



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

João Carlos Ferreira Pires Teixeira

O PROCESSO EM DESIGN NO DESENVOLVIMENTO DE UMA PRANCHA DE SURF EM CORTIÇA

Nome do Curso de Mestrado
Design Integrado

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Ermanno Aparo
e coorientação da
Professora Doutora Mafalda Lopes Laranjo

Novembro de 2015

JÚRI

Presidente:

Doutora Helena Maria da Silva Santos Rodrigues

Professora adjunta do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Vogal:

Doutor Fernando Moreira da Silva

Professor catedrático da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa

Arguente

Vogal:

Doutor Ermanno Aparo

Professor adjunto do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Orientador

AGRADECIMENTOS

Este espaço é talvez um dos mais difíceis de preencher, pela insegurança que se sente em esquecer alguém importante. Dito isso, espero não deixar ninguém de parte que tenha contribuído de forma direta ou indireta para que esta investigação se tornasse uma realidade. Desta forma agradeço:

Em primeiro lugar, à pessoa que tem tornado tudo isto possível, a minha mãe. Que sempre se empenhou e esforçou incondicionalmente para que nada me faltasse, mostrando ter a força de alguém que não pode ser humano. A ela o meu muitíssimo obrigado, sem dúvida a minha heroína.

Ao meu pai, que apesar de já não estar presente, foi responsável pelo meu apreço pelo Design, pelo mundo do desenho, e pelo interesse na cultura em geral. Tem sido também uma das minhas grandes motivações em tudo aquilo que faço. Obrigado por tudo!

Ao meu orientador, Ermanno Aparo, ou como gosto de lhe chamar, o meu pai académico. Obrigado, acima de tudo, pela amizade compartilhada, pela confiança depositada em mim e pela sinceridade. Sem ele estou certo que não teria conseguido completar este objetivo. Um muito obrigado.

À minha coorientadora, a professora doutora Mafalda Lopes Laranjo, pela simpatia que sempre demonstrou ao longo da investigação, bem como a boa disposição e disponibilidade para ajudar sempre que precisei. Sem a partilha do seu conhecimento muito seria deixado ao acaso. Por isso, obrigado por todo o ensinamento.

À professora doutora Liliana Soares Aparo, pela enorme ajuda na fase inicial da investigação bem como na partilha de conhecimentos que foram uma mais valia para a composição do documento. Também pelo apoio e pela motivação a que sempre me foi habituando.

À Amorim Isolamentos, por ter proporcionado esta oportunidade única. Pelo constante acompanhamento e ajuda naquilo que lhes foi possível.

Ao João Zamith, pela paciência e tempo dedicado a este projeto em que sempre acreditou. Pela ajuda em estabelecer grande parte dos contactos fundamentais para a materialização da prancha. Muito obrigado!

Ao engenheiro Rui Lourenço, pelo excelente trabalho que fez na fase da maquinação da prancha. Obrigado pelo tempo dedicado ao projeto, e por toda a ajuda que foi oferecida nesse sentido.

À empresa ALTO, e a todos os que estiveram envolvidos no desenvolvimento da investigação, pela cedência de material e infraestruturas e também pela partilha de conhecimento.

Aos professores doutores, Manuel Ribeiro, Eduarda Gomes e João Abrantes pelo constante acompanhamento e ajuda na fase laboratorial. Também pela partilha de conhecimento que foi fundamental. Obrigado.

Ao professor António Torres Marques, por partilhar o seu vasto conhecimento na área da engenharia dos materiais compósitos. Pela disponibilidade em receber e ajudar numa fase essencial do projeto.

Ao engenheiro Paulo Reis, e à empresa EuroChemicals pela cedência da resina de colofónia e por terem despertado uma enorme vontade de exploração e descoberta.

À empresa Madeiviana, por terem facultado de forma gratuita a madeira para a materialização da longarina.

Ao Shaper, Chicco Russo, pela oportunidade de partilhar a sua experiência no âmbito da produção de pranchas de surf. Um conhecimento que conta já com mais de 30 anos.

À Margarida, principalmente pelo carinho e amor. Também pela dedicação que demonstrou ao longo da investigação em ajudar-me nas fases mais difíceis e determinantes do projeto. Por me fazer saborear ainda mais os bons momentos da vida, fazendo esquecer os maus.

Ao Jorge Passos, pela disponibilidade e tempo que dedicou em algumas viagens até às empresas como também na ajuda em grande parte da modelação 3D da prancha. E claro, obrigado pela amizade e apoio que sempre me foi dado ao longo da investigação, e não só.

Ao Roberto, um daqueles amigos que se contam pelos dedos, obrigado por tudo.

A todos os meus outros amigos, aqueles que sabem que este espaço lhes pertence, pela boa disposição, pelo espírito aventureiro, e pela amizade em si. Sem eles, nada faria sentido. Em especial aos que estiveram mais próximos durante todo o processo, o André a Bárbara e o Daniel. A todos eles, um brinde à amizade!

RESUMO

A presente investigação surge do desejo de materialização de uma prancha de surf em cortiça expandida por parte da empresa, Amorim Isolamentos. Nesse sentido, o projeto pretende utilizar um material maioritariamente usado na área da construção e implementá-lo num novo contexto produtivo. Assim, o documento foi dividido em 4 partes essenciais:

Na primeira parte, demonstra-se a importância da sustentabilidade do material, não só de um ponto de vista ecológico, mas também produtivo. Interpreta-se a cortiça como driver essencial na elaboração de projetos mais conscientes, no que diz respeito ao ciclo de vida dos produtos. Também se analisa a indústria da cortiça em Portugal, para provar a força da cortiça enquanto material identitário e portador de cultura, bem como veiculador para novas oportunidades de projeto.

Na segunda parte, pretende-se afirmar a importância deste tipo de projetos, fundamentando com o *“design primário”* (Branzi: 1983), com o projeto do material, e com o Design como veiculador de conexões que são sinónimo de criatividade.

Na terceira parte, interpreta-se o Design como o processo, que deve ser capaz de fazer as perguntas para só depois formular as respostas. Esta parte, maioritariamente prática e extremamente experimental, apoia-se no pensamento de autores fundamentais como Nigel Cross, Donald Schön e Christopher Alexander, para fundamentar escolhas que foram feitas ao longo do processo. Pretende-se experimentar, descodificando o material de forma a potenciar as suas propriedades mecânicas.

Por último, a quarta parte, refere-se ao capítulo de aplicação de projeto que consistiu no desenvolvimento e materialização de uma prancha de surf em cortiça.

Com esta investigação pretende-se demonstrar a importância do projeto dos materiais na sua capacidade cognitiva que origina a partilha de conhecimentos entre as disciplinas do Design e da Engenharia, de forma a materializar produtos mais sustentáveis e capazes de uma nova abordagem aos contextos produtivos.

Palavras-Chave: Sustentabilidade Vs. Cortiça, Transferência de conhecimento Vs. Contexto produtivo, Design Vs. Engenharia, Processo em design Vs. Design cognitivo.

ABSTRACT

This research arises from the desire of the company, Amorim Isolamentos, in the materialization of an expanded cork surfboard. In this sense the project aims to use a material used mainly in the construction sector and implement it in a new productive context. Therefore, the document was divided into 4 essential parts:

In the first part, it demonstrates the importance of the material's sustainability, not only from an ecological point of view, but also productive. The cork is construed as a key driver in the development of more conscious projects, regarding the life cycle of products. It is also analyzed the cork industry in Portugal, to prove the strength of cork as an identity material and carrier of culture, as well as a disseminator for new designing opportunities.

The second part aims to affirm the importance of such projects, justifying it with the "*design primario*", the Design of the material, and the Design as disseminator for connections that are synonymous with creativity.

In the third part, Design is interpreted as the process, which should be capable of asking the questions and only then formulate the answers. This part, mostly practical and extremely experimental, relies on the thoughts of key authors such as Nigel Cross, Donald Schön and Christopher Alexander, to support choices that have been made throughout the process. It is intended to experiment, decoding the material in order to maximize its mechanical properties.

Finally, the fourth part, refers to the project application chapter, which consisted in the development and materialization of a cork surfboard.

With this research it is intended to demonstrate the importance of the materials project in his cognitive ability that causes the sharing of know-how between the disciplines of both Design and Engineering, developing more sustainable products and capable of a new approach to productive contexts.

Keywords: Sustainability Vs. Cork, Know-how transfer Vs. Productive context, Design Vs. Engineering, Design process Vs. Design Cognition.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	ÂMBITO	16
1.2	MOTIVAÇÕES DE INTERESSE	21
1.3	FUNDAMENTAÇÃO	24
1.4	OBJECTIVOS	29
1.5	METODOLOGIA	30
2	TEMÁTICAS DE INVESTIGAÇÃO	34
2.1	A CORTIÇA COMO MATERIAL PARA A SUSTENTABILIDADE	34
2.1.1	Sustentabilidade de um ponto de vista ecológico	34
2.1.2	Sustentabilidade de um ponto de vista produtivo	36
2.2	A indústria da cortiça em Portugal	39
2.3	O caso AISOL	45
3	O EQUIPAMENTO DESPORTIVO COMO DESAFIO DE PROJETO	47
3.1	A TRANSFERÊNCIA DE EXPERIÊNCIAS PARA A INOVAÇÃO NO ÂMBITO DO EQUIPAMENTO DESPORTIVO	47
3.2	O PROJETO DO MATERIAL NO ÂMBITO DO DESPORTO	51
3.3	O DESIGN PRIMÁRIO	55
4	O PROCESSO EM DESIGN NO DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL	58
4.1	INTRODUÇÃO AO PROCESSO	58
4.2	PREMISSAS PARA O DESENVOLVIMENTO E PROJETO DO MATERIAL	61
4.3	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	62
4.4	OBJECTIVOS A ALCANÇAR	63
4.5	FASE LABORATORIAL	63
4.5.1	Experiência #1	65
4.5.2	Experiência #2	69
4.5.3	Experiência #3	74
4.5.4	Experiência #4	81

4.5.5	Experiências #5	86
4.6	ENSAIOS	93
4.6.1	Ensaio #1: Densidades de cortiça expandida.	96
4.6.2	Ensaio #2: Resina epóxi convencional com fibra de vidro.	98
4.6.3	Ensaio #3: Resina de colofônia.	101
4.6.4	Ensaio #4: Resina de colofônia com fibra de coco.	103
4.6.5	Ensaio #5: Resina epóxi convencional com fibra de coco.	105
4.6.6	Ensaio #6: Resina de colofônia com fibra de linho.	107
4.6.7	Ensaio #7: Resina epóxi convencional com fibra de linho.	110
4.6.8	Ensaio #8: Impregnação por vácuo.	113
4.6.9	Ensaio #9: Resina epóxi ecológica (Entropy) com fibra de linho.	117
4.7	CONCLUSÕES INTERMÉDIAS.....	120
5	DESENVOLVIMENTO DE PROJETO.....	123
5.1	PREMISSAS PARA O DESENVOLVIMENTO E MATERIALIZAÇÃO DE UMA PRANCHA DE SURF EM CORTIÇA.....	123
5.2	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	123
5.3	CONFIGURAÇÃO FORMAL	124
5.3.1	1º MOMENTO: Elaboração do modelo da prancha de surf em CAD	124
5.3.2	2º MOMENTO: Preparação dos blocos de cortiça e maquinação da prancha de surf	126
5.3.3	3º MOMENTO: Acabamentos finais da prancha (shape).....	133
6	IMAGENS PROTÓTIPO FINAL.....	137
7	CONCLUSÃO	139
8	BIBLIOGRAFIA.....	143
9	APÊNDICES	149
9.1	FOTOS DO DIÁRIO (RESUMO)	149
9.2	MODELO DE ESTUDO MORFOLÓGICO	152
10	ANEXOS	154
10.1	VII INTERNATIONAL MATERIALS SYMPOSIUM “MATERIAIS 2015”	154
10.1.1	E-MAIL'S REFERENTES À CANDIDATURA.....	154
10.1.2	DOCUMENTO SUBMETIDO	157
10.1.3	PROGRAMA DA CONFERÊNCIA	157
10.1.4	RECIBOS.....	159
10.2	I CONGRESO INTERNACIONAL DISEÑO DUAL – ESNE.....	161
10.2.1	E-MAIL'S REFERENTES À CANDIDATURA.....	162
10.2.2	REVISÃO DO DOCUMENTO (AVALIAÇÃO POR PARES CEGOS)	162
10.2.3	DOCUMENTO SUBMETIDO	164

10.3	ORÇAMENTOS	165
10.3.1	RESINA EPÓXI (ENTROPY RESINS).....	166
10.3.2	FIBRA DE LINHO	167

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ânfora vedada com rolha de cortiça natural - Séc. V a.C. (Grécia) - Fonte: Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. “The art of Cork” Julho 2014: Porto	40
Figura 2: Produção de cortiça por país - Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013.....	42
Figura 3: Principais produtos exportados (Milhões de Euros) - Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013	43
Figura 4: Tabela com os campos de aplicação da cortiça no setor produtivo (2011) - Fonte: (MESTRE; GIL: 2011, p. 60).	44
Figura 5: Imagem da tricycle em madeira (Wicla) desenvolvida no âmbito do curso de Mestrado em Design Integrado, para o projeto RAIOOO - Fonte: http://www.domusweb.it/en/design/2014/08/11/raiooo_three- wheeledmobility.html	46
Figura 6: Circulo representativo dos discursos criativos entre os vários agentes envolvidos no desenvolvimento do projeto - Imagem do autor.	51
Figura 7: Lavatório Techno B1 materializado em fibra de coco - desenhado pelo designer Carlos Aguiar para a marca Cifial - Fonte: http://www.inegi.up.pt/instituicao/noticias_detalhe.asp?ano=2011&idm=1 &idsubm=9&id=32&noticiaid=630	53
Figura 8: Imagem de detalhe do selim em cortiça expandida, idealizado para a tricycle em madeira desenvolvida no âmbito do curso de Mestrado em Design Integrado (projeto RAIOOO) - Fonte: http://www.domusweb.it/en/design/2014/08/11/raiooo_three- wheeledmobility.html	57
Figura 9: Da esquerda para a direita, placa de aquecimento e parte do processo de sintetização da resina de colofónia - Imagem do autor.....	66
Figura 10: Da esquerda para a direita, provetes de cortiça expandida e fibra de coco sem aditivos e parte do processo de aplicação de resina de colofónia em provete de fibra de coco - Imagem do autor.....	67
Figura 11: Resultado da aplicação de resina de colofónia nos provetes de cortiça expandida Standard, MDF e provete de fibra de coco - Imagem do autor.	69
Figura 12: Da esquerda para a direita, a fibra de coco após ser retirada de um bloco Corkoco e o método de manuseamento da fibra de coco quando utilizada em solução de laminados - Imagem do autor.	71
Figura 13: Solução de laminados prensada através do uso de grampos, escoando excessos de resina e reforçando a ligação entre elementos - Imagem do autor.....	72

Figura 14: Solução de laminados prensada através do uso de grampos, escoando excessos de resina e reforçando a ligação entre elementos - Imagem do autor.....	73
Figura 15: Reaproveitamento do bloco de Corkoco para a elaboração de um novo provete. Bloco utilizado para extrair o material da fibra de coco - Imagem do autor.....	74
Figura 16: Da esquerda para a direita, corte do layout desenhado na fibra de linho e tipo de aplicação utilizada da fibra de linho nos provetes a elaborar - Imagem do autor.	76
Figura 17: Processo utilizado para ligar a fibra de linho com o bloco de cortiça expandida - Imagem do autor.....	76
Figura 18: Provetes resultantes da aplicação da resina de colofónia juntamente com os dois tipos de fibra de linho - Imagem do autor.	78
Figura 19: Provetes resultantes da aplicação superficial de resina de colofónia diretamente nas cortiças expandidas Standard e MDF - Imagem do autor.....	79
Figura 20: Aplicação de resina epóxi convencional sob fibra de linho em cortiça expandida - Imagem do autor.	80
Figura 21: Da esquerda para a direita, recorte das várias camadas de fibra de vidro a utilizar na elaboração de provetes e prove de cortiça expandida combinado com fibra de vidro e resina epóxi pronto para a fase de cura - Imagem do autor.....	81
Figura 22: Da esquerda para a direita, blocos de cortiça expandida mergulhados em água fria e pesagem de bloco de cortiça expandida MDF após mergulho em água - Imagem do autor.....	83
Figura 23: Da esquerda para a direita, bloco de cortiça junto com resina de colofónia e envolvido em plástico térmico pronto para ser impregnado e bloco de cortiça após impregnação de resina de colofónia por vácuo - Imagem do autor.....	84
Figura 24: Restos de cortiça expandida que acabaram por ficar colados ao plástico no momento de extração do provete - Imagem do autor.....	85
Figura 25: Provetes maquinados a partir de bloco de cortiça expandida HD e tecido de fibra de linho a ser utilizado - Imagem do autor.....	87
Figura 26: Imagem das embalagens relativas à resina e endurecedor ecológicos utilizados para esta fase experimental - Imagem do autor....	88
Figura 27: Da esquerda para a direita, blocos de cortiça expandida HD após maquinação de corte para homogeneizar dimensões e camadas de tecido de fibra de linho a aplicar na elaboração de novos provetes - Imagem do autor.....	89
Figura 28: Utilização de compressor para limpar qualquer tipo de lixos ou pós que pudessem interferir no momento de ligação entre fibra de linho e cortiça - Imagem do autor.	90

Figura 29: Da esquerda para a direita, medição de quantidades pretendidas de resina e endurecedor e mistura da resina com o endurecedor - Imagem do autor.....	90
Figura 30: Da esquerda para a direita, provete com fibra de linho e resina epóxi ecológica com acabamento longe do pretendido, e provete com fibra de linho e resina epóxi ecológica mais próximo daquilo que era pretendido - Imagem do autor.	91
Figura 31: Da esquerda para a direita, utilização de máquina de corte para limar excessos de camadas de fibra de linho e placa de fibra de coco prensada com espessura de 10mm - Imagem do autor.	92
Figura 32: Provete de cortiça HD e camadas de fibra de coco antes de preparar o provete e provete laminado com uma camada de fibra de coco já prensado por grampos fazendo uso de resina epóxi ecológica como elemento ligante e estrutural - Imagem do autor.	93
Figura 33: Equipamento utilizado para elaboração de todos os ensaios de flexão realizados com os provetes maquinados durante a fase experimental - Imagem do autor.	94
Figura 34: Gráfico representativo de todos os ensaios à flexão elaborados nos provetes e suas variantes desenvolvidos durante a fase de experimentação - Imagem do autor.	121
Figura 35: Imagens do software AKU Shape com o respetivo modelo de prancha selecionado - Imagem do autor.	124
Figura 36: Imagens do software SolidWorks, onde foi idealizado o sólido da prancha de surf para posterior maquinação em CNC - Imagem do autor	125
Figura 37: Da esquerda para a direita, esquadria feita para alinhar os blocos de cortiça de acordo com o software e, régua de madeira fixada com cola quente para evitar movimentos desnecessários durante maquinação - Imagem do autor.....	126
Figura 38: Desbaste dos blocos em cortiça expandida HD para permitir corte no eixo central a vazar os blocos e também um nivelamento dos topos - Imagem do autor.....	127
Figura 39: Imagens do corte central (eixo longitudinal) em ambos os blocos de cortiça - Imagem do autor.....	128
Figura 40: Maquinação de dentes de encaixe para unir blocos de cortiça - Imagem do autor.....	128
Figura 41: Arestas dos dentes de encaixe a serem lixadas para permitir um encaixe perfeito entre blocos - Imagem do autor.	129
Figura 42: Colagem de blocos de cortiça juntamente com longarina, prensados com grampos - Imagem do autor.	129
Figura 43: Da esquerda para a direita, desbaste da longarina e, marcação de esquadria no bloco de cortiça preparado - Imagem do autor.	130

Figura 44: Da esquerda para a direita, corte de desbaste e, parte inferior da prancha após corte de acabamento - Imagem do autor.....	131
Figura 45: Negativo, ou molde, da parte inferior da prancha de surf. Utilizado para apoiar o bloco durante a maquinação da parte superior - Imagem do autor.	132
Figura 46: Imagens da segunda fase da maquinação da prancha, referentes à parte/lado superior - Imagem do autor.	132
Figura 47: Resultado final da fase de maquinação em CNC da prancha de surf em cortiça - Imagem do autor	133
Figura 48: Aplicação de fibra de linho na parte inferior do protótipo final - Imagem do autor.....	134
Figura 49: Implementação das quilhas de madeira no protótipo final - Imagem do autor.	135
Figura 50: Protótipo final após primeiro teste em condições de serviço - Imagem do autor.....	137
Figura 51: João Zamith em interação com o protótipo final. Durante primeiro teste performativo da prancha em condições reais - Imagem do autor.	138

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Ensaio #1 - Densidades de cortiça expandida.	96
Tabela 2: Ensaio #2 - Resina epóxi convencional com fibra de vidro.	99
Tabela 3: Ensaio #3 - Resina de colofónia.	101
Tabela 4: Ensaio #4 - Resina de colofónia com fibra de coco.	103
Tabela 5: Ensaio #5 - Resina epóxi convencional com fibra de coco.	105
Tabela 6: Ensaio #6 - Resina de colofónia com fibra de linho.	107
Tabela 7: Ensaio #7 - Resina epóxi convencional com fibra de linho.	110
Tabela 8: Ensaio #8 - Impregnação por vácuo.	114
Tabela 9: Ensaio #9 - Resina epóxi ecológica (Entropy) com fibra de linho.	118

1 INTRODUÇÃO

Vivemos num mundo físico e material, e, portanto, desde cedo, o homem sempre tentou ligar-se ao planeta em que habita através da matéria, utilizando os materiais disponíveis para construir algo. Atualmente, no mundo do design, a inovação pode ocorrer de várias formas, mas sem dúvida, a principal baseia-se no uso criativo dos materiais em prol dos produtos.

