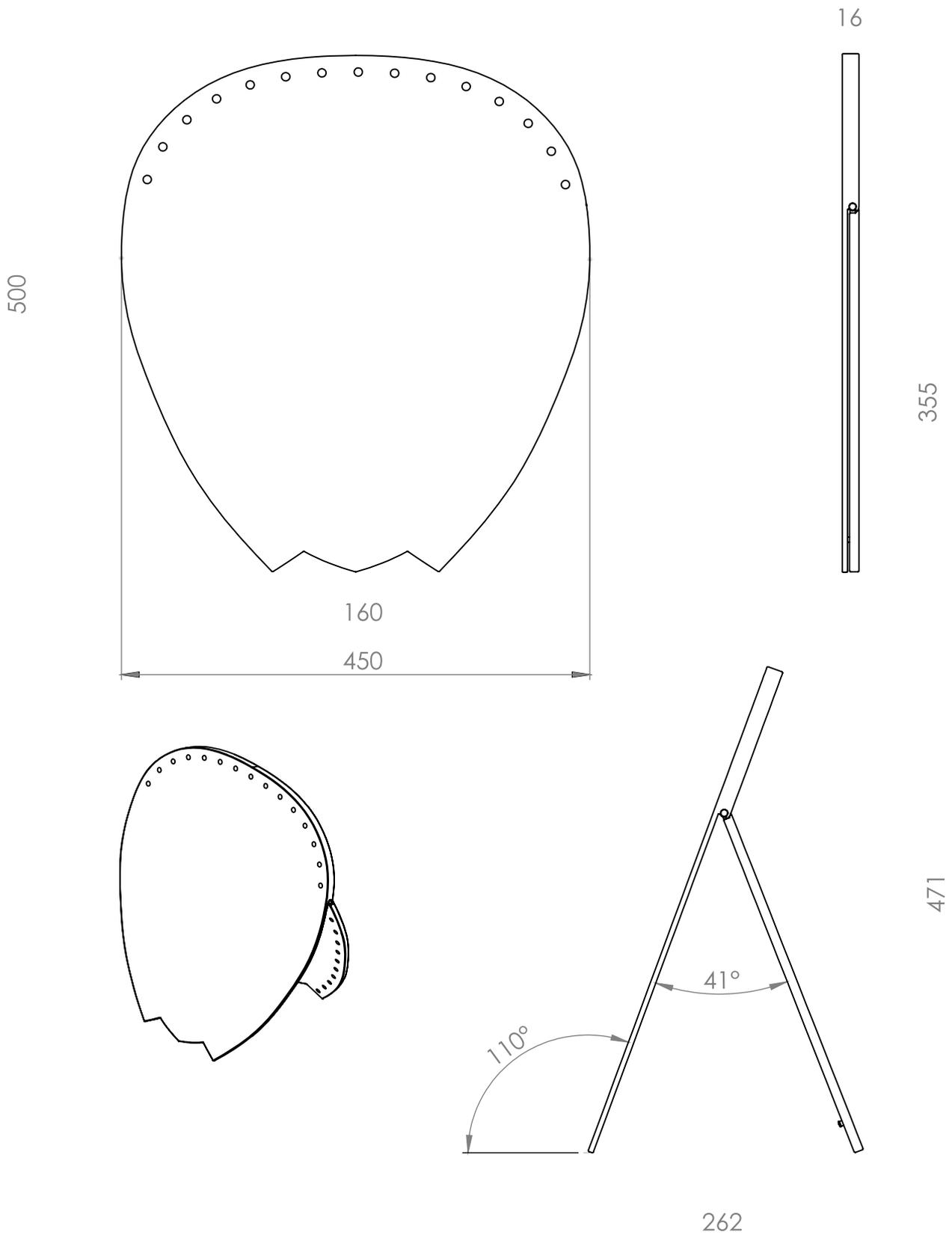
The contents of this web site, the MatWeb logo, and "MatWeb" are Copyright 1996-2016 by MatWeb, LLC. MatWeb is intended for personal, non-commercial use. The contents, results, and technical data from this site may not be reproduced either electronically, photographically or substantively without permission from MatWeb, LLC.