Segundo Lefteri (2007), há que reconhecer a importância em criar uma conexão relacionada a um inquestionável interesse na relação entre o design e os materiais. Deve proporcionar-se uma experimentação cujo objetivo é desenvolver um projeto-piloto que consiste na prototipagem de uma prancha de surf. Demonstra-se a importância de um processo sinérgico, que, como refere Ezio Manzini (1993) se foca na projeção do material e em como transformar a matéria no material, gerando assim mais valias fundamentadas em características identitárias do mesmo. Considera-se este processo, baseado numa experimentação controlada e assente no conceito de *“knowing-in-action”* e *“reflection-in-action”* de Donald Schön (1983), prioritário no alcance de resultados eficazes, onde, inventar e criar verdades deverá ser mais imperativo do que aceitar factos e condicionantes.

Na nossa realidade, deve-se encarar a ideia de introduzir um novo material num processo produtivo como um desafio à responsabilidade do projetista. Num momento histórico marcado pelas pegadas ecológicas do ser humano, que fermenta, como referem os autores McDonough e Braungart (2002) um mundo cada vez mais abundante e não limitado, a investigação assume uma forte preocupação apoiada em valores ecológico-sustentáveis.

A escolha em recorrer à cortiça deve ser vista como uma “inspiração material” lógica (Ashby; Johnson: 2002), relacionada aos princípios do projeto, procurando numa matéria-prima endógena a um derivado do sobreiro (que é responsável pela redução de uma percentagem significativa das emissões de dióxido de carbono), uma nova oportunidade de implementação.

Estes fatores fazem da cortiça um ponto de partida para um processo criativo onde o designer se torna o projetista que, como afirma Brown na sua

reflexão, “fazer mais com menos” (Brown: 2009), deve ser capaz de melhorar o tempo de vida do planeta e não apenas reduzir os seus impactos ambientais.

O projeto, finalizado num processo de design centrado na projeção do material, deve, como afirma Chris Lefteri (2007), determinar um produto cuja inovação é alcançada através da implementação de materiais tradicionais em novos contextos produtivos, capazes de fazerem emergir projetos altamente sustentáveis e sensíveis. Tornando-se veiculador de uma nova leitura do material-cortiça, num âmbito onde a relação entre Design e Engenharia deve ser reconhecida.

1.1 ÂMBITO

A presente investigação tem como objetivo desenvolver um projeto de uma prancha de surf em cortiça, aprofundando a temática do design dos materiais. A abordagem ao projeto fundamenta-se no conceito de “*design primário*” (Branzi: 1983) e na apropriação de um processo de desenvolvimento do produto baseado num método de “*design científico*” (Archer: 1995).

Segundo Chris Lefteri (2007), no mundo do projeto atual há um forte interesse em relacionar os materiais com o design. Esta relação foca-se em todos os aspetos inerentes à vida expectável dos produtos e passa por todos os intervenientes, desde os inventores aos produtores de materiais que, por sua vez, são cada vez mais influenciados pela nova consciência do consumidor, que exige uma informação mais detalhada acerca da história e fonte dos materiais usados em produtos. Estes aspetos orientam o designer para uma ação de projeto nova e responsável, cuja procura da inovação “(...) *não é conduzida traduzindo novas tecnologias em produtos, mas antes, em projetos altamente sustentáveis e sensíveis que criam uma sensação de frescura ao reaplicar materiais tradicionais em novos contextos.*”¹ (LEFTERI:

¹ Tradução livre do autor: “*This type of innovation is not driven by translating fancy technology into products, but rather by highly resourceful and sensitive projects that create a sense of freshness by re-applying traditional materials to new contexts.*” (LEFTERI: 2007).

2007, p. 36). Esta evidência permite que a abordagem a uma matéria-prima, como a cortiça, seja interpretada como uma oportunidade no desenvolvimento de uma prancha de surf, quer do ponto de vista económico-social, quer do ponto de vista ecológico-sustentável.

Quando se fala em projetar o material deve, primeiro, esclarecer-se que *“(...) muitas vezes os materiais são projetados contemporaneamente ao objeto e em função da propriedade que lhe queremos atribuir: a lógica é diferente”* (MORACE cit. in SGALIPPA: 2006, p. 92). Alguns autores como Jakimowicz, Martens e Verbeke (2010) vão ainda mais longe sugerindo que este tipo de processo, que se baseia no mapeamento de condicionantes complicadas, perspetivando uma visão de desenvolvimentos futuros, deve ser o cerne da questão na disciplina de Design, que trata de inventar e criar verdades. Tais definições tornam-se pertinentes nesta investigação visto que se pretende estabelecer uma conexão² entre o Design e a Engenharia de modo a transformar a cortiça num material capaz de, no que diz respeito à *“função-prática”* (Eco: 1984), proporcionar um produto que irá ser submetido a vários cenários extremos de natureza mecânica. Tratando-se de *“(...) um caso onde a máxima, ‘forma segue o material’, (...) se aproxima mais da realidade. Parece ser uma regra geral, que o bom design se apropria dos materiais de forma a que se torne mais eficiente, e, muitas vezes visível, o uso das suas propriedades e a maneira em como podem ser moldados”*³ (ASHBY, JONHSON: 2002, p. 126). Por isso, será prudente recorrer a Nigel Cross (2000) quando reflete acerca da relação entre Design Científico e Design Industrial Moderno, esclarecendo que o termo não é controverso, mas sim um reflexo da nossa realidade no mundo do projeto. Herbert A. Simon reforça este pensamento dizendo que *“(...) as ciências naturais se focam nas*

² O conceito de ‘conexão’ é interpretado como um catalisador de criatividade, no sentido que a *“criatividade é combinar elementos existentes com novas conexões que são úteis.”* (POINCARÉ: 2008).

³ Tradução livre do autor: *“A case could be made for the dictum ‘form follows material’ – it doesn’t sound as good but it may be closer to reality. It seems to be a general rule that good design uses materials in ways that make the most efficient, and often visible, use of their properties and the way they can be shaped.”* (ASHBY; JONHSON: 2002).

coisas como elas são... e o design, por outro lado, se preocupa em como as coisas deveriam ser”⁴ (SIMON: 1996, p. 114).

Para o alcance de resultados eficazes há uma forte necessidade de utilizar um processo experimental. Existem já, neste campo, vários autores e especialistas que contribuíram em grande parte para um avanço significativo do tema. Entre eles, destaca-se o processo para uma experimentação controlada de Donald Schön (1983) que se articula em três tipos de experimentação distintos, mas, que ao mesmo tempo, se relacionam à medida que o processo evolui. O primeiro tipo, “*ver-desenhar-ver*”, motiva uma ação que é tomada para que se verifique o que se segue sem que haja uma primeira preocupação acerca de previsões ou expectativas daquilo que se experimentou. A segunda define uma ação que é tomada deliberadamente com um propósito final em mente. E uma última onde há uma necessidade em discriminar as várias hipóteses geradas pelo processo.

Em grande parte, este tipo de abordagem define as diretrizes para um estudo que se caracteriza como extremamente experimental, sendo preciso recorrer a um trabalho de laboratório que consiste na execução de ensaios às propriedades resistentes e de deformabilidade da cortiça, que no nosso caso incluem testes mecânicos de flexão, compressão, tração e hidrodinâmicos. Num primeiro momento, a aplicação de resinas e colas inerentes à investigação assume-se como híbrida, no sentido em que existe a necessidade de combinar as várias hipóteses desenvolvidas. *“Este caminho, desde os requerimentos do Design até à especificação do produto, raramente é linear; quase sempre é divergente, juntando pedaços de informação de um método e outras partes de outros, combinando-os numa solução que - apesar de se basear em informação existente - se pode tornar completamente nova.”*⁵ (ASHBY; JOHNSON: 2002, p. 197).

⁴ Tradução livre do autor: “*The natural sciences are concerned with how things are...Design on the other hand is concerned with how things ought to be.*” (SIMON: 1996).

⁵ Tradução livre do autor: “*The path from design requirement to product specification is rarely linear; almost always it is devious, assembling bits of information by one method, other bits by others, and combining them into a solution that - although based on existing information - can be entirely new.*” (ASHBY; JOHNSON: 2002).

Como afirma Ezio Manzini (2006) no momento de projetar, o designer está incontornavelmente preso a tomar aquilo a que o designer chama de “*decisões éticas*”, que terão que ver com as condicionantes provocadas pelo panorama ambiental, onde o próprio afirma que estas mesmas decisões são relevantes para as futuras implicações e resultados dos produtos gerados. Nesse sentido, a escolha de recorrer à cortiça como um ponto de partida para este tipo de processo experimental e, a sua consequente introdução num novo contexto produtivo, deve ser encarada, na nossa realidade, como um desafio à responsabilidade do projetista. Num momento histórico em que “*visualizámos um mundo de abundância. Não de limites. No meio de uma discussão de grande importância que se centra na redução das pegadas ecológicas do homem.*”⁶ (McDONOUGH; BRAUNGART: 2002, p. 15) o designer, deve acompanhar, como refere Tim Brown (2009), todos os processos que afetam o percurso da matéria. Desde a extração de matérias primas até à manufatura e fim de uso do produto, o designer deve ser capaz de encontrar novas oportunidades para uma inovação que se foca na redução dos impactos ambientais. Trata-se da escolha de aumentar a qualidade ambiental e o tempo de vida do planeta, e não apenas a minimização destes fatores.

Como consequência, o estudo da implementação de um material como a cortiça, que já é reconhecida internacionalmente como uma forte estrutura para o desaparecimento da desertificação, promovendo um desenvolvimento sustentado, afunila-se até alcançar uma investigação que se assume com uma forte preocupação ambiental. Por um lado, esta escolha apoia-se nos valores eco-sustentáveis desta matéria-prima derivada do sobreiro que, segundo o Instituto Superior de Agronomia (ISA), de Lisboa, fixa cerca de 6 toneladas anuais de CO₂ por hectares, correspondente a mais de 4 milhões de toneladas de CO₂ por ano⁷. Por outro lado, “*(...) as paisagens de sobreiros evidenciaram valores de biodiversidade, ambientais e ecológicos. Estas paisagens são um dos melhores exemplos no Mediterrâneo do*

⁶ Tradução livre do autor: “*We see a world of abundance. Not limits. In the midst of a great deal of talk about reducing the human ecological footprint.*” (McDONOUGH; BRAUNGART: 2002).

⁷ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

equilíbrio entre conservação e desenvolvimento para benefício das pessoas e da natureza.”⁸ fornecendo também para a “(...) proteção contra a erosão eólica e aumentando a taxa a que a água da chuva se infiltra e reabastece os lençóis freáticos. Dado que os sobreiros intercetam, em média, 26,7% da precipitação total, diminuem também o escoamento de água evitando, deste modo a erosão do solo.”⁹

No panorama económico-social, a cortiça em Portugal, muitas vezes associada como um material nacional português, representa uma produção de 100.000 toneladas anuais, representando 49,6% num contexto mundial, é ainda líder mundial de exportações com uma quota de mais de 64,7% do total mundial, atingindo em 2012, 845,7 Milhões de Euros¹⁰. Assim como se afirma numa publicação da Empresa Amorim, a sua inserção no contexto produtivo *“(...) origina 9.000 postos de trabalho diretos na indústria portuguesa e ainda 6.000 nas manutenções florestais. Há ainda centenas que indiretamente dependem de atividades relacionadas com a cortiça.”¹¹*. Factos que evidenciam a necessidade do desenvolvimento de ideias no campo criativo, onde designers, cientistas e arquitetos devem ser desafiados a explorar as infinitas potencialidades da cortiça.

A projeção da cortiça e a sua abordagem no desenvolvimento de um produto como uma prancha de surf deve ser entendida como a virtude aristotélica da prudência. Segundo Bruno Latour, considerando que, hoje *“(...) os designers mais inteligentes nunca começam a partir de uma tabula rasa (...) nunca nada é criado, mas sim, cuidadosa e modestamente, redesenhado. É nesse sentido que uso a dimensão da palavra design, como*

⁸ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

⁹ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

¹⁰ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

¹¹ Fonte: Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. *“The art of Cork”* 2nd Edition: July 2014, Porto.
Tradução livre do autor: *“The cork oak forests create 9,000 direct jobs in the cork industry in Portugal and 6,500 in the area of forest maintenance. And there are thousands who indirectly depend on activities related to the cork oak forests.”*

*um claro substituto para revolução e modernização*¹² (LATOURE: 2008, p. 5). O autor refere, igualmente, que projetar é sempre re-projetar, defendendo que embora vivamos no mesmo mundo material, a produção do design deve apelar à significação e à ética. Isto constitui que se apela a uma interpretação moderna e atual e não a uma interpretação modernista. Trata-se de facto de um momento histórico em que a palavra design se coloca onde há mais a ser concebido e não onde há menos para se conceber. *“É aqui que o redesign começa, quando paramos de tentar de ser menos maus e começamos a descobrir como sermos bons. Como definir com eficácia ecológica, formas de projetar, do início ao fim, um produto que acaba por se tornar um alimento para o metabolismo biológico ou técnico.”*¹³ (McDONOUGH; BRAUNGART: 2002, p. 177).

Com esta investigação o que se sugere, em suma, é a implosão deste tipo de projetos que se tornam veiculadores de uma nova leitura do material-cortiça, num âmbito onde se valoriza a relação entre o Design e a Engenharia.

1.2 MOTIVAÇÕES DE INTERESSE

No que diz respeito ao fator que motiva a ação de qualquer projetista no seu âmbito de investigação o objetivo é inovar, ou seja, não agarrarmo-nos à teoria de uma ideia se não houver um estímulo para a materializar na prática, como refere Theodore Levitt *“a criatividade preocupa-se em gerar ideias, a inovação em implementá-las”*¹⁴. Parece necessário, numa primeira instância, enquadrar e contextualizar tanto no espaço como no tempo, tudo o que se pretende evidenciar. Estas motivações, que se relacionam com a tese, e aquilo que a mesma espera contribuir para o seu campo de estudo, a disciplina de design, manifestam-se de forma bastante clara.

¹² Tradução livre do autor: *“The most intelligent designers never start from a tabula rasa. (...) things are never created but rather carefully and modestly redesigned. It is in that sense that I take the spread of the word design as a clear substitute for revolution and modernization.”* (LATOURE: 2008).

¹³ Tradução livre do autor: *“Here’s where redesign begins in earnest, where we stop trying to be less bad and start figuring how to be good. How you set out with eco-effective principles, so that the product is designed from beginning to end to become food for either biological or technical metabolisms.”* (McDONOUGH; BRAUNGART: 2002).

¹⁴ Fonte: LEVITT, Theodore (2002) *“Creativity is not enough”*: Harvard Business Review. – <https://hbr.org/2002/08/creativity-is-not-enough> – acedido a 14/01/2015

Trata-se de um projeto desenvolvido no Instituto Politécnico de Viana do Castelo que visa o desenvolvimento de uma prancha de surf ecológica e sustentável. Por um lado, este estudo tem como parceiro o Grupo Amorim que procura no aglomerado de cortiça expandida novas possibilidades de aplicação. Portanto, proporciona uma abordagem estratégica empresarial como consequência da leitura correta da *“modernidade líquida”* (BAUMAN: 2000), cada vez mais mutável e híbrida. Por outro lado, é um projeto consciente do ponto de vista ecológico.

Por si só, o facto de projetar um material, com base num método experimental difuso, mas controlado, com intenções bem vincadas, que consistem na conceção de uma prancha de surf em cortiça, confere ao design uma hipótese concreta de descobrir, no material, um novo âmbito de implementação. Isto torna-se possível apenas fazendo uso da capacidade de leitura do design no que diz respeito às propriedades características dos materiais.

Estes fatores mostram-se uma mais valia por inúmeras razões. Uma das quais se baseia no desenvolvimento de um projeto sustentável, que cada vez mais se tem mostrado determinante no sector industrial. Delineando e garantindo as diferentes etapas do projeto, desde a extração do material, passando pela apropriação da melhor maneira dos processos produtivos existentes, até ao final da vida expectável no produto, este estudo contribui para o desenvolvimento ecológico. Consequentemente, as capacidades deste tipo de abordagem à disciplina, capaz de transformar os constrangimentos em vantagens, tornam-se fulcrais no que diz respeito ao desenvolvimento empresarial.

Durante o processo de experimentação, os materiais são decodificados, interpretados e, consequentemente, aplicados no projeto. Como resultado fermenta-se uma *“inspiração material”* (ASHBY, JOHNSON: 2002) que dará lugar a uma nova experiência ao indivíduo.

Uma investigação deste tipo tem que ser vista também de um ponto de vista académico, como afirma Gui Bonsiepe (1992) parte-se do princípio que o design se torna uma ferramenta fulcral na universidade do séc. XXI, onde a

instituição deve ser capaz de, ainda quando relacionada ao ensino do Design, proporcionar um projeto pioneiro para o aluno tornando-o parte integrante do mesmo. A projeção do material e a sua consequente descoberta de diversas soluções para a implementação em novos âmbitos torna-se possível com a sinergia gerada entre duas disciplinas de estudo distintas, a Engenharia e o Design. Para alcançar este objetivo é exigido o uso de infraestruturas e instalações patentes no Politécnico de Viana do Castelo, como laboratórios equipados com condições que fazem com que o projeto seja exequível. A característica eminentemente experimental deste projeto de investigação determina a construção, em torno do projeto, de relações com entidades desportivas (no caso do Centro de Alto Rendimento de Surf de Viana do Castelo), com empresas (como são o caso da EuroChemicals e ALTO.) ou até mesmo com universidades (como é o caso da FEUP/INEGI). Nesse sentido destaca-se a importância nesta rede de contactos que origina uma transferência de conhecimento, que deve ser vista como um *driver* necessário no desenvolvimento do projeto criativo e sustentável. Mais ainda, a oportunidade que o ensino deve proporcionar ao aluno no contexto do mundo empresarial e do trabalho acaba também por se afirmar como uma motivação. Salienta-se a importância que há em utilizar meios materiais com uma identidade nacional, como é o caso da cortiça.

Sumariamente, todos os parâmetros enunciados, revelam-se com um nível de dificuldade acentuado, principalmente no que diz respeito à divergência entre a Engenharia e o Design num projeto que terá de fazer uso da cortiça na materialização de um produto como a prancha de surf, que traz consigo uma série de condicionantes extremas. Em paradigma, para o aluno, os projetos que se mostram como grandes desafios tornam-se numa motivação. Até porque, segundo Tim Brown (2009) no mundo do design, o projetista apenas alcança valores de inovação quando é submetido a este tipo de desafios, trabalhando sempre no limite. Verifica-se uma conexão entre as duas disciplinas, não uma colisão, focando sempre os pontos que se conectam entre ambos, mostrando assim a importância do diálogo criativo.

Em termos pessoais, a abordagem ecológica a projetos sustentáveis tem sido uma escolha individual a implementar no desenvolvimento dos

projetos. Por um lado, interessa focar a paleta dos materiais naturais e tradicionais, transferindo-os para novos contextos e novas realidades. Por outro lado, com esta ação, espera-se criar a oportunidade de contribuir para um negócio viável relacionando-o com o sector industrial da cortiça. A necessidade de sair da zona de conforto e não assentar numa área de desenvolvimento do produto específica é talvez uma das motivações mais fortes a nível pessoal.

1.3 FUNDAMENTAÇÃO

Como já referido anteriormente, é parte integrante de qualquer investigação enquadrar o projeto no seu devido contexto. Neste sentido, torna-se fundamental uma primeira abordagem histórica ao tema desenvolvido. Segundo Lefteri (2007) a nossa condição humana sempre nos levou à definição da nossa existência, baseando-a e ligando-a, diretamente, aos materiais existentes, nas suas respetivas épocas, e aquilo que podemos alcançar com os mesmos como, por exemplo, a “Idade da Pedra”, “Idade do Bronze”, “Idade do Ferro” etc. Esta inegável constante relação entre os materiais, o ser e o tempo deve-se, acima de tudo, à relação que prevalece entre o homem e o mundo físico em que habita.

Assim, torna-se essencial a análise ao tema *“Inspiração material”* enunciado por Ashby e Johnson (2002), relacionando-o com o tópico anterior, no sentido que a “inspiração material” se torna uma das várias habilidades que estimulam o pensamento criativo, que está, inerentemente, relacionado com os materiais. Como os próprios autores afirmam, um estímulo deste tipo é o que *“(…) desde o início dos tempos, tem motivado o ser-humano a apropriar-se dos materiais e fazer algo com eles, usando a sua criatividade para escolher a função e a forma que melhor exploram os seus atributos.”*¹⁵ (ASHBY, JOHNSON: 2002, p. 195).

¹⁵ Tradução livre do autor: *“(…) since the beginning of time, has driven humans to take materials and make something out of them, using their creativity to choose function and form in ways that best exploit their attributes.”* (ASHBY; JOHNSON: 2002).

Contudo, hoje torna-se extremamente difícil atribuir um material à nossa realidade. Isto deve-se principalmente à enorme paleta de novos materiais, que todos os dias aumenta, basta olhar para organizações como a Plataforma de Materiais¹⁶ que se assume como *“(...) uma grande rede de transferência de conhecimento dos centros de investigação para as empresas, que aposta na inovação e na competitividade em sectores tão diversos como os polímeros, têxteis, metais, cerâmica, papel, nano tecnologias, vidros, espumas, materiais compósitos e biológicos.”*¹⁷

Portanto, parte-se do princípio que a evolução e a necessidade de invenção tornam-se pertinentes para o desenvolvimento do projeto, como refere Ermanno Aparo (2010) *“a capacidade de saber escolher um material para aplicar num processo que qualifica e evidencia as suas qualidades performativas, mas também que destaca o seu poder evocativo, deve ser confrontada como um fator de diferenciação que denota e conota o projeto.”* (APARO: 2010, p. 11). Este tipo de diferenciação e inovação material não tem que estar necessariamente associada a algo completamente novo, como refere Lefteri (2009), trata-se de um tipo de inovação apoiada nos materiais tradicionais aplicados em novos contextos produtivos.

O foco na projeção do aglomerado de cortiça baseia-se num mecanismo experimental, prevendo mais-valias intrínsecas à transferência do material em novos contextos. Interpretar um tipo de processo que, numa fase embrionária da pesquisa, não procura ainda uma solução concreta pode, por si só, descodificar soluções diferentes do âmbito a que o material, tradicionalmente, se refere, para encontrar novas conexões entre material e contexto. Trata-se de realizar uma nova leitura à Amorim Isolamentos, em que projetar o material é interpretado como projetar uma nova estratégia empresarial. Parte-se do princípio que as potencialidades de um produto que é, maioritariamente, usado no âmbito dos revestimentos, precisam ser

¹⁶ Rede de transferência de conhecimento dos centros de investigação que envolve as universidades do Minho, Porto, Coimbra, Aveiro, Beira Interior, Lisboa e Nova de Lisboa.

¹⁷ Fonte: <http://expresso.sapo.pt/sete-universidades-e-18-laboratorios-criam-plataforma-de-materiais=f856919> - acedido a 15/01/2015.

exploradas, orientando-as para novas realidades, contribuindo para a sustentabilidade e, eventualmente, criando novos negócios.

Naturalmente, compreendemos esta nova necessidade em inserir materiais antigos, projetá-los e implementá-los em novos contextos, partindo do princípio que nos deparamos com uma sociedade onde o espírito da *modernidade líquida* comanda. Como refere Paul Valéry *“Interrupção, incoerência, surpresa são as condições comuns da nossa vida. Tornam-se mesmo necessidades reais para muitas pessoas, cujas mentes deixaram de ser alimentadas...por outra coisa que não mudanças repentinas e estímulos constantemente renovados...Não podemos mais tolerar o que dura. Não sabemos mais fazer com que o tédio dê frutos.”* (VALÉRY cit. in BAUMAN: 2000, p. 7).

A soma destes aspetos leva-nos a uma interpretação mais detalhada, no que diz respeito ao sector industrial da cortiça. Quando se fala em cortiça tem obrigatoriamente que se falar na produção de rolhas, porém, *“(...) com os plásticos elastómeros cada vez mais a tomarem conta do mercado na produção de rolhas, novas aplicações devem ser encontradas para esta leve maravilha natural.”*¹⁸ (LEFTERI: 2009, p. 79). Olhando para as estatísticas verificamos que entre 2006 e 2012, todo o sector da indústria corticeira portuguesa se destaca na produção de rolhas em cortiça, que *“(...) continuam a liderar as exportações portuguesas de cortiça com 68,4% do total dos produtos exportados”*¹⁹, no entanto, e em contrapartida a um dado tão esclarecedor, verifica-se que, entre os anos de 2000 e 2009, *“(...) de acordo com informação do Ministério da Solidariedade e da Segurança Social, o número de empresas da indústria da cortiça tem diminuído (...) verificando-se uma taxa de variação de -28%”*²⁰. Nesse sentido será prudente dizer que, talvez, o posicionamento no mercado de empresas como a Corticeira Amorim se deve ao facto desta se ter moldado de acordo com as novas diretrizes

¹⁸ Tradução livre do autor: *“But with plastic elastomers increasingly taking its place in the wine-bottling industry, new uses need to be discovered for this lightweight natural wonder.”* (LEFTERI: 2009).

¹⁹ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

²⁰ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

impostas pela *modernidade líquida*, onde se verifica um forte investimento em projetos que visam a exploração da cortiça e a sua aplicação em novos âmbitos e contextos, como é o caso do departamento de Investigação & Desenvolvimento e Inovação (I&D+I), que “(...) *aprofunda conhecimentos que potenciam a otimização de processos e de tecnologias e a conceção de novos produtos e negócios.*”²¹

Já num contexto de sustentabilidade produtiva e também ecológica deve considerar-se que “(...) *hoje, enquanto estamos cada vez mais conscientes do desperdício dos nossos recursos naturais, é importante reconhecer e recompensar designers, artesãos e produtores que respeitam o uso sustentável das madeiras.*”²² (LEFTERI: 2009, p. 9). Ainda sobre o assunto, autores como Tim Brown (2009) falam de uma possibilidade concreta para o projetista, quando é analisado todo o ciclo de criação e uso de um produto, em gerir da forma mais sustentável, o desenvolvimento do projeto desde o início até ao final de cada produto gerado, melhorando assim a condição ecológica do planeta. Bruce Mau (2004) fortifica esta ideia, utilizando o termo “mudança maciça”. Muito genericamente, o que o autor defende baseia-se, principalmente, na análise e gestão aos sistemas e processos que hoje são usados pela indústria para gerar algo novo e que deve ser ponderada pelo designer. De igual forma, o autor defende que o *design thinking* deve responder, através do produto, com estratégias que encorajem o individuo a comportamentos mais sustentáveis e ecológicos, como o próprio autor refere, trata-se de uma mudança relacionada com o design do mundo, e não o oposto.

Em síntese, a convergência de todos os agentes enunciados resulta num produto que é capaz de oferecer ao individuo uma nova experiência, tratando-se de projetos que fazem uma nova leitura do material e o transferem para novos contextos, salientando o experimento e a inevitável experiência de algo que é novo. Encara-se o facto de que hoje “(...) *já não se tratam de simples padrões numa parede ou de janelas com vitrais*

²¹ Fonte: <http://www.amorim.com/lideranca-global/i&d-inovacao/> - acedido a 14/01/2015.

²² Tradução livre do autor: “Technology is always exciting, but today, as we become more and more conscious of the depletion of our natural resources, it is important to recognise and reward designers, craftsmen and manufacturers who respect and work towards sustainable uses of wood.” (LEFTERI: 2009).

*decorativos. Tratam-se de plastificantes aplicados a paredes que absorvem os cheiros da cozinha, ou de vidros solares que mantêm o escritório fresco ainda que permitam a emissão de luz solar, ou de vidros que se limpam sozinhos.”*²³ (LEFTERI: 2007, p. 4). Tratam-se, portanto, de “materiais inteligentes” que constituem a capacidade em despertar novas emoções através das sensações humanas. Através do conceito de design primário, implementado por Clino Castelli, as sensações que experienciamos todos os dias visíveis, e por vezes palpáveis, intensificam-se usando o design como ferramenta-mãe. Como refere Clino Castelli *“quando trabalhamos ao estilo do design primário abordamos vários efeitos subtis – no cheiro, na luz, na cor, em muitas manifestações da realidade e amplificámo-las a um nível em que se torna significativo do ponto de vista figurativo, muito significativo, muito expressivo e muito importante.”*²⁴ (CASTELLI cit. in MITCHEL: 1996, p. 62).

Em simultâneo, os princípios do design primário combinados com o projeto da prancha de surf em cortiça, evidenciam um aspeto importante. Trata-se da escolha da cortiça, derivada de uma *“inspiração material”*, no que diz respeito à nova abordagem cognitiva num produto deste tipo, oferecendo ao indivíduo uma experiência diferente da habitual.

Em retrospectiva, é correto considerar que se trata de uma investigação que provoca um *“polinização”*²⁵, resultante da conexão entre as disciplinas do Design e da Engenharia²⁶. Segundo Martijn Paulen²⁷ os diálogos entre os criativos, provenientes das disciplinas de design, e os engenheiros,

²³ Tradução livre do autor: *“It is no longer just about the pattern on a wall or decorative glass windows. It’s about a plaster applied to the wall that absorbs smells from your kitchen, or solar glazing that keeps your office cool while still letting in light, or the glass window that is self-cleaning.”* (LEFTERI: 2007)

²⁴ Tradução livre do autor: *“When we work in the design primario way we use very subtle effects – in smell, in light, in color, in many manifestations of reality – and we amplify them to a degree that becomes significative at the figurative level – very significative, very expressive, and very important.”* (CASTELLI cit. in MITCHEL: 1996)

²⁵ Para Chiapponi, o conceito de polinização significa que *“Muitas vezes uma forte inovação num sector pode ser determinada pela transferência de ideias e soluções provenientes de um outro campo em que as mesmas ideias e soluções não são mais inovadoras, mas que estão já plenamente adquiridas há muito tempo.”* (CHIAPPONI cit. in SOARES: 2010, p. 286).

²⁶ Teoria já materializada academicamente entre as mesmas entidades, o IPVC e a Amorim Isolamentos mostraram, através do projeto ‘RAIOOO’, a importância em conectar o meio empresarial com a academia. Esta ação proporcionou uma oportunidade concreta de projeto, despertando um interesse, que não surge por acidente, no futuro desenvolvimento de novos produtos e na necessidade de procura de novos segmentos de mercado. Tanto pelo IPVC, que tomou a decisão de criar uma spin-off relacionada ao projeto ‘RAIOOO’ (a primeira no instituto e no âmbito de design) como também pela Amorim Isolamentos, que manifestou o interesse em desenvolver um novo produto propondo um tema de tese de investigação na área dos materiais.

²⁷ Diretor na área de gestão de negócio da *Dutch Design Week*, e diretor na área de inovação e estratégia da *TiasNimbas Business School*.

provenientes das universidades tecnológicas sempre foi complexo. Adianta ainda que são de facto dois mundos distintos e que se trata de um enorme avanço quando o cruzamento de ambos é posto em prática, afirmando ainda que tem a certeza de que este tipo de conexões irão definir as soluções para o futuro²⁸. Fará, portanto, todo o sentido citar Brown quando diz que *“os grandes pensadores em design sempre foram testados nos maiores desafios(...). Descodificando os problemas que lhes permitiram trabalhar sempre no limite, onde certamente teriam uma melhor hipótese de alcançar algo nunca antes feito.”*²⁹ (BROWN: 2009, p. 325).

Destaca-se a importância que existe em projetar o material, que se torna parte integrante de um projeto sustentado pelas conexões entre Engenharia e Design. No contexto empresarial, tais fatores tornam possível o diálogo criativo entre diferentes instituições e empresas gerando uma importante rede de contactos. A partilha de conhecimentos que deriva desta relação entre entidades torna-se *drivers* necessários no desenvolvimento do projeto sustentável, tanto num contexto produtivo como ecológico.

1.4 OBJECTIVOS

Projetar a cortiça, projetando o material, com o objetivo de decodificar novas soluções de aplicação diferentes daquelas a que o material, tradicionalmente, se refere;

Reconhecer a necessidade do processo experimental, quando inserido no método de projeto, na capacidade de leitura das propriedades dos materiais;

Salientar a importância que há em utilizar meios materiais com uma identidade nacional no desenvolvimento do produto, como é o caso da cortiça;

²⁸ Fonte: <http://www.dezeen.com/2014/11/24/movie-martijn-paulen-video-interview-dutch-design-week-technology-universities/> - acedido a 10/01/2015

²⁹ Tradução livre do autor: *“They have searched out the problems that allowed them to work at the edge because this was where they were most likely to achieve something that has not been done before.”* (BROWN: 2009)

Estimular diálogos criativos entre disciplinas opostas, através das conexões improváveis, de forma a proporcionar uma transferência de conhecimentos;

Saber interpretar o conceito de sustentabilidade, tanto de um ponto de vista produtivo como ecológico, como agente fulcral no desenvolvimento do projeto;

Proporcionar uma nova abordagem estratégica empresarial como consequência da correta interpretação, análise e gestão dos sistemas e processos usados na indústria;

Evidenciar a necessidade de preencher, na disciplina de Design, o vazio existente (no que diz respeito ao designer, enquanto figura profissional) no âmbito dos Materiais vs. Design. Nesse sentido, promove-se o design do material como *driver* fulcral para o bom desenvolvimento do projeto.

1.5 METODOLOGIA

Nesta investigação, entende-se o design como uma disciplina que se constrói e é caracterizada a partir dos processos. O design é também encarado como algo fluído e não estático, que procura encontrar respostas às perguntas que frequentemente lhe são propostas. Nesse sentido, a presente investigação está enquadrada em quatro momentos fundamentais, onde cada momento fundamenta as escolhas da forma de fazer e escrever orientadas para o projeto.

O primeiro momento, fundamentalmente teórico, aborda temáticas de investigação que foram consideradas fundamentais para uma primeira abordagem ao documento. Este momento está dividido em 2 partes:

1. A primeira parte foca-se na interpretação do conceito de sustentabilidade, tanto de um posto de vista ecológico como produtivo. A abordagem ao tema foi feita considerando a sua importância para fundamentar grande parte das escolhas e processos que, ao longo da investigação, foram acontecendo.

2. A segunda parte está, sobretudo, relacionada com a indústria da cortiça em Portugal. Acerca da indústria da cortiça estudou-se desde o seu contexto histórico até ao seu contexto atual. Estruturando o texto de forma crítica e objetiva com o objetivo de fundamentar escolhas inerentes à presente tese. Esta segunda parte possibilitou ainda a deslocação a Santa Maria da Feira, em trabalho de campo, onde foi possível recolher informações que se tornaram fundamentais para o desenvolvimento do projeto:

- a) Visita à APCOR – Associação Portuguesa da Cortiça, onde se fez um levantamento e recolha de dados, maioritariamente estatísticos, que contribuíram em grande parte para o entendimento do estado geral da indústria da cortiça.
- b) Visita à CTCOR – Centro Tecnológico da Cortiça, que possibilitou o conhecimento de alguns projetos de pesquisa e investigação da cortiça que se têm vindo a desenvolver ao longo dos últimos anos em Portugal.
- c) Visita à Amorim Isolamentos, que consistiu num primeiro encontro oficial com o parceiro de tese, com o objetivo de compreender as dinâmicas da empresa e o que pretendiam com o produto final. Foi também neste momento que se fez o primeiro levantamento de provetes de cortiça expandida e fibra de coco. Foram também elaboradas perguntas para tentar perceber, de um ponto de vista produtivo, o que era ou não possível.