Anexo F – Testes de Usabilidade na praia

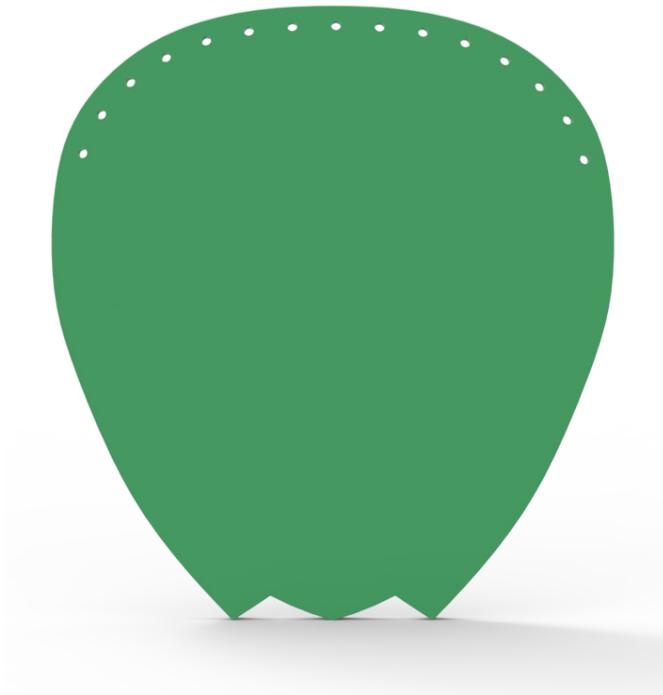


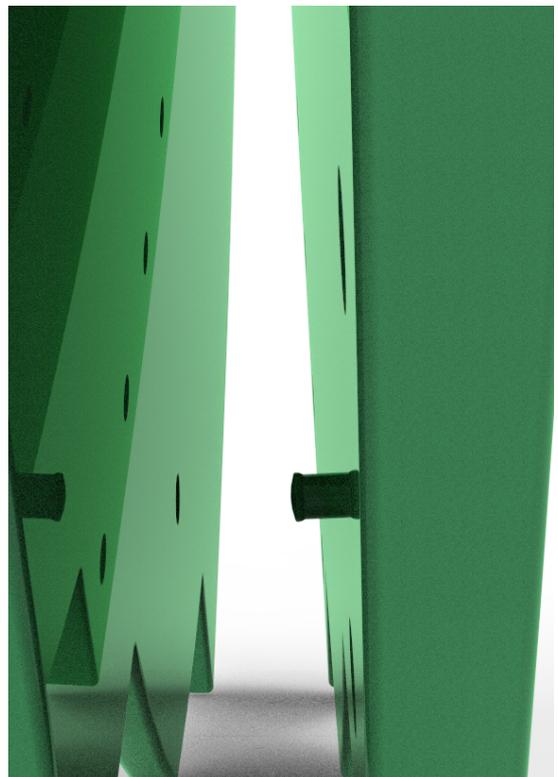
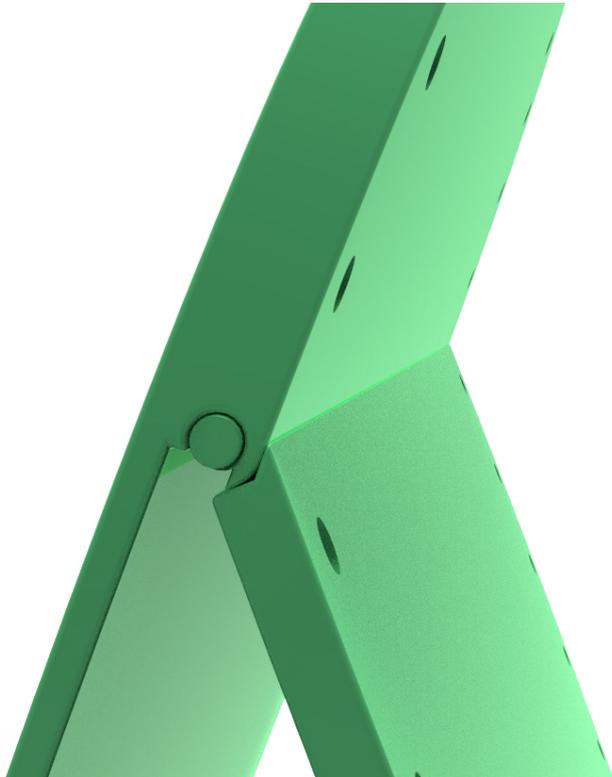
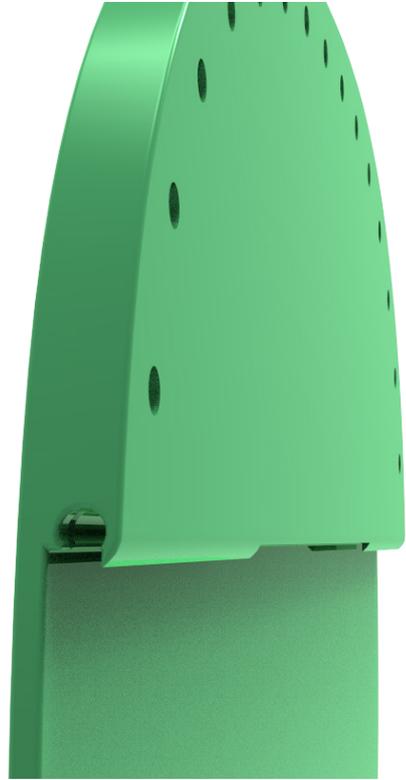
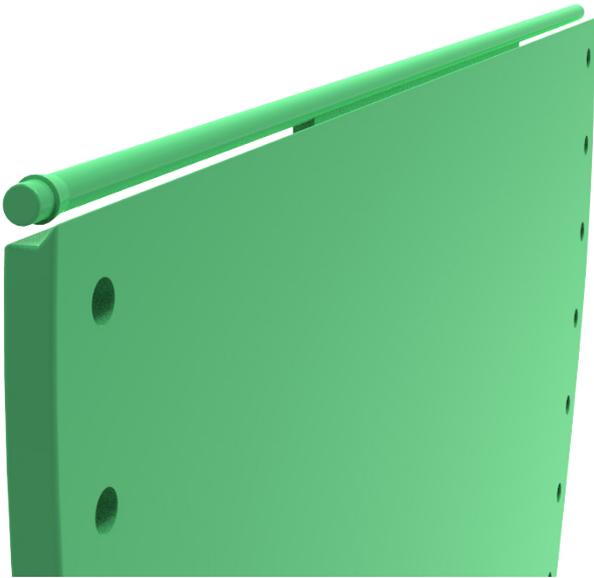


Anexo G – Medidas principais do Baia



Anexo H – Renders do encosto





Título *DESIGN* como veículo para o
reaproveitamento dos resíduos de cordas e
redes de pesca para a criação de produtos

Autora Daniela Pereira Dias Monteiro

SEDE ADMINISTRATIVA FACULDADE DE BELAS ARTES
FACULDADE DE ENGENHARIA