O segundo momento, acima de tudo, explica a temáticas dos materiais fazendo uma interpretação crítica e objetiva acerca do projeto da matéria e onde, ao longo da investigação, ele pode ser verificado. Para este momento foi fundamental a utilização de autores específicos que coincidissem de forma clara com o projeto de tese³⁰.

Durante este segundo momento foi ainda proporcionada a oportunidade de visitar a feira “Lisbon Design Show ’15” na FIL onde foi possível verificar

³⁰ Como é o caso dos autores, Ezio Manzini, Ermanno Aparo e Liliana Soares, Clino Trini Castelli, Mike Ashby e Kara Johnson, e Chris Lefteri.

uma enorme quantidade de projetos que se enquadraram nesta temática, principalmente projetos materializados em cortiça.

O terceiro momento foi marcado pelas experiências feitas com o intuito de projetar o aglomerado de cortiça expandida e torna-lo o um material capaz de aplicação no projeto da prancha de surf. No fundo esta fase extremamente prática, apoiou-se em estudos acerca do processo em design de autores essenciais como Nigel Cross, Donald Schön e Christopher Alexander, que definiram o método escolhido no desenvolvimento de toda esta fase experimental.

Durante este momento foi possível estabelecer contatos com a empresa EuroChemicals (Viana do Castelo) onde se esteve à conversa com o engenheiro Paulo Reis acerca de resinas ecológicas, que nos facultou toda a resina de colofónia necessária para a fase de testes sem qualquer custou. Houve ainda tempo para fazer uma visita pela empresa e conhecer todos os processos inerentes à transformação da resina de colofónia.

Esta fase possibilitou ainda uma visita ao centro de investigação INEGI na FEUP, onde se esteve à conversa com o professore António Torres Marques que partilhou grande parte da sua experiência no âmbito da engenharia dos materiais, informação que se tornou determinante para a primeira fase experimental e seleção de materiais

Durante a fase de experiências e fase de testes o apoio técnico dos docentes Eduarda Gomes, João Abrantes e Manuel Ribeiro possibilitaram um maior conhecimento acerca das dinâmicas de laboratório o que permitiu um contato direto com a matéria, algo fundamental para o acompanhamento atento e responsivo de toda a fase laboratorial.

Destaca-se o trabalho que foi feito em equipa com o colega de mestrado André Claro, que permitiu olhar para o projeto através de perspectivas diferentes, aliando sempre o espirito critico de ambos a uma constante elaboração de pergunta/resposta que permitiu o avanço da investigação.

Por último, com o projeto do material aplicado na prancha de surf, foi ainda possível a participação na conferência “Materiais 2015” na FEUP, com

direito a publicação pela revista científica Elsevier³¹. Esta participação foi uma excelente ocasião para obter uma reação acerca do trabalho desenvolvido.

O quarto e final momento está relacionado com o desenvolvimento do projeto e a sua configuração formal. Neste momento podemos fazer uma divisão em duas partes distintas do processo produtivo. A primeira fase fundamentalmente industrial, e uma segunda fase fundamentalmente artesanal.

Assim, foi possível acompanhar todo o processo inerente ao desenvolvimento e materialização do protótipo final, esta relação entre designer e mundo produtivo tornou-se fundamental para a evolução continua do projeto.

Salienta-se, nesse sentido, a ligação do designer com a empresa ALTO, que ficou responsável pela maquinação em CNC da prancha e a ligação com o *shaper* Chicco Russo, responsável por dar os últimos acabamentos e fibrar a prancha.

³¹ Toda a informação referente ao programa da conferência, documento submetido e feedback de aprovação pode ser consultado nos Anexos deste documento.

2 TEMÁTICAS DE INVESTIGAÇÃO

2.1 A CORTIÇA COMO MATERIAL PARA A SUSTENTABILIDADE

2.1.1 Sustentabilidade de um ponto de vista ecológico

Quando se aborda um tema tão amplo como o da sustentabilidade torna-se difícil ser breve. Parte-se do princípio que a sustentabilidade é uma palavra que se desdobra e é aplicada em âmbitos distintos. Sustentabilidade é portanto “(...) *o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazerem as suas próprias necessidades*” (WCED (1987) cit. in ASHBY, JOHNSON: 2002, p. 157)

Pretende-se abordar o tema de sustentabilidade incidindo mais na sua vertente ecológica. Deste modo o objetivo desta intervenção descritiva acerca daquilo que é a sustentabilidade ecológica pretende cruzar-se com o mundo do design, mais precisamente relacionando-a com o respetivo projeto da investigação.

Esta correlação entre ecologia, sustentabilidade e design não é de todo um tema de discussão recente, de facto tem-se vindo a abordar estas questões cada vez mais, e cada vez de uma forma mais séria. Assim, considerou-se que, embora existam as temáticas sociais exploradas por autores como Viktor Papanek (1972) ou Gui Bonsiepe (1974), resolveu-se explorar a abordagem de Ezio Manzini (1993), focando na temática de sustentabilidade que deve existir no projeto dos materiais.

Assim, torna-se fundamental contextualizar e enquadrar o tema de sustentabilidade e tudo aquilo que ele representa (de um ponto de vista ecológico) no presente séc. XXI.

Esta necessidade em opor o contexto antigo com o atual baseia-se, sobretudo, no papel desempenhado pelo design e pelo designer de cada época. Isto é, o que outrora foi o principal culpado pela poluição ambiental é talvez, hoje, a melhor hipótese para a corrigir. Como referem os autores

William McDonough e Michael Braungart *“obviamente que, os industrialistas, engenheiros, inventores, e outras mentes por detrás do movimento da revolução industrial nunca tiveram a intenção de tais consequências. Aliás, toda a Revolução Industrial nunca chegou a ser projetada. Foi tomando forma gradualmente, enquanto que industrialistas, engenheiros e designers tentaram resolver problemas e tirar proveito imediato daquilo que consideravam ser oportunidades, num período sem precedentes de mudança maciça e rápida.”*³² (McDONOUGH, BRAUNGART: 2002, p. 19).

A revolução industrial torna-se assim um mecanismo de produção maciça e de exploração inconsciente de produtos. É por isso correto concordar com Bruno Latour (2008) quando nos diz que hoje nada é projetado do zero, mas sim re-projetado, devido a uma necessidade em corrigir os erros cometidos na história do design.

Torna-se também interessante verificar que, mesmo depois de uma primeira consciencialização acerca da insustentabilidade pendente no mundo do design, esta tendência e preocupação ambiental tem crescido exponencialmente até aos dias de hoje, onde se denota uma evolução entre design, ecologia e sustentabilidade.

Como referem os autores Ermanno Aparo e Liliana Soares, *“atualmente o projeto de um material deve responder a novas perguntas referentes ao impacto sobre o ambiente (...)”* (APARO; SOARES: 2012, p. 78), ou seja, é preciso fazer uma verificação de projeto referente ao ciclo de vida dos materiais, que vão desde a sua extração até ao fim de uso dos objetos.

Mas nem sempre estes princípios de projeto se aplicam. Nesse sentido torna-se pertinente analisar o âmbito em que se insere o produto da presente tese, o âmbito dos equipamentos desportivos, mais precisamente a prancha de surf. Encara-se a prática do desporto como um meio muito único de aproximação entre o indivíduo, a natureza e de todo o seu meio envolvente. No entanto gera-se um contrassenso que está relacionado ao

³² Tradução livre do autor: *“Revolution never intended such consequences. In fact, the Industrial Revolution as a whole was not really designed. It took shape gradually, as industrialists, engineers, and designers tried to solve problems and to take immediate advantage of what they considered to be opportunities in an unprecedented period of massive and rapid change.”* (McDONOUGH; BRAUNGART: 2002)

produto em si utilizado para a experiência de que se fala. Sabe-se que os materiais que, convencionalmente, constituem as pranchas de surf são altamente químicos e nocivos para o ambiente (fibras de vidro e resinas epóxi) seja de um ponto de vista produtivo, de usabilidade, ou final de uso do produto, ou seja, todos fatores que determinam o ciclo de vida de um produto.

Há de facto uma desatenção e falta de consciencialização no que diz respeito a vários problemas relacionados com o desenvolvimento sustentável de produtos deste tipo (Bhamra e Lofthouse, 2007). Como refere Shedroff, muitas vezes os designers *“são ensinados a projetar o “novo” quando este não é necessariamente melhor ou quando o “velho” nem sequer precisa de ser trocado”*³³ (SHEDROFF: 2009, p. XXXVI).

Assim, a visão que se quer transparecer com esta abordagem ao tema de sustentabilidade ecológica é a de que se considerou iminente uma intervenção no que diz respeito aos componentes utilizados na materialização de uma prancha de surf. Parte-se do princípio que *“(...) o design thinking deve encontrar formas de encorajar os indivíduos a agirem em direção a comportamentos mais sustentáveis.”*³⁴ (BROWN: 2009, p. 22). Desta forma, o design é encarado como uma ferramenta interpretativa da realidade atual, definindo como fundamental uma mudança nos hábitos dos praticantes de surf. Esta mudança consiste fundamentalmente na eliminação dos materiais convencionais utilizados na produção prancha de surf por materiais naturais e ecológicos.

2.1.2 Sustentabilidade de um ponto de vista produtivo

É importante referir que não se pretende fazer uma abordagem ao tema da sustentabilidade produtiva em geral, mas antes, tentar enquadrar a mesma consoante o projeto da investigação. Assim, o principal foco desta

³³ Tradução livre do autor: *“Designers are taught to make “new” when it isn’t really better or when “old” doesn’t need replacing.”* (SHEDROFF: 2009)

³⁴ Tradução livre do autor: *“(...) design thinking must respond is to find ways to encourage individuals to move toward more sustainable behaviors.”* (BROWN: 2009, p. 22).

intervenção pretende fundamentar onde, no projeto da prancha de surf em cortiça, se confere que de facto a sustentabilidade, de um ponto de vista produtivo, se torna determinante no desenvolvimento e materialização do produto.

Deste modo interpreta-se a sustentabilidade produtiva relacionando-a com o material, o produto onde se aplica e o seu consequente processo de produção. Estipula-se uma relação deste tipo pois entende-se que neste caso específico o material utilizado aplicado ao projeto da prancha orienta-se ele próprio para uma necessidade de inovação de processo. Trata-se da necessidade em transformar constrangimentos em vantagens utilizando o *design thinking* como ferramenta primária na gestão de todos os fatores inerentes ao processo produtivo, como refere Tim Brown, “o *design thinking* começa com as competências que os designers têm vindo a aprender ao longo das décadas na sua tentativa de atender as necessidades humanas com os recursos técnicos disponíveis, inerentes aos limites práticos do negócio”³⁵ (BROWN: 2009, p. 22)

É precisamente na gestão destes recursos técnicos disponíveis que nos fala Brown, que se torna fundamental e automática a necessidade de uma sustentabilidade produtiva capaz de sustentar o projeto.

Em primeiro lugar destaca-se a importância em utilizar um material de identidade local como a cortiça, que por si só é capaz de sustentar, de um ponto de vista produtivo, ambiental, económico e social o projeto. Esta assumpção baseia-se no facto de se tratar de um caso onde se verifica a existência do design sustentável que como refere Bhamra e Lofthouse “em geral, o design sustentável é uma força que permite moldar mais padrões sustentáveis de produção (...)”³⁶ (Bhamra, Lofthouse: 2007, p. 29).

³⁵ Tradução livre do autor: “*Design thinking begins with skills designers have learned over many decades in their quest to match human needs with available technical resources within the practical constraints of business.*” (BROWN: 2009)

³⁶ Tradução livre do autor: “*In general, sustainable design is an enabling force to shape more sustainable patterns of production (...)*” (BHAMRA, LOFTHOUSE: 2007)

É, portanto, correto afirmar que se trata de um caso de eco-eficiência³⁷ no design, onde se verifica a necessidade em articular o projeto de acordo com a realidade onde se insere. Nesse sentido é fundamental que o design seja um veiculador capaz de elaborar uma sustentabilidade produtiva dinâmica e estratégica.

Parte-se do princípio que a cortiça é interpretada como um material local e que, portanto, se deve reforçar a capacidade da sustentabilidade produtiva local, detentora de um conhecimento otimizado para a materialização do protótipo. Assim é pertinente que se articule uma série de parcerias entre empresas e entidades que possam contribuir de forma colaborativa na materialização do produto.

*“Considerando que os territórios estão a competir entre si utilizando os seus próprios recursos (económicos, culturais, sociais...) o capital de recursos locais é um elemento chave para o desenvolvimento territorial de um ponto de vista económico, social e ambiental”*³⁸ (MAFFEI; VILLARI: 2006, p. 29).

Assim, como acontecia com o design escandinavo no domínio das madeiras e consequente criação de redes produtivas (Burdeck: 1994) encara-se a cortiça como um material detentor das mesmas capacidades culturais e produtivas.

Deve deste modo ser criada uma ligação entre o setor industrial (mundo produtivo) e o setor criativo (Design) de forma a cruzar e partilhar o know-how que existe em ambos os casos. Trata-se de um processo criativo que seja capaz de ajudar na implementação de conexões que, por sua vez, permitem acompanhar o processo.

Verifica-se que a aplicação de um material local (cortiça expandida) num novo contexto produtivo (equipamento desportivo) requer a implementação de novas abordagens e novos métodos de produção. Para

³⁷ A utilização do termo de “eco-eficiência” é atualmente uma constante no mundo atual da sustentabilidade, como explicam os autores: “o que é a eco-eficiência? Essencialmente o termo significa “fazer mais com menos”, uma máxima que tem origem nos inícios da industrialização” (McDONOUGH; BRAUNGART: 2002, p.51)

³⁸ Tradução livre do autor: “Considering that territories are competing each other using their own resources (cultural, economical, social resources...), the capital of local resources is a key element for the territorial development in an economical, social and environmental viewpoint.” (MAFFEI; VILLARI: 2006)

Crul e Diehl, *“a inovação do processo é a introdução de um novo método de produção, que não tenha sido utilizado anteriormente e/ ou uma nova forma de manipular um produto no mercado para tornar a sua produção mais eficiente ou para ser capaz de produzir novos ou melhorados produtos”*³⁹ (CRUL; DIEHL: 2009, p. 29).

Em suma, comprova-se que a inovação de um produto (onde, neste caso específico, se verifica a aplicação de um material num contexto produtivo que não lhe pertence por natureza) confere ao design uma maior capacidade em abordar o projeto de forma mais sustentável do ponto de vista produtivo.

2.2 A indústria da cortiça em Portugal

A história global da cortiça é uma história antiga, a sua primeira pegada no mundo, segundo estudos acerca da origem do material, remete para a Era Terciária (entre o período Oligoceno e Mioceno), isto é, há 60 milhões de anos⁴⁰.

Desde então a cortiça tem, gradualmente, vindo a crescer bem como as diversas aplicações que o homem antigo foi encontrando para melhor aproveitar esta matéria. Trata-se de um excelente exemplo do caso onde a forma segue o material, visto que desde sempre o homem sempre tentou verificar as propriedades do material aplicando-as no desenvolvimento de produtos que melhor explorassem as suas potencialidades (fig. 1) (ASHBY; JOHNSON: 2002).

Assim, podemos encontrar **um dos primeiros exemplos** de rolha em cortiça no séc. III a.C. (França) onde a cortiça natural era já encontrada na forma de um disco redondo com o propósito de conservar o vinho naquela altura. Da mesma forma se verifica, em civilizações antigas, posteriores como

³⁹ Tradução livre do autor: *“Process innovation is the introduction of a new method of production, that has not previously been used and/or a new way of handling a commodity commercially to make production more efficient or to be able to produce new or improved products”* (CRUL, DIEHL: 2009)

⁴⁰ Fonte: Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. “The art of Cork” Julho 2014: Porto

no Egito Antigo, no séc. V a.C. na Grécia ou até mesmo na civilização romana no séc. IV a.C., onde a cortiça era já utilizada para objetos tão diversos como sola de sapatos, utensílios domésticos, ferramentas de pesca, etc.⁴¹.



Figura 1: Ânfora vedada com rolha de cortiça natural - Séc. V a.C. (Grécia)

No contexto histórico nacional, a cortiça sempre foi um sinal de identidade e sempre existiu preocupação por parte de Portugal em proteger esta extraordinária matéria prima. Já no séc. XIII o montado de sobro é considerado pelo rei D. Dinis como património nacional legalmente protegido. Na altura dos descobrimentos a cortiça era também aplicada na construção de caravelas, comprovando uma das suas capacidades de material flutuante⁴². Continuadamente, a necessidade em utilizar a cortiça foi cada vez mais uma constante no panorama global. O que era em tempos passados um material perfeito como vedante, hoje a cortiça é encarada como sendo “(...) *uma matéria muito versátil e que pode ser adaptada a diferentes processos de transformação tecnológica e aplicações*”⁴³ (MESTRE; GIL: 2011 p. 56)

Para além da sua função prática eminente e inquestionável, a cortiça consegue destacar-se no setor industrial (importação e exportação) em relação a concorrentes diretos devido ao seu grande papel ambiental. Trata-se de uma matéria que, durante todo o seu ciclo de vida não só não é

⁴¹ Fonte: Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. “The art of Cork” Julho 2014: Porto

⁴² Fonte: Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. “The art of Cork” Julho 2014: Porto

⁴³ Tradução livre do autor: “Cork is a versatile raw material that can be adapted to different technological transformation processes and applications.” (MESTRE; GIL: 2011)

prejudicial para o meio ambiente como é ainda capaz de o melhorar, aumentando e não reduzindo os seus impactos. Esta capacidade é um elemento-chave para o sucesso inerente a esta matéria, como afirma a Corticeira Amorim numa das suas publicações *“o montado do Mediterrâneo é uma joia preciosa em recursos naturais renováveis, um corado biológico de valor incalculável.”*⁴⁴. Esta categorização da cortiça deve-se ao facto de se tratar de um material, que tem as suas origens no sobreiro, que por sua vez conseguem prevenir a degradação dos solos, torná-los mais produtivos, combate a desertificação, combate as alterações climáticas, etc.

Em dados numéricos pode afirmar-se, por exemplo, que o montado de sobro possui uma capacidade de absorver cerca de 14,7 toneladas de CO₂ por hectare, tornando-se assim um dos maiores aliados na luta pelo equilíbrio climático global⁴⁵.

Deste modo, torna-se extremamente fácil perceber o interesse gerado em torno do material por parte de mercados internos e externos. No setor Portugal pode sentir-se orgulhoso do papel proativo que ao longo dos últimos anos tem vindo a desenvolver com âmbito da cortiça, tanto de um ponto de vista global como nacional, o que faz com que o país se torne *“o líder mundial de produção de cortiça com 49,6% e 100 mil toneladas”*⁴⁶ (fig. 2). Assim Portugal torna-se a balança perfeita entre a dinamização da economia e ecologia global para o setor. No que diz respeito a Portugal, pode considerar-se que existe um equilíbrio absoluto em termos de distribuição de todo o setor industrial corticeiro, isto porque em termos de produção *“o sobreiro encontra-se maioritariamente no sul do país, sendo que o Alentejo ocupa um lugar de destaque com 84 por cento do total”*⁴⁷, enquanto que no que diz respeito à transformação desta matéria prima *“a maioria das empresas encontra-se situada no distrito de Aveiro, com cerca de 81,51 por cento do*

⁴⁴ Fonte: Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. “A arte da cortiça” Julho 2014: Porto

⁴⁵ Fonte: Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. “The art of Cork” Julho 2014: Porto

⁴⁶ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

⁴⁷ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

*total, seguido por Évora com 6,42 por cento*⁴⁸. Estes indicadores são *drivers* essenciais na inovação, know-how e experiência do país no setor.

País Country	Produção anual (toneladas)* Annual production (tonnes)*	Percentagem Percentage
Portugal	100.000	49,6
Espanha Spain	61.504	30,5
Marrocos Morocco	11.686	5,8
Argélia Algeria	9.915	4,9
Tunísia Tunisia	6.962	3,5
Itália Italy	6.161	3,1
França France	5.200	2,6
Total	201.428	100

Figura 2: Produção de cortiça por país.

Quando estes dois setores se cruzam (produção de matéria e transformação de material) os resultados são evidentes o que se transfere no domínio nacional no mercado internacional. Como é referido no anuário de estatísticas da APCOR (2013) *“Portugal é o líder mundial do setor da cortiça no que toca às exportações. Em 2013, assume uma quota de 63,9 por cento (...). Registe-se ainda que esta quota tem aumentado, nos últimos anos, passando de 58,6 por cento em 2005 para 64 por cento, no último ano”*⁴⁹, para além disto *“Portugal é, ainda, o terceiro maior importador mundial de cortiça que utiliza para transformação e posterior exportação (...)*⁵⁰

Em termos de produtos, estes valores traduzem-se maioritariamente em rolhas de cortiça, considerando que *“as rolhas de cortiça continuam a liderar as exportações portuguesas da cortiça, assumindo 68,4 por cento do total (correspondendo a 571 milhões de euros.)”* (fig. 3).

⁴⁸ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

⁴⁹ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

⁵⁰ Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

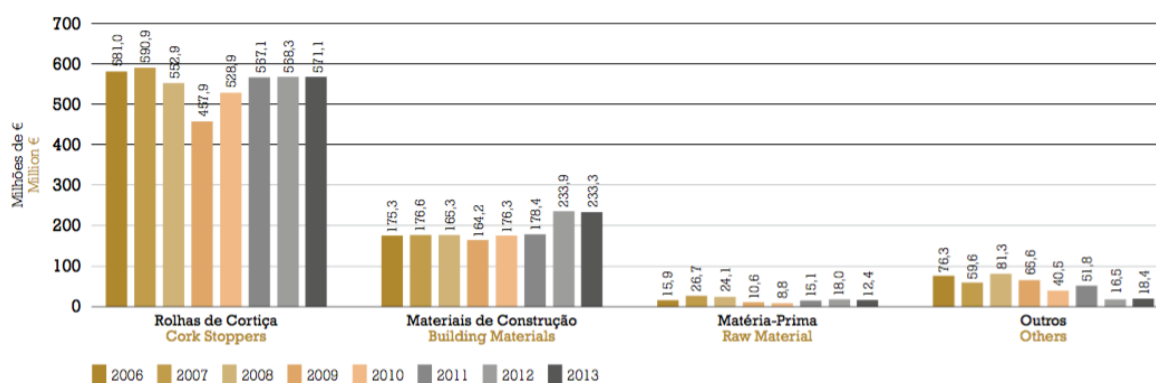


Figura 3: Principais produtos exportados (Milhões de Euros)

Comprova-se de facto o enorme domínio português no setor global da indústria da cortiça, que se sustenta no elemento-chave que é a inovação e investigação aplicada. Na “modernidade líquida” (Bauman: 2000) em que hoje vivemos é preciso estar sempre atento a constantes e repentinas mudanças nos setores que envolvem o meio económico-social. No caso da cortiça pode-se afirmar que esta interpretação correta na nova realidade tem sido o maior impulsionador para o sucesso da indústria. Mas nem sempre foi assim, como referem os autores Ana Mestre e Luís Gil “a década de 90 representou um momento de crise para o setor da cortiça, com o aparecer de alternativas vedantes feitas de materiais sintéticos que eram desta forma economicamente mais vantajosas que as rolhas de cortiça”⁵¹ (MESTRE; GIL: 2011 p. 59) este fator revolucionou toda a indústria e setor corticeiro como é hoje conhecido, originando novos métodos e abordagens ao material por via do design, da investigação e inovação formal e tecnológica. Verificou-se nesse sentido uma grande necessidade em transportar a cortiça para novos contextos, obrigando assim à sua projeção de um ponto de vista tecnológico, combatendo o paradigma dos anos 90 (fig. 4) e sustentando o mercado com base nos conceitos de eco-eficiência.

⁵¹ Tradução livre do autor: “The decade of the 1990s represented a moment of crisis for the cork sector, with the appearance of alternative closures made of synthetic materials which were therefore economically more advantageous than cork stoppers.” (MESTRE, GIL: 2011)

Assim, este caminho que segmentou as melhorias impregnadas no setor da cortiça por vias da inovação, foi o ponto de viragem para a recuperação que o setor operou nesta última década⁵².

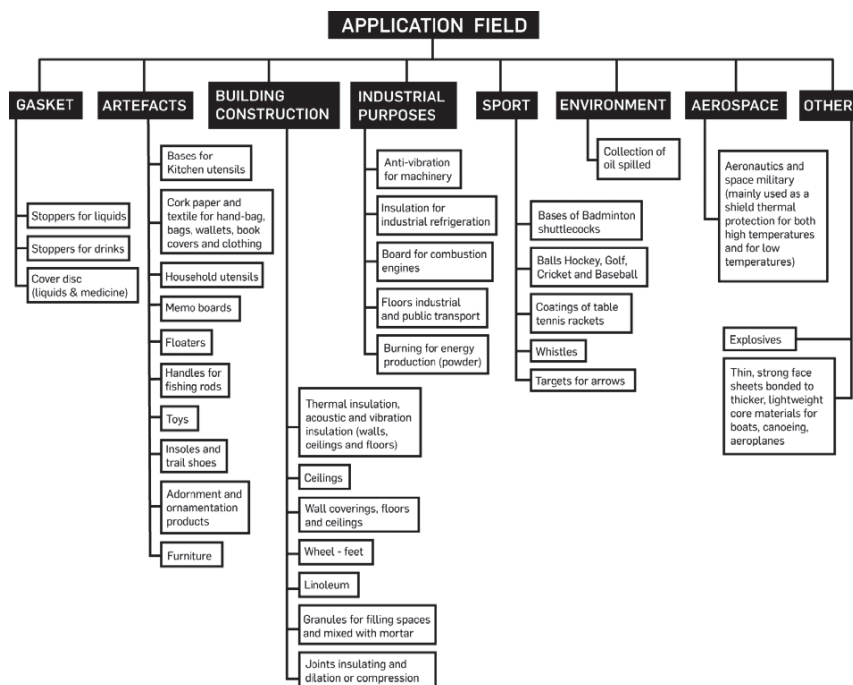


Figura 4: Tabela com os campos de aplicação da cortiça no setor produtivo (2011).

Como iniciativas em Portugal podemos inclusive falar do programa “Roadshow Universidade/ Indústria da Cortiça”, que tem como proposta a aproximação do mundo empresarial com o mundo académico. Proporcionando assim mais oportunidades de conhecimento acerca da cortiça por parte dos estudantes, quer de um ponto tecnológico quer de um ponto cultural, alimentando o mercado da indústria da cortiça com ideias inovadoras que transcendem o habitual campo de aplicação deste material.

Até ao ano de 2011 o desenvolvimento de novos produtos e aplicações contava com “(...) a existência de uma razoável gama de patentes – mais de 700 a nível nacional (...)”⁵³ (MESTRE; GIL: 2011 p. 61), estes

⁵² Fonte: Anuário de estatísticas da APCOR referente ao ano de 2013 - <http://www.apcor.pt/artigo/anuario-2014.htm>, acedido a 16/12/2014

⁵³ Tradução livre do autor: “(...) the development of new products and applications and the existence of a reasonable range of patents — more than 700 at the national level (...)” (MESTRE; GIL: 2011)

fatores fazem com que Portugal se torne líder não só no mercado de exportações, mas também no campo da investigação científica e tecnológica no âmbito da cortiça e desenvolvimento sustentável.

2.3 O caso AISOL

O caso AISOL (Amorim Isolamentos) é um bom exemplo das boas práticas sustentáveis e ecológicas no mundo do projeto atual. A sua especialização baseia-se no projeto do material, onde o material em questão é o aglomerado de cortiça expandida (cortiça negra) que reaproveita parte da cortiça nobre que é desperdiçada nas suas fases de produção. Por isso, é uma cortiça que utiliza cortiça na sua transformação da matéria para o material.

A história do aglomerado de cortiça expandida remonta para o ano de 1891 nos EUA e pode ser considerada como um acidente de percurso. Numa altura em que a cortiça, nos EUA, era maioritariamente usada para o fabrico de rolhas, boias e coletes salva vidas, aconteceu o imprevisto a John T. Smith. Para o enchimento de coletes salva vidas era utilizado um cilindro metálico que permitia a abertura do colete para a colocação do granulado de cortiça. Em 1981, durante este processo de enchimento, um dos cilindros entupiu e foi colocado de parte para que fosse desentupido, inadvertidamente o cilindro passou por um braseiro e manteve-se até ao dia seguinte. No dia seguinte Smith, quando limpava as cinzas geradas pelo braseiro descobriu que a cortiça não havia sido queimada, mas sim que o calor serviu para ligar toda a massa, resultando deste modo numa expansão do material⁵⁴.

Hoje em dia, este processo industrial que visa a expansão da cortiça é repetido em todo o mundo. A Amorim Isolamentos é um desses casos, onde se utiliza um processo de fabrico 100% natural que se baseia apenas em cortiça como matéria prima. O processo é feito sem aditivos onde a aglomeração do material é feita através da sua própria resina (suberina), 90% do consumo de energia é também biomassa resultante do desperdício do processo industrial. Após o descortiçamento e falquejamento o processo do

⁵⁴ Fonte: <http://www.amorimisolamentos.com/o-processo/o-produto/> - acedido a 13/11/2015.

aglomerado de cortiça expandida baseia-se em 6 passos; Stock de matéria prima, trituração da matéria, aglomeração em autoclave, estabilização, esquadriamento e serragem, embalagem e expedição⁵⁵.

O uso que é dado a este material único estabelece-se, na sua maioria, no setor da construção, mais especificamente para o uso de coberturas, paredes exteriores e interiores, pavimentos, tetos e outras aplicações. Os produtos que constituem toda esta gama que equipa no setor da construção utiliza na sua grande parte a cortiça expandida, combinando-a, também, em alguns casos, com outros materiais naturais e sustentáveis como é o caso das madeiras e fibras de coco.

No entanto, a AISOL tem inovado bastante no mundo do design, onde aposta constantemente na criatividade do uso da cortiça expandida para a materialização de produtos que fogem ao contexto onde o material é tipicamente utilizado. Como se verifica, por exemplo, no uso da cortiça expandida no âmbito do design de equipamento. Ou ainda de forma mais vincada, no projeto académico RAIOOO (fig. 5), onde se comprova a identidade conotada no material que foi utilizado para a materialização de um selim.



Figura 5: Imagem da tricicleta em madeira (Wicla) desenvolvida no âmbito do curso de Mestrado em Design Integrado, para o projeto RAIOOO

⁵⁵ Fonte: <http://www.amorimisolamentos.com/o-processo/o-produto/> - acedido a 13/11/2015.

3 O EQUIPAMENTO DESPORTIVO COMO DESAFIO DE PROJETO

3.1 A TRANSFERÊNCIA DE EXPERIÊNCIAS PARA A INOVAÇÃO NO ÂMBITO DO EQUIPAMENTO DESPORTIVO

No que diz respeito a uma transferência de experiências, orientada para a inovação no âmbito do equipamento desportivo, está implícita a conexão entre várias entidades, setores, disciplinas e contextos.

Deste modo interpretam-se estas transferências como fruto gerado a partir de colaborações locais, partindo do princípio que se assume a cultura específica de cada entidade envolvida, e que esta cultura está consequentemente relacionada com o local de origem. Como refere Rullani, *“neste cenário, os territórios podem ser considerados como um meio de partilha de experiências, informação, conhecimento produtivo, como também reforçar redes locais entre indivíduos, instituições, empresas e organizações (...)”*⁵⁶ (RULLANI cit. in MAFFEI; VILLARI: 2006, p. 29). Para além disso, a presente investigação conta ainda com outros tipos de transferências, sejam elas materiais ou imateriais, que se definem como drivers essenciais para o desenvolvimento do projeto da prancha de surf.

Em primeiro lugar destaca-se o papel desempenhado pela empresa parceira da investigação, a Amorim Isolamentos. Neste caso em particular podemos dividir a transferência de experiências em dois momentos. Um está claramente envolvido com o conceito de *“design-driven-innovation”* (Verganti: 2009) no sentido em que há a necessidade por parte da empresa em estabelecer uma parceria com o âmbito do Design com vista em desenvolver um produto que seja inovador, com novos significados, e com uma linguagem diferente daquela a que a empresa em questão está habituada a trabalhar, como é o caso da prancha de surf em cortiça expandida. Como referem os autores Alessandro Deserti e Francesca Rizzo *“A relação entre o design e o*

⁵⁶ Tradução livre do autor: *“In this scenario, territories can be considered as a medium to share experience, information, productive know-how, and also to reinforce local networks among people, institutions, enterprises, organizations (...)”* (RULLANI cit. in MAFFEI; VILLARI: 2006)

*mundo produtivo sempre se baseou em duas visões principais: a visão redutora do design – como uma das capacidades necessárias no processo de desenvolvimento do produto de forma a aumentar o apelo aos produtos; e a visão cultural do design – como sendo o único sistema de competências, conhecimento e capacidades que (incluindo os artefactos, práticas, valores e convicções que pertencem à cultura do design) podem desconfigurar soluções inovadoras que atendam às necessidades explícitas ou latentes que abrangem diferentes restrições.*⁵⁷ (DESERSI; RIZZO: 2014, p. 36). Por outro lado, este interesse em desenvolver produtos que se apresentem como inovações no que diz respeito ao portefólio da empresa envolvem sempre uma série de determinados fatores que se podem tornar num impasse para a materialização daquilo que foi idealizado. Isto é, a necessidade em alterar parte integrante da identidade da própria empresa, parte-se do princípio que *“o desenvolvimento significativo de produtos, serviços e soluções inovadoras implica mudanças relevantes em todos os elementos que compõe a cultura de uma empresa: processos, competências principais, conhecimentos, tecnologias, comportamentos, valores e dogmas.”*⁵⁸ (DESERTI; RIZZO: 2014, p. 37).

É nesse sentido que se pretende fazer uma abordagem diferente no que diz respeito ao desenvolvimento do projeto, sem que para isso haja a necessidade em alterar parte da cultura e identidade da empresa em questão. Principalmente no que diz respeito a processos, conhecimentos e tecnologias.

Para que tal se torne possível é essencial criar novas conexões com outras empresas ou entidades capazes de participar no projeto, ainda que sejam de âmbitos alheios ao design. Esta participação não se baseia simplesmente em algo tão redutor quanto produzir ou materializar parte

⁵⁷ Tradução livre do autor: *“The relationship between design and the world of production has always fluctuated between two main views: the reductionist view of design—as one of the skills required in the product development process to enhance the appeal of the products; and the cultural view of design—as that unique system of competencies, knowledge, and skills, that (including the artifacts, practices, values, and beliefs that belong to the design culture) can envision innovative solutions that meet explicit or latent needs encompassing different constraints.”* (DESERSI; RIZZO: 2014)

⁵⁸ Tradução livre do autor: *“The development of significant innovative products, services and solutions implies relevant changes in all the elements that compose the culture of an enterprise: processes, core competencies, knowledge, technologies, behaviors, values, and dogmas.”* (DESERSI; RIZZO: 2014)

integrante do produto. Trata-se sim de uma participação onde existe o espaço para discussão e partilha de conhecimentos que poderão trazer melhorias para o projeto. Como sucede, por exemplo, com o caso da empresa ALTO, que possibilitou a maquinação dos blocos em cortiça e a consequente materialização da prancha de surf, mas houve ainda assim espaço para uma partilha de projeto que trouxe melhorias no que diz respeito à gestão do CAD inerente ao projeto que serviram para fazer alterações diretas no produto maquinado que se revelaram como melhorias. Bem como o facto de terem facultado materiais essenciais para a investigação material como foi o caso da resina epóxi, fibra de vidro e amostras de fibra de linho.

Hoje em dia há que interpretar o processo em design como sendo algo muito mais robusto e complexo, e como tal, é preciso adaptar toda esta envolvência a uma abordagem multidisciplinar capaz de interagir e intercetar várias disciplinas distintas, como refere Tim Brown *“apesar de ser possível operar como individuo (...) a complexidade da maior parte dos projetos atuais está rapidamente a excluir este tipo de práticas. Até mesmo nos setores de design mais tradicionais como design industrial e gráfico, já para não falar da arquitetura, a constituição de equipas tem sido a norma.”*⁵⁹ (BROWN: 2009, p. 60 - 61).

Nesse sentido interpreta-se o projeto da presente investigação como sendo um projeto altamente complexo, no sentido em que precisa de pedir emprestado algum conhecimento referente a áreas distintas como é o caso das engenharias mecânica e de materiais. Neste caso, as transferências de experiências em cada caso foram estabelecidas com entidades e empresas do âmbito, com o objetivo de cruzar informações cruciais para o desenvolvimento da investigação do projeto do material inerente ao projeto.

Salienta-se a importância em ter existido o contacto direto com empresas como a EuroChemicals, sediada em Viana do Castelo, onde foi transmitida uma experiência resultante de anos de investigação acerca da

⁵⁹ Tradução livre do autor: *“Though it is possible to operate as an individual (the garages of Silicon Valley are still full of lone inventors aspiring to become the next Bill Hewlett or Dave Packard), the complexity of most of today’s projects is fast relegating this type of practice to the margins. Even in the more traditional design fields of industrial and graphic design, not to say architecture, teams have been the norm for years.”* (BROWN: 2009)

resina de colofónia que foi utilizada para testes mecânicos e experiências materiais. Desta conexão resultou ainda a disponibilização de todo o material necessário para elaborar experiências nesse sentido. Como todas as conexões e partilhas geradas durante a investigação acabaram por funcionar como uma espécie de rede, foi-nos possível ter chegado ao professor António Torres Marques da Faculdade de Engenharia do Porto, que por sua vez originou novas partilhas de conhecimento relativamente à resina de colofónia bem como outros materiais compósitos naturais. Toda esta dinâmica revelou ser deveras importante e apenas comprovou que “*o trabalho em equipa é de uma considerável importância na atividade normal do design profissional, e torna-se ainda mais importante na medida em que o design se tem tornado cada vez mais uma atividade integrada envolvendo a colaboração entre diferentes profissões*”⁶⁰ (CROSS: 2011, p. 202)

Houve ainda espaço para criar conexões com entidades fora do mundo do projeto, como foi o caso da parceria estabelecida com o Centro de Alto Rendimento de Surf em Viana do Castelo, que abriu portas com empresas já mencionadas anteriormente (EuroChemicals) e ainda outras entidades e empresas especificamente orientadas para o mundo da produção de pranchas de surf.

Podemos resumir dizendo que, todo este trabalho que se baseou na conexão de âmbitos distintos, nomeadamente a Engenharia com o Design, desencadeou uma série de discursos criativos entre as partes (fig. 6).

Tudo isto desencadeou experiências que se tornaram drivers essenciais para a realidade que consiste na materialização do produto, como refere Paola Bertola “*O design é, em si, uma atividade dialógica, integrando diferentes campos e disciplina (...)*”⁶¹ (BERTOLA: 2004, p. 46) e foi precisamente isso que aconteceu, principalmente no caso específico da colaboração com o Centro de Alto Rendimento, onde foi aberta a discussão

⁶⁰ Tradução livre do autor: “*Teamwork is of considerable importance in normal professional design activity, and has become of even greater importance as design becomes a more integrated activity involving collaboration among many different professions.*” (CROSS: 2011)

⁶¹ Tradução livre do autor: “*Design is in itself a dialogic activity, integrating different fields and disciplines (...)*” (BERTOLA: 2009)

de diálogos criativos com uma entidade que é alheia ao mundo profissional do design.

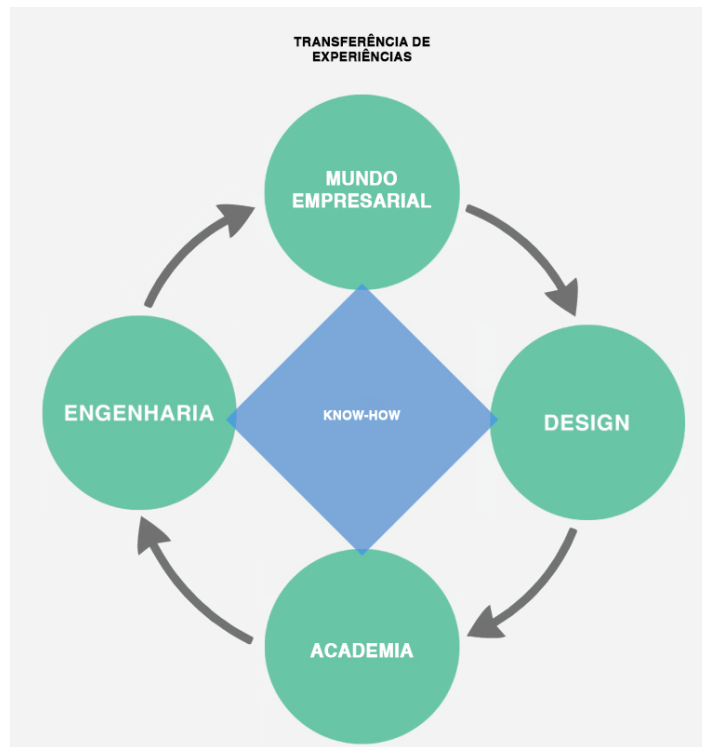


Figura 6: Circulo representativo dos discursos criativos entre os vários agentes envolvidos no desenvolvimento do projeto.

No fundo, este fator, mostrou ser determinante agindo como interlocutor entre os agentes da investigação e todo o ambiente envolvente necessário para o desenvolvimento e materialização do protótipo final.

3.2 O PROJETO DO MATERIAL NO ÂMBITO DO DESPORTO

Numa primeira abordagem ao tema do projeto do material no âmbito do desporto é preciso, em primeiro lugar, definir o contexto de desenvolvimento de equipamento desportivo para a presente investigação. Nesse sentido, destaca-se a importância do desafio em elaborar e materializar produtos de alta performance desportiva como prova de conceito para o material que se pretende projetar.

Trata-se, portanto, de um projeto piloto que visa redesenhar, de um ponto de vista material, uma prancha de surf. A escolha do produto em questão está fortemente relacionada com o facto de se tratar de um equipamento que utiliza materiais com exigências e características mecânicas muito específicas.

De referir que, para a materialização do produto final se pretende utilizar a cortiça expandida como material primário. Um material cujas características e performances mecânicas, quando implementadas num equipamento deste tipo, não são as mais adequadas, ainda que haja algum espaço para potencia-las.

Portanto, parte-se do princípio que há uma enorme necessidade em projetar o material, e que seja ele próprio capaz de se projetar (de forma satisfatória) no produto final.

A definição de material que se pretende abordar pode ser dada por Ezio Manzini, quando nos diz que *“um material é algo que, sob certas condições (um sistema de cargas, condições ambientais, período de observação), se comporta de determinada maneira (ou seja produz determinados desempenhos)”* (MANZINI: 1993, p. 38). Assim, durante todo o processo inerente à projeção do novo material, deverá ser feita uma verificação do mesmo olhando apenas para o material como um elemento numérico partindo do princípio que na atualidade *“os materiais passaram a ser identificados em base às suas performances e não à sua identidade”* (APARO; SOARES: 2012, p. 75).

Assim, quando se fala em projetar o material, é importante referir que se tratam de “materiais mutantes” (Antonelli: 1995), isto é, que têm a capacidade de se transformar, fazendo com que valores e características iniciais, intrínsecos aos materiais existentes, se aproximem daquilo que se pretende. Algo que pode ser entendido como materiais por medida⁶², isto é, o material não existe sozinho mas sim apenas com o objeto. Quer-se com isto referir que, para o contexto da presente investigação, o material que se pretende

⁶² O termo de “materiais por medida” é utilizado por Ezio Manzini na sua obra “A matéria da Invenção” como o próprio autor refere *“(...) os “materiais por medida” são, pois, muito especiais: não existem antes do objeto no qual serão integrados; passam a existir só depois do processo produtivo, como componente do produto acabado.”* (MANZINI: 1993)

projetar tem como objetivo uma aplicação ao produto. Para além da aplicação se mostrar ser determinante, salienta-se também o facto da capacidade em desenvolver temáticas materiais capazes de coincidir, especificamente, com as exigências do produto (fig. 7).



Figura 7: Lavatório Techno B1 materializado em fibra de coco - desenhado pelo designer Carlos Aguiar para a marca Cifial.

Por si só, o facto de projetar o material, perspectiva já algo que é novo. Contudo, no desenvolvimento de novas temáticas materiais, existe por vezes o erro em assumir que um novo material surge apenas através do uso de tecnologias avançadas. Segundo o autor “(...) os *“novos materiais”* não são apenas os novos polímeros, as novas ligas, as novas cerâmicas ou os novos compósitos avançados, ou seja, os materiais de ponta que estão a surgir,

oriundos de centros de investigação. Podemos também definir como “novos” os materiais que resultam da combinação criativa de materiais familiares.” (MANZINI: 1993, p. 17).

É nesse sentido que se pretende projetar um material tradicional como a cortiça expandida, reposicionando-a no processo fabril, atribuindo-lhe um novo significado e um novo valor. Para que tal se torne possível é necessário apelar à combinação criativa de materiais a que Manzini se refere.

Como tal, parte-se do princípio que *“projetar para o ambiente construtivo está, portanto, limitado pela imensidão de materiais adaptáveis, que nos levam a considerar o quão extenso é este recurso a partir do qual os designers podem e devem escolher, e, se existem materiais fora da disciplina do ambiente construtivo que têm o potencial para inspirar inovação no Design”* (BEYLERIAN et al: 2001, p. 9). Nesse sentido, a escolha de materiais a serem combinados com a cortiça expandida recaiu nas fibras naturais e resinas ecológicas. Acima de tudo, a escolha relaciona-se com o facto de existir um interesse na idealização de um compósito o mais sustentável e ecológico possível.

Esta capacidade de inter-relação entre materiais é, no fundo, uma nova capacidade de perceção que cada vez mais se tem verificado no mundo do projeto. Isto é, a matéria e aquilo que esta representa já não é vista de forma isolada ou estática, mas antes como um *continuum* de possibilidades. Assim é fundamental uma *“(…) postura projetual mais atenta e capaz de associar diferentes elementos constituintes, aplicando um processo cauteloso feito de momentos sucessivos de: experimentação, de análise, de ponderação e de uma maior consciência da grande responsabilidade e do papel que terão na sociedade.”* (APARO; SOARES: 2012, p. 87)

Assim, pretende-se inovar na abordagem que é feita aos materiais envolvidos na presente investigação, uma abordagem que deve ser colocada no seu devido contexto, onde há a necessidade de reinterpretar, voltar a projetar e definir os mesmos materiais de forma a implementá-los numa nova aplicação ou num novo processo fabril.

3.3 O DESIGN PRIMÁRIO

O termo de design *primario* pode nem sempre ser bem interpretado numa abordagem mais direta. Isto é, a palavra “primário” quase sempre nos remete para algo que é primitivo em termos geológicos ou algo que é limitado, medíocre e carece de cultura. Contudo, neste caso, pretende-se utilizar o conceito do termo “*primario*” recorrendo ao designer italiano Clino Trini Castelli (1996), autor do termo na década de 70.

A exploração do termo e o seu amplo significado será também interpretada de forma a que se oriente ao projeto da prancha de surf em cortiça, encontrando em ambos os elementos características em comum, fazendo uma breve análise do conceito de design *primario* como meta-design.

“Por isso quando falo numa cor em conexão com um simples objeto, isso não tem grande significado. Mas se eu falar sobre a categoria de objetos existentes inerente a cada projeto de design individual, neste caso tem algum significado. Toda a gente já experimentou o sentimento de resolver problemas conectados com apenas um simples objeto. O verdadeiro problema surge quando se tem produtos altamente complexos como sistemas, como o planeamento transversal de uma linha de produto (...)”⁶³ (CASTELLI cit. in MITCHELL: 1996, p. 64).

Precisamente com o projeto de investigação se interpreta a sua materialidade da mesma forma, ou seja, por um lado quer-se projetar o material “cortiça” enaltecendo as suas capacidades mecânicas, sustentáveis e culturais, mas por outro define-se o produto em que é aplicado (prancha de surf) como projeto piloto com vista a aplicações futuras. Quer-se com isso dizer que o material projetado deverá ser um exemplo de inovação, partindo do princípio que inovação é algo dinâmico, que não é estático e que por isso consegue evoluir. É nesse sentido prático que se aborda o design *primario*, no sentido em que o material aplicado num produto de equipamento

⁶³ Tradução livre do autor: “So when I talk about color in connection with one simple object, that doesn’t have big meaning. But if I talk about the category of objects behind the single individual design project, in this case it has a certain kind of meaning. Everybody has experienced the feeling of solving problems connected with a simple object. The real problem comes when you have highly complex products like systems, like the transversal planning of a product line (...)” (CASTELLI cit. in MITCHELL: 1996)

desportivo possa, por exemplo, ser também aplicado a um projeto de arquitetura ou equipamento de mobiliário.

Também quando se referia ao programa de identidade corporativa referente ao caso Olivetti, Clino Trini Castelli falava da necessidade em projetar algo que pudesse futuramente ser reaplicado em problemas que pudessem requerer a mesma solução. Como afirmam os autores Ermanno Avaro e Liliana Soares “esta nova visão dos materiais, que cada vez mais das características prestacionais, incentivou a existência de um projeto evolutivo do material, propondo soluções que não têm como objetivo a espetacularização performativa, mas a integração do material na dinâmica da realidade contemporânea” (SOARES; AVARO: 2012 p. 75).

Assim, e olhando por um curto espaço de tempo para o passado, concretamente para o projeto RAIOOO, podemos perceber esta necessidade e esta dinâmica do mundo material que nos envolve. O selim em cortiça (fig. 8) pode ser considerado como o veiculador para o projeto da prancha de surf, sendo que um origina o outro, utilizando a cortiça como material construtivo na aplicação da solução para o problema. Contudo, no selim do projeto RAIOOO o material não foi ele próprio projetado mas serviu como meio de materializar o produto obrigando a uma nova leitura do mesmo material para a sua implementação num projeto bem mais complexo. Trata-se, portanto, de amplificar as capacidades características da cortiça de forma a torna-las significativas (como acontece com o design *primario*).



Figura 8: Imagem de detalhe do selim em cortiça expandida, idealizado para a tricicleta em madeira desenvolvida no âmbito do curso de Mestrado em Design Integrado (projeto RAIOOO)

Podemos então afirmar que “o entendimento de um projeto pode modificar a colocação e questão iniciais e pode levar a um esforço em repetir o projeto, melhorando a visão anterior, integrando um entendimento e uma experiência anteriores. Este processo circular de pesquisa e desenvolvimento é crucial para o design”⁶⁴ (JAKIMOWICZ et al: 2010, p. 32).

Compreende-se então que o projeto do material quando utilizado num produto de equipamento desportivo deve ser encarado como uma orientação de uma maior escala de ambos, ou seja, pretende-se criar uma espécie de sistema repetitivo do ponto de vista produtivo e processual, começando na cortiça expandida e terminando no espaço criativo que compete ao designer.

⁶⁴ Tradução livre do autor: “The understanding of one design may change the initial position and question and may lead to a repeated design effort improving the previous insight, integrating previous understanding and experience. This circular process of searching and developing is crucial to design.” (JAKIMOWICZ et al: 2010)

4 O PROCESSO EM DESIGN NO DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL

4.1 INTRODUÇÃO AO PROCESSO

É correto afirmar que, no que diz respeito ao desenvolvimento da investigação material abordada neste capítulo, o *design process* apresenta-se como uma ferramenta veiculadora para a definição e caracterização de diretrizes. Tais diretrizes deverão servir como base de trabalho para que, a leitura dos materiais e, conseqüentemente, dos estudos e provas realizados com os mesmos, sejam os mais corretos e precisos.

Existe, acima de tudo, uma vontade imensa em discursar com os materiais, rejeitando a caracterização do designer moderno que, como nos diz Dorfles *“para evitar ser etiquetado como um artesão, perde gradualmente o contacto com a matéria e deixa a execução a outros.”* (DORFLES cit. In APARO; SOARES: 2012, p. 73)

Neste sentido, para o que é pretendido, o processo em design desempenha um papel crucial para que todo o trabalho de campo que é aqui exigido flua de forma sistemática e automatizada, implementando uma linguagem padronizada baseada no conceito de *“pattern language”* (Alexander: 1977).

Portanto, e considerando que *“o design tem enfrentado muitas vezes o projeto dos materiais como uma escala de experimentação, levando muitas vezes a realizações importantes na pesquisa e no desenvolvimento de novos produtos”* (APARO; SOARES: 2012, p. 77) resolveu-se optar por um método de projeto experimental e difusa, mas controlada, baseada majoritariamente nos estudos de autores como Donald Schön, John Christopher Jones e Nigel Cross.

Sempre segundo Donald Schön, *“os designers sabem mais do que podem dizer, tendem a dar descrições imprecisas daquilo que sabem, podendo melhorar ganhando acesso ao seu conhecimento através da ação,*

*colocando-se no modo de fazer*⁶⁵ (SCHON: 1991, p. 2). Nesse sentido, resolveu-se dividir esta fase experimental essencialmente em três momentos. Num primeiro momento, os estudos experimentais deverão ser interpretados de uma forma bastante ampla. Esta fase deve portanto *“(...) expandir os limites de uma situação de projeto de forma a ter um espaço de investigação suficientemente grande e suficientemente produtivo para que se encontre uma solução*⁶⁶ (JONES: 1992, p. 64) onde a partir de incertezas e matérias de experimentação indeterminadas deverá ser encontrada uma coerência geral. A ideia é delinear uma estrutura de significados bem definidos onde o designer a possa depois tornar mais experimental, criando diálogos com os materiais em questão, onde, durante todo o processo e após várias tentativas operacionais o material possa dar algum tipo de feedback na próxima prova. Segundo Nigel Cross o designer deverá *“aprender acerca da natureza do problema, em grande parte, como resultado da tentativa de encontrar soluções*⁶⁷ (CROSS: 2006, p. 6) permitindo desta forma que se analise o problema considerando sempre que a tarefa de projeto é produzir a solução. Para Donald Schön (1991) este momento, localizado numa fase bastante primitiva do projeto, é caracterizado pelo autor como *“ver-desenhar-ver”* onde o designer se deverá manter bastante aberto de um ponto de vista experimental, cruzando e combinando o máximo de soluções possíveis sem que haja necessariamente alguma expectativa daquilo que se experimentou. Como o próprio autor afirma *“em toda esta visualização, o designer regista informações não apenas visuais, mas constrói também os seus significados - identifica padrões conotando-lhes significados além de si mesmos. Palavras como “reconhecer”, “detetar”, “descobrir” e “apreciar” denotam as variantes desta visão, bem como “verificar que”, “verificar como” e “verificar em”*⁶⁸

⁶⁵ Tradução livre do autor: “Designers know more than they can say, tend to give inaccurate descriptions of what they know, and can best (or only) gain access to their knowing-in-action by putting themselves into the mode of doing.” (SCHON: 1991)

⁶⁶ Tradução livre do autor: “(...) the act of extending the boundary of a design situation so as to have a large enough, and fruitful enough, search space in which to seek a solution.” (JONES: 1992)

⁶⁷ Tradução livre do autor: “In other words, they learn about the nature of the problem largely as a result of trying out solutions.” (CROSS: 2006)

⁶⁸ Tradução livre do autor: “in all this “seeing”, the designer not only visually registers information but also constructs its meaning – identifies patterns and gives meanings beyond themselves. Words like “recognize”, “detect”, “discover”, and “appreciate” denote variants of seeing, as do such terms as “seeing that”, “seeing as” and “seeing in.” (SCHON: 1991)

(SCHÖN: 1991, p. 7). Pretende-se que este tipo de processo se torne de certa forma automatizado, no sentido em que seja capaz de gerar uma série indeterminada de hipóteses construtivas. Este mecanismo processual deverá ainda ter a capacidade de gerar soluções distintas umas das outras, utilizando uma *“pattern language”* (Alexander: 1977), *“isto significa que se deve tratar a pattern com uma ‘entidade’; tentando conceber desta entidade, o inteiro e o todo, antes de começar a criar quaisquer outras patterns.”*⁶⁹ (ALEXANDER: 1977, p. 464).

A apropriação correta de uma linguagem padronizada, torna-se, portanto, fundamental, no sentido em que, abre novos caminhos que se cruzam em novas e melhores, ou, como define John Christopher Jones (1992) trata-se de uma “fase de transformação”. Neste momento o problema está definido, isto é, a amplitude no contexto de experimentação é mais reduzida, ainda que continuando a subsistir. Neste caso qualquer ação tomada tem já um propósito final em mente. Objetivos, limites, variáveis e restrições são algumas palavras chave que comandam esta fase da experimentação, que por sua vez devem dar origem à formulação de capacidade crítica e novas oportunidades. É também durante a que o problema se divide em sub-problemas que poderão ser solucionados isoladamente, mas com o critério de que serão as partes a constituir o todo. Mais ainda, as ações do designer *“produzem mudanças não-intencionais que dão novos significados à situação. A situação dá feedback, o designer ouve, e à medida que se agrada com o que ouve, ele reformula a situação uma vez mais”*⁷⁰ (SCHÖN: 1983, p. 131). Isto é, uma vez geradas as soluções da primeira fase onde não há ainda um experimento deliberado, escolhem-se determinadas hipóteses satisfatórias, identificam-se os problemas destas e reformulam-se de forma indutiva as vezes que forem necessárias.

⁶⁹ Tradução livre do autor: *“This means you must treat the pattern as an “entity”; and try to conceive of this entity, entire and whole, before you start creating any other patterns.”* (ALEXANDER: 1977)

⁷⁰ Tradução livre do autor: *“Furthermore, the practitioners’ moves also produce unintended changes which give the situation new meanings. The situation talks back, the practitioner listens, and as he appreciates what he hears, he reframes the situation once again”* (SCHÖN: 1983)

Por fim, um terceiro momento onde há a necessidade de discriminar as hipóteses satisfatórias e reduzir segundas incertezas, não dispersando, mas sendo mais objetivo onde “(...) o problema foi definido, as variáveis identificadas e os objetivos esclarecidos. O objetivo do designer passa a ser a redução de segundas incertezas progressivamente até uma de muitas alternativas de design possíveis consideradas como solução final (...)”⁷¹ (JONES: 1992, p. 68).

Em suma, e de acordo com Donald Schön (1983) pretende-se com este tipo de processo, baseado na tentativa/erro, gerar um conhecimento através da ação (“knowing-in-action”) que ofereça ao designer uma capacidade de reação e improviso de formar a transformar todos os constrangimentos que poderão surgir durante o desenvolvimento do projeto do material em vantagens (“reflection-in-action”).

4.2 PREMISSAS PARA O DESENVOLVIMENTO E PROJETO DO MATERIAL.

Para o desenvolvimento do projeto do material foram, inicialmente, estruturadas algumas premissas consideradas pertinentes para o mesmo. Tiveram como objetivo definir a desconstrução de todo o *design process* inerente à investigação.

Assim, pretendia-se que todo o processo pudesse ser um catalisador para a sustentabilidade no que diz respeito à materialização de qualquer uma das hipóteses satisfatórias geradas pelo mesmo. Quer-se dizer, que todos os materiais mapeados para o desenvolvimento da investigação fossem, acima de tudo, naturais. Partindo do princípio que se trata de um equipamento desportivo que deve apelar à consciência eco-sustentável do indivíduo.

Para além disso, todo o material disponibilizado para a execução de provetes deveria, dentro dos possíveis, surgir através de uma conexão e/ou parceria empresarial com o objetivo de reduzir custos que se podiam tornar

⁷¹ Tradução livre do autor: “(...) the problem has been defined, the variables have been identified and the objectives have been agreed. The designer’s aim becomes that of reducing the secondary uncertainties progressively until only one of many possible alternative designs is left as the final solution (...).” (JONES: 1992)

elevados, especialmente numa fase primitiva, onde o carácter experimental era extremo.

Ainda sobre a materialização dos provetes, definiu-se a premissa de que todas as hipóteses deveriam ser constituídas maioritariamente por cortiça expandida, utilizando esta matéria como *core material*.

Todo o processo e fase experimental deveria ser registado de forma descritiva e fotográfica a partir de uma espécie de diário. Foi feita esta escolha para que nenhuma informação importante fosse perdida ou esquecida.

Por último, mas não menos importante, todo o desenvolvimento e experiências das temáticas materiais deveriam ser realizadas em conjunto com o aluno de Mestrado em Design Integrado, André Claro, responsável pelo projeto do selim em cortiça negra⁷². Este trabalho colaborativo foi considerado determinante para a busca de soluções ótimas, uma vez que ambos os projetos teriam especificações distintas aumentando assim a quantidade de experiências e exercícios que deveriam ser materializados.

4.3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Como é do conhecimento, as pranchas de surf carecem de uma elevada resistência no que diz respeito às propriedades mecânicas dos materiais que utiliza face a condições de adversidade extremas.

A definição do problema para o desenvolvimento e materialização dos provetes a serem submetidos a testes foi imediata. Parte-se do princípio que se está a usar um material usado no âmbito da construção, especialmente em paredes exteriores e interiores para diversas aplicações de isolamento térmico, acústico e anti-vibratório, e que se espera ter um desempenho satisfatório quando aplicado na materialização de um produto com este tipo de competências.

⁷² Os projetos da prancha e do selim destacam-se como projetos separados um do outro, mas que se encontram de um ponto de vista empresarial e material. De salientar que ambas as investigações foram fruto de uma prévia colaboração entre o IPVC e a Amorim Isolamentos no projeto RAIOOO desenvolvido no âmbito do curso de Mestrado em Design Integrado no ano de 2014.

Como tal, num primeiro levantamento identificou-se os esforços aos quais a cortiça expandida iria estar criticamente sujeita quando aplicada na materialização de uma prancha de surf. Concluiu-se que, nesse sentido, o material de estudo apresentava uma clara deficiência em parâmetros essenciais como uma boa resistência à flexão. Tendo sido este fator definido como problema maior.

4.4 OBJECTIVOS A ALCANÇAR

Como principais objetivos a alcançar destacou-se a capacidade e possibilidade em projetar o material em estudo (cortiça expandida) de forma a alcançar resultados de resistência mecânica muito próximos daqueles que, normalmente se alcançariam fazendo uso de materiais comumente utilizados na materialização de pranchas de surf.

Assim, como termo de comparação, resolveu-se materializar provetes combinando a cortiça com resinas epóxi e fibras de vidro, de forma a possibilitar um bom feedback no sentido em que, graficamente, se tornaria possível verificar a boa ou má performance de todos os experimentos comparativamente com aquilo a que se delineou como solução ótima.

Também era do interesse da investigação, conhecer o ponto de partida da cortiça em termos de resistência mecânica para poder também comparar com o ponto de chegada.

De resto, pretendia-se fazer este tipo de exercício utilizando para a materialização dos provetes, apenas materiais naturais e ecológicos que fossem também altamente sustentáveis de um ponto de vista produtivo.

4.5 FASE LABORATORIAL

A presente fase laboratorial definiu-se essencialmente por todo o processo de materialização dos provetes, envolvendo, portanto, todo o trabalho experimental inerente a ela.

No que diz respeito aos provetes elaborados, as diretrizes consistiam em maquinar os mesmos com base em algumas estruturas-padrão. Em grande parte, a necessidade de existência destas estruturas-padrão fundamentam uma homogeneização que era pretendida para os provetes que posteriormente iriam ser mecanicamente testados, tópico que será desenvolvido no capítulo 5.7.

Primeiro, em relação às medidas, os provetes foram standardizados de fábrica com 150mm de comprimento 70mm de largura e 50mm de espessura. Sempre que possível esta seria a dimensão padrão a utilizar em grande parte das experiências. Contudo, e devido a determinados parâmetros de análise e estruturação as dimensões dos provetes foram variando conforme as exigências estabelecidas para cada tipo de experiência. Podendo variar, principalmente nas espessuras e larguras de cada um dos provetes.

Em segundo lugar, todas as experiências materiais elaboradas deveriam incidir nos provetes de cortiça como ponto de partida. Isto é, utilizando sempre como base ou como layout de aplicação os blocos de 150 por 70 por 50 mm.

A cortiça negra ou cortiça expandida foi a única tipologia usada para a respetiva elaboração de provetes, variando apenas nas densidades que a caracterizam; Cortiça expandida Standard (baixa densidade), Cortiça expandida MDF (média densidade) e Cortiça expandida HD (alta densidade). No capítulo 5.7 esta questão de densidades e outros tipos de características técnicas irão ser enunciados mais detalhadamente.

As temáticas materiais que se deveriam desenvolver consistiam na experimentação de materiais naturais como a fibra de coco, fibra de linho e resina de colofónia, e resinas ecológicas da marca Entropy, combinando-os de forma a gerar um compósito natural capaz de aumentar consideravelmente as propriedades de resistência mecânica da cortiça crua, principalmente no que diz respeito à sua resistência à flexão.

As resinas seriam utilizadas como ligante, endurecedor e impermeabilizante e as fibras seriam utilizadas como elemento estrutural.

Para os experimentos descritos no relatório que se segue foram utilizadas infraestruturas da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPVC, nomeadamente as oficinas do bloco oficial, os laboratórios de Engenharia dos Materiais e laboratórios de Engenharia Alimentar

Foi também prestado o auxílio por parte de professores da área das engenharias dos materiais, na execução de várias e determinadas experiências.

Os resultados de ensaios mecânicos dos testes à flexão e as conclusões intermédias dos respetivos provetes serão apresentadas no próximo capítulo 5.7.

4.5.1 Experiência #1

Após uma primeira abordagem aos tipos de cortiça que estavam disponíveis foi-nos permitido, muito genericamente, obter algumas informações e conhecimentos prévios que se tornaram desde logo essenciais. É importante salientar que para cada tipo de material que era experimentado havia uma folha com a sua respetiva ficha técnica de modo a facilitar o manuseamento e maquinação dos mesmos.

Como primeiro ensaio resolveu-se testar a resina de colofónia (WW/WG) também conhecida como a resina que é extraída dos pinheiros. A resina em questão foi disponibilizada gratuitamente pela EuroChemicals Portugal S.A., Viana do Castelo pelo Eng.º Paulo Reis. Esta primeira abordagem à resina foi determinada apenas pelo seu carácter ecológico e sustentável que se apresentaram como características promissoras no desenvolvimento de temáticas materiais.

Por essa mesma razão as primeiras experiências foram feitas de uma forma mais intuitiva e difusa, de modo a proporcionar o *“knowing-in-action”* e aproveitando para tirar algumas primeiras impressões das capacidades da resina, bem como as suas vantagens e também desvantagens.

Para o manuseamento desta matéria prima os processos principais foram os seguintes:

1. Utilizar a placa de aquecimento controlado marca Mivariel ALC – Ceramic Instruments (fig. 9) para poder aquecer a resina a uma temperatura compreendida entre os 130°C – 150°C. Este processo é necessário uma vez que ao contrário das resinas epóxi, cujo o estado físico é líquido, a resina de colofónia encontra-se em estado sólido a uma temperatura ambiente. Para facilitar esta mudança do estado físico da resina, chegou-se à conclusão de que seria preferível introduzir pequenos cristais de resina de forma a acelerar esta transformação. Mexendo rigorosamente com uma espátula (fig. 9) a resina demora sensivelmente entre 3 – 5 min. para ficar em estado líquido.

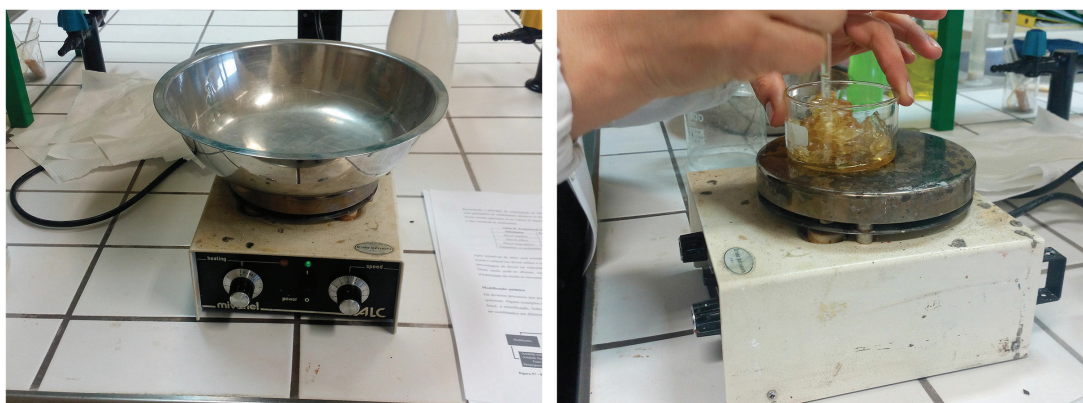


Figura 9: Da esquerda para a direita, placa de aquecimento e parte do processo de sintetização da resina de colofónia.

2. Uma outra característica que distingue a resina de colofónia das resinas epóxi ou poliéster é a sua velocidade de endurecimento, que é bastante rápida. Sem precisar muito detalhadamente, a resina é capaz de solidificar numa questão de segundos.
3. Contudo e numa visita ao centro de investigação da FEUP (INEGI), foi-nos permitido apurar, através de um diálogo com o professor António Torres Marques, que poderíamos utilizar álcool etílico como retardante deste endurecimento. As quantidades, ao longo das experiências,

foram variando entre os 30% - 50% do peso dos cristais de resina de colofónia utilizados. Neste sentido foi sendo feita uma variação constante de forma a alcançar os resultados mais próximos do que era pretendido. Para as pesagens foi utilizado o equipamento SCALTEC (SBC 31).

Após o processo de aquecimento da resina de colofónia, que foi auxiliado e monitorizado pela professora Eduarda Lima, passou-se para a aplicação da mesma em provetes (fig. 10) de cortiça expandida Standard e cortiça expandida MDF, também foi efetuado um teste de verificação numa amostra de fibra de coco, apenas para ver o resultado que era gerado a partir da experiência.

De salientar que os provetes de fibra de coco também foram facultados gratuitamente pela empresa Amorim Isolamentos no formato de provete de fábrica, com o nome de produto de Corkcoco (cortiça expandida standard com fibra de coco prensada)

A aplicação foi feita com uma colher (fig. 10), superficialmente numa das faces de cada provete utilizado. A resina foi espalhada ao longo de toda a face da forma mais uniforme possível, uma vez que os níveis de viscosidade apresentados e o endurecimento rápido dificultaram bastante a boa execução da tarefa. O material utilizado para o efeito também não era o mais adequado.



Figura 10: Da esquerda para a direita, provetes de cortiça expandida e fibra de coco sem aditivos e parte do processo de aplicação de resina de colofónia em provete de fibra de coco.

Minutos após a aplicação da resina, destacou-se a translucidez do material que conferiu um filtro amarelo aos provetes. Os índices de viscosidade elevada que foram sentidos durante todo o processo dificultaram algumas partes durante o mesmo, mas as garantias em termos de elasticidade aparentavam certas potencialidades, ainda que sem nenhum resultado gráfico. De salientar também a grande fragilidade da resina, que apesar de manter determinadas propriedades que lhe são características, como a impermeabilidade, estalou muito facilmente quando sujeita a algum tipo de pressão. Em termos de peso acrescentado os provetes de cortiça não alteraram significativamente os seus valores.

Em relação a outros fatores, notou-se que nos provetes de cortiça, o material reagiu de forma mais coerente do que a fibra de coco aquando a aplicação da resina ainda a temperaturas elevadas. O que pode ser compreendido visto que em termos de resistência térmica a cortiça oferece uma reação ao fogo - Euroclasse E - enquanto que o coco é ligeiramente inflamável e as fibras parecem ter enfraquecido com a resina.

Os 3 provetes materializados (fig. 11) nesta primeira sessão foram deixados a cargo de uma das técnicas dos laboratórios de Engenharia dos Materiais da ESTG para uma cura em estufa (marca Memmert) com uma temperatura controlada de 40°C por durante 10 horas com o intuito de verificar se a fragilidade da resina poderia ter a ver com algo relacionado com um endurecimento rápido de mais.



Figura 11: Resultado da aplicação de resina de colofónia nos provetes de cortiça expandida Standard, MDF e provete de fibra de coco.

4.5.2 Experiência #2

Após fazer uma análise do que se verificou nos primeiros experimentos foi possível determinar novas abordagens no que diz respeito aos tipos de experiências. Numa primeira instância o que se experimentou foi basicamente a resina de colofónia aplicada superficialmente, tanto nos provetes de cortiça como nos de fibra de coco, isoladamente. O objetivo destas primeiras experiências era aumentar o conhecimento prático de todos os materiais que estavam a ser levados em conta.

As conclusões recaíram sobretudo na melhoria mecânica dos provetes anteriores, utilizando os mesmos materiais, mas desta vez combinar os mesmos.

Antes de definir as diretrizes para esta segunda experiência fez-se uma avaliação hipotética de várias temáticas a desenvolver que pudessem colmatar os constrangimentos que surgiram na primeira fase. Como tal destacou-se a fragilidade da resina de colofónia e a sua facilidade em estalar esteticamente, e viscosidade e aumento da elasticidade que a resina proporcionou.

Pretendia-se que a resina de colofónia impregnasse todo o provete de cortiça, de forma a que qualquer problema estrutural previamente apresentado (como a facilidade de estalar) fosse protegido. Também era pertinente distribuir este aumento de elasticidade de uma forma mais eficaz, e não apenas como acabamento superficial numa das faces dos provetes.

No momento de meta-projeto para o desenvolvimento e materialização destes novos provetes e experiências considerou-se a hipótese da impregnação por vácuo. Contudo, existiam ainda algumas fragilidades para avançar com este tipo de experiência. O conhecimento do processo produtivo era escasso, mas era suficiente para perceber que com uma resina que se caracteriza como extremamente viscosa e com um endurecimento bastante prematuro, a impregnação na cortiça não iria ser executada da melhor forma. Mais ainda, a porosidade dos provetes de cortiça, principalmente no caso da cortiça expandida MDF, era reduzida, o que poderia dificultar a impregnação.

Tudo isto foi levado em consideração, e resolveu-se experimentar esta impregnação de uma forma mais manual. A ideia para esta fase seria utilizar a cortiça expandida Standard e MDF como núcleo do provete, a fibra de coco como elemento estrutural e a resina de colofónia como elemento ligante. A combinação destes provetes deveria ser feita materializando uma série de laminados.

Os laminados seriam diversos, utilizando sempre os mesmos materiais para a função que lhes tinha sido designada, mas variando entre quantidades de material utilizado (mais resina de colofónia e menos fibra de coco e vice-versa), quantidades de laminados (laminados com um nível, dois níveis, etc.), nas dimensões finais dos próprios provetes e no tipo de processo utilizado para combinar estes três elementos.

Portanto, começou-se por desaglomerar toda a fibra de coco existente (fig. 4) que estava já prensada em provetes de fábrica (Corkoco) para que pudesse ser utilizada entre cada laminado de cortiça de forma não-linear.

Depois de toda a fibra de coco estar pronta a ser utilizada começou por se aplicar a mesma nos laminados de forma muito intuitiva, solta e sem grandes preocupações com o alinhamento (fig. 12). Aqui o objetivo seria

colocar grandes ou pequenas quantidades de fibra entre cada laminado de cortiça.



Figura 12: Da esquerda para a direita, a fibra de coco após ser retirada de um bloco Corkoco e o método de manuseamento da fibra de coco quando utilizada em solução de laminados.

Concluída esta etapa o próximo passo seria a aplicação da resina de colofónia como elemento ligante entre as camadas de fibra de coco e os laminados de cortiça. Nesta fase variou-se sobretudo nas quantidades de álcool etílico utilizadas entre cada uma das diferentes aplicações da resina (variando sempre entre os pré-estabelecidos 30% - 50%) e também nas temperaturas a que esta seria aplicada (também variando nas temperaturas estipuladas de 130°C – 150°C).

Para a materialização final, foram preparados três provetes com base neste processo. Foram também preparadas 6 placas de contraplacado para que depois pudesse ser feita a prensagem de todos os provetes através de grampos, obrigando e forçando a impregnação da cortiça entre os restantes elementos.

No provete número um (fig. 13) foram usados dois laminados de cortiça com as dimensões de 150 por 70 por 25 mm, foram utilizadas pequenas quantidades de fibra de coco e a resina de colofónia foi introduzida a temperaturas altas (150°C) e também num estado bastante fluído (50% de álcool etílico). Todos os elementos foram colocados corretamente finalizando com a sua respetiva prensagem.



Figura 13: Solução de laminados prensada através do uso de grampos, escoando excessos de resina e reforçando a ligação entre elementos.

No provete número dois (fig. 14) foram usados três laminados de cortiça com as dimensões de 150 por 70 por 15 mm, e utilizadas grandes quantidades de fibra de coco que foi aplicada entre cada um dos laminados, resultando em duas camadas de fibra de coco distintas. A resina de colofónia foi utilizada com temperaturas relativamente mais baixas, mas ainda num estado consideravelmente líquido. Todos os elementos foram igualmente finalizados com a sua respetiva prensagem através de grampos.



Figura 14: Solução de laminados prensada através do uso de grampos, escoando excessos de resina e reforçando a ligação entre elementos.

Para finalizar, na materialização do provete número três (fig. 15) foram reaproveitados os restos da cortiça do produto Corkcoco, que possuíam já grandes quantidades de fibra de coco nas suas paredes internas devidamente prensada. A resina aplicada estava num estado mais viscoso e com temperaturas mais baixas, visto que o processo de materialização dos provetes estava a ser dado como terminado. Neste caso as dimensões do provete variaram bastante dos restantes, uma vez que estavam já pré-concebidas. O provete em questão foi igualmente prensado por grampos.



Figura 15: Reaproveitamento do bloco de Corkoco para a elaboração de um novo provete. Bloco utilizado para extrair o material da fibra de coco.

Todos os provetes desenvolvidos nesta experiência foram deixados prensados até ao dia seguinte, neste caso a cura foi feita à temperatura ambiente, que também fazia parte da planificação para esta segunda fase visto que previamente os resultados obtidos com a cura em estufa não teriam sido satisfatórios.

4.5.3 Experiência #3

Para esta fase experimental é preciso, desde já, esclarecer que o desenvolvimento de temáticas materiais e materialização dos provetes se desdobrou em fases experimentais diversas. Isto é, por um lado esta fase poderia considerar-se como fase da convergência, onde já uma série de problemas haviam sido decodificados e apenas faltavam limar algumas arestas na preparação de algumas experiências.

Por outro lado, os experimentos elaborados partiram novamente de uma fase de divergência, este passo em recuo foi dado, principalmente, pela inclusão de um novo material a ser submetido a experiências. O material que se refere é o compósito de fibra de linho, que estava disponível em duas

variantes. A primeira consiste na fibra de linho com uma direção axial no alinhamento das suas fibras, dispostas de forma linear, também compostas com um termoplástico que facilita a sua aplicação em qualquer tipo de forma, fazendo que com ondas de calor esta fibra se aproprie da forma em questão de forma automática. O segundo tipo de fibra era composto pelos mesmos elementos, mas neste caso com gramagem era bastante mais reduzida e alinhamento das fibras que neste caso era não-linear. Esta fibra de linho possui também o termoplástico que facilita a sua aplicação. O acesso a estes dois materiais foi possível através de uma conexão com a empresa parceira do projeto Nmeeton - a ALTO – perfis purtrudidos - que nos facultou três pequenas amostras destes compósitos naturais desenvolvidos pela empresa belga, PROCOTEX.

Também para esta fase experimental se pretendia materializar já os provetes de cortiça combinados com resina epóxi e fibra de vidro, para que pudesse existir um termo de comparação. Como já referido anteriormente, esta solução deveria ser considerada como o objetivo a alcançar através de materiais naturais. De salientar que as quantidades de fibra de vidro, resina epóxi e respetivo endurecedor foram também elas facultadas gratuitamente pela empresa ALTO.

Ainda para esta etapa, seriam repetidos os provetes da primeira fase experimental, visto que surgiu um erro informático com os resultados gráficos dos testes à flexão que foram feitos. Aproveitou-se também a oportunidade apresentada para melhorar consideravelmente este experimento, uma vez que o conhecimento adquirido acerca dos materiais em questão era maior.

Para a execução e materialização dos provetes começou-se por maquinar manualmente as fibras de linho (fig. 16) fazendo um *layout* com as medidas das faces dos provetes de cortiça expandida (150 x 75 mm). Posteriormente este *layout* foi recortado, resultando em folhas de fibra de linho mais pequenas com as dimensões perfeitas para que fossem aplicadas por camadas nos provetes de cortiça, como se pode verificar na fig. 16.



Figura 16: Da esquerda para a direita, corte do layout desenhado na fibra de linho e tipo de aplicação utilizada da fibra de linho nos provetes a elaborar.

De seguida foi utilizado um secador para moldar e fixar as amostras de fibra de linho ao provete de cortiça, aquecendo a película termoplástica presente na respetiva fibra (fig. 17). Estes processos foram repetidos as vezes necessárias para que se materializassem todos os provetes compostos por fibra de linho, que ao todo foram cinco.



Figura 17: Processo utilizado para ligar a fibra de linho com o bloco de cortiça expandida.

Destes cinco provetes foram levadas a cabo duas experiências distintas, por um lado pretendia-se utilizar resinas naturais (como a de

colofónia) e por outro resinas epóxi para perceber os diferentes tipos de reação inerentes a este material ainda pouco conhecido.

Em relação à aplicação da resina de colofónia nos respetivos provetes, aqueceu-se a resina na placa de aquecimento Mivariel ALC – Ceramic Instruments a uma temperatura controlada de 140°C, utilizando álcool etílico (30%) para retardar o endurecimento. Nesta fase as melhorias que se destacaram no processo de liquidificação da resina foram; introduzir a percentagem de álcool etílico apenas no final do processo de aquecimento, deixar a resina liquidificar naturalmente sem mexer com qualquer tipo de objeto, e reduzir a temperatura em 10°C de forma a conservar as características de viscosidade da resina.

No processo de aplicação da resina nas fibras foi utilizada uma tira de madeira com um comprimento suficiente para que a camada de resina fosse espalhada uniformemente ao longo de todo o provete. Também se aplicaram duas camadas de resina na face de cada amostra de linho com o objetivo de fortalecer a mesma, evitando que estalasse com tanta facilidade, mas também conferindo uma maior resistência no que diz respeito ao seu comportamento elástico. Este processo foi repetido em dois provetes. No provete número um (fig. 18), com as dimensões de 150 por 70 por 25 mm, foi utilizada a fibra de linho com um alinhamento de fibras não-linear, ou seja, a de menor gramagem. No segundo provete (fig. 18), com as dimensões standard de 150 por 70 por 5 mm, foi utilizada a fibra de linho com a orientação das fibras uniformemente alinhadas. Os respetivos provetes foram então finalizados e deixados num estado de cura que se dividiu em dois momentos: primeiro foram expostos ao sol durante sensivelmente 40 minutos e posteriormente foram deixados num ambiente seco e fresco durante uma semana.

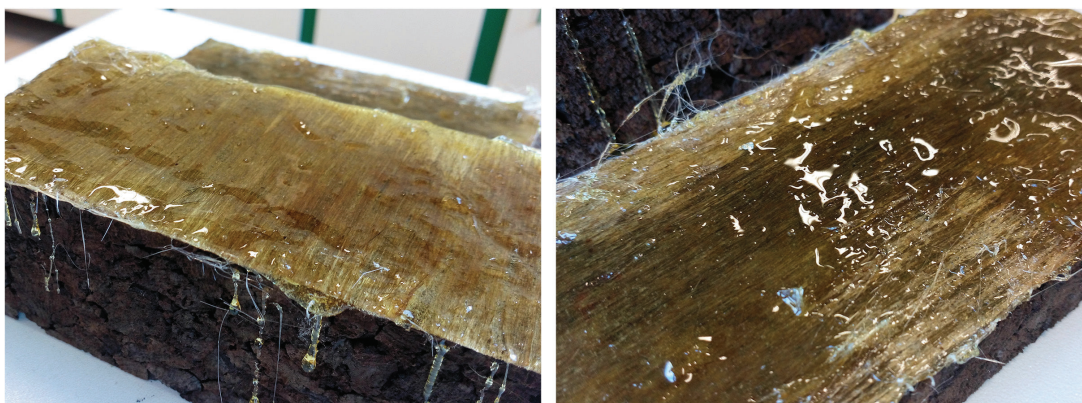


Figura 18: Provetes resultantes da aplicação da resina de colofónia juntamente com os dois tipos de fibra de linho.

Aproveitou-se a sintetização da resina de colofónia para a materialização dos provetes com fibra de linho e foram repetidos logo de seguida os provetes da experiência número um, cujos resultados de ensaios mecânicos foram perdidos. Esta repetição foi elaborada com base nas suposições identificadas e descritas na fase experimental número 3. Nesse sentido foram aplicadas superficialmente duas camadas de resina colofónia nos provetes de cortiça expandida Standard e MDF utilizando a tira de madeira para que a resina fosse aplicada de forma uniforme, originando texturas mais cuidadas e estruturadas (fig. 19). O processo de cura foi idêntico ao dos provetes de fibra de linho.

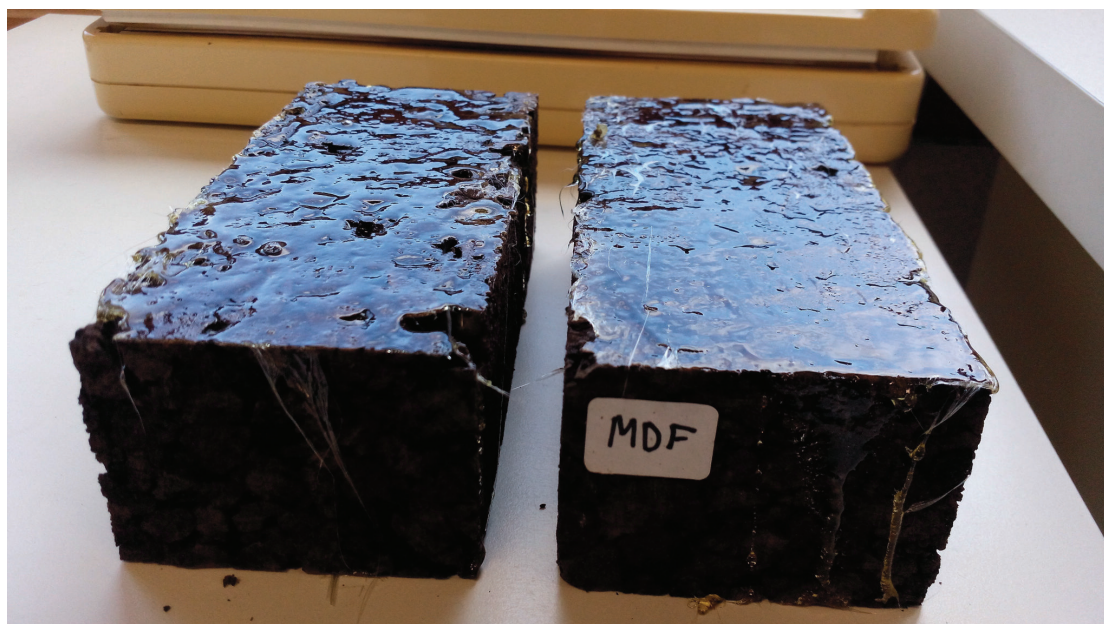


Figura 19: Provates resultantes da aplicação superficial de resina de colofónia diretamente nas cortiças expandidas Standard e MDF.

As restantes experiências focaram-se em combinar a resina epóxi e fibra de vidro disponibilizadas pela empresa ALTO em basicamente todas as temáticas desenvolvidas até ao momento. Isto é, reformularam-se todos os provates com os seus respetivos tipos de materiais alterando apenas algumas dimensões conforme as circunstâncias, com o objetivo de criar uma série de provates que pudessem ser comparados de forma direta. Como por exemplo provates de fibra de linho e cortiça expandida com resina de colofónia vs. com resina epóxi. Provates laminados de cortiça e fibra de coco com resina de colofónia vs. com resina epóxi, e assim sucessivamente.

Utilizando as restantes amostras das duas tipologias de fibra de linho descritas anteriormente foram-se manuseando mais dois provates com as dimensões de 150 x 70 x 25 mm. O processo de aplicação foi idêntico, ou seja, as fibras de linho foram aplicadas aquecendo a película termoplástica e a resina epóxi foi aplicada com as mesmas ferramentas e também superficialmente (fig. 20).



Figura 20: Aplicação de resina epóxi convencional sob fibra de linho em cortiça expandida.

De salientar que, para a sintetização da resina epóxi existia já algum know-how que nos foi partilhado pelo Eng.º Luís Oliveira da empresa ALTO, segundo o engenheiro deveria ser utilizado 30% de endurecedor da quantidade a usar de resina epóxi. Também foi explicado que a melhor forma de aplicar estes materiais seria utilizando o máximo de camadas de fibra possível e a menor quantidade de resina possível.

De seguida utilizou-se esta resina epóxi para a preparação de um provete de cortiça com fibra de coco com as dimensões de 150 x 50 x 25 mm em formato de laminado com duas camadas de cortiça expandida Standard e uma camada de fibra. Utilizou-se o mesmo processo de aplicação descrito na fase experimental número dois. A cura deste provete foi efetuada no exterior, com exposição solar durante aproximadamente 5 horas.

Os restantes provetes materializados basearam-se na combinação de três materiais distintos. A cortiça expandida Standard e MDF, resina epóxi e fibra de vidro. O objetivo seria o de desenvolver temáticas que pudessem ser utilizadas como termo de comparação. Assim, primeiro começou por se recortar pequenas folhas de fibra de vidro com as dimensões de cada provete de cortiça (150 por 70 mm) (fig. 21). De seguida a resina epóxi foi misturada juntamente com as quantidades corretas do endurecedor. Após este

processo as folhas de fibra de vidro foram colocadas em cada uma das faces dos provetes onde posteriormente a resina foi aplicada utilizando uma tira de madeira para espalhar o material de modo uniforme (fig. 13). Este processo foi posteriormente repetido na face oposta de cada um destes provetes, resultando num compósito em formato *sandwich*. A cura dos respectivos provetes deu-se durante aproximadamente 5 horas em exposição solar.



Figura 21: Da esquerda para a direita, recorte das várias camadas de fibra de vidro a utilizar na elaboração de provetes e prove de cortiça expandida combinado com fibra de vidro e resina epóxi pronto para a fase de cura.

No total, esta fase experimental número 3 contou com a materialização de 13 provetes distintos, que muito genericamente se podem dividir em três momentos. Um momento de exploração onde foram testadas as duas tipologias de fibra de linho com materiais naturais. Um momento de aperfeiçoamento, onde foram repetidas algumas soluções exploradas nas duas primeiras fases. E um momento onde foram desenvolvidos os provetes que iriam servir como parâmetro de comparação, dando feedback positivo e(ou) negativo acerca daquilo que havia sido testado até ao momento.

4.5.4 Experiência #4

Para esta fase estipulou-se que as experiências a serem desenvolvidas deveriam, de alguma forma, procurar soluções ainda não testadas fazendo com que se verificasse a sua possibilidade de implementação num processo produtivo futuro. Estas experiências focaram-

se unicamente na materialização de provetes de cortiça expandida Standard e MDF combinando-os com resina de colofônia e resina epóxi através de um processo de impregnação por vácuo.

É importante salientar que para os objetivos que foram determinados na presente etapa, usufruiu-se, durante todo o processo, da ajuda e assistência de uma das técnicas dos laboratórios do curso de Engenharia Alimentar da ESTG.

A escolha que levou ao avanço deste tipo de experiência concentra-se, principalmente, no conhecimento em relação aos materiais disponíveis que foi sendo adquirido ao longo de todo o desenvolvimento e materialização de provetes.

Pretendia-se sobretudo, a partir desta experimentação, quer verificar tanto a possibilidade da impregnação da resina quer como também perceber se as garantias oferecidas compensavam num eventual processo produtivo.

O primeiro momento passou por fazer um levantamento de densidades do material e percentagens de absorção de água do mesmo. Este momento tinha como propósito descodificar quais seriam as quantidades certas de resina de colofônia e epóxi a serem impregnadas nos blocos de cortiça Standard e MDF. Como tal, foi-nos aconselhado pelo professor Manuel Ribeiro, que os provetes deveriam primeiramente ser pesados sem qualquer tipo de aditivos. Posteriormente deveriam ser completamente submersos num tanque de água fria por durante aproximadamente 30 minutos (fig. 22). Pretendia-se, com esta ação, que os poros da cortiça absorvessem o máximo de água possível. Após todos os passos efetuados os provetes deveriam ser novamente pesados de forma urgente (fig. 22), assumindo que o peso adicional verificado iria coincidir com as quantidades certas de resina a impregnar.



Figura 22: Da esquerda para a direita, blocos de cortiça expandida mergulhados em água fria e pesagem de bloco de cortiça expandida MDF após mergulho em água.

Concluindo a verificação destes detalhes, os próximos passos deveriam consistir na sintetização da resina. Para esta fase, e considerando que o processo de impregnação por vácuo se caracteriza pela utilização de resinas mais líquidas e viscosas, pretendia-se que a resina de colofónia estivesse no seu estado mais fluído possível. Nesse sentido a placa de aquecimento Mivariel ALC – Ceramic Instruments foi previamente aquecida a uma temperatura de 140°C, o que resultou numa liquidificação da resina mais rápida e ao mesmo tempo mais controlada. A sintetização da resina de colofónia foi concluída acrescentando 50% de álcool etílico de forma a retardar o endurecimento da mesma por um período de tempo maior, visto que o processo de impregnação a vácuo deveria ser executado de forma urgente e precisa.

Para a maquinação dos provetes iria ser necessário o uso do equipamento Electronic Vacu MIT E disponibilizado pelo laboratório de Engenharia Alimentar. Todo o procedimento inerente ao manuseamento do respetivo equipamento foi executado por uma das técnicas do laboratório.

O processo desdobrou-se em 3 momentos distintos. Um primeiro momento onde o provete de cortiça era colocado no interior de um filme de plástico para embalagem a vácuo da marca ROVAC A já com todas as propriedades necessárias para a execução da experiência. Em seguida a resina de colofónia, ainda em altas temperaturas, era introduzida juntamente com o provete de cortiça. O segundo momento consistia em colocar o filme

de plástico ROVAC A com os materiais no seu interior no local correto (fig. 23). Após esta colocação o saco foi numa primeira instância preenchido com ar e logo de seguida todo o ar foi comprimido, fazendo com que a resina fosse impregnada em todas as zonas porosas do provete (fig. 23). Um terceiro momento consistia em remover muito rapidamente o plástico que envolvia o provete, de forma a evitar que o mesmo ficasse demasiadamente pegado ao material, podendo danificar o mesmo.

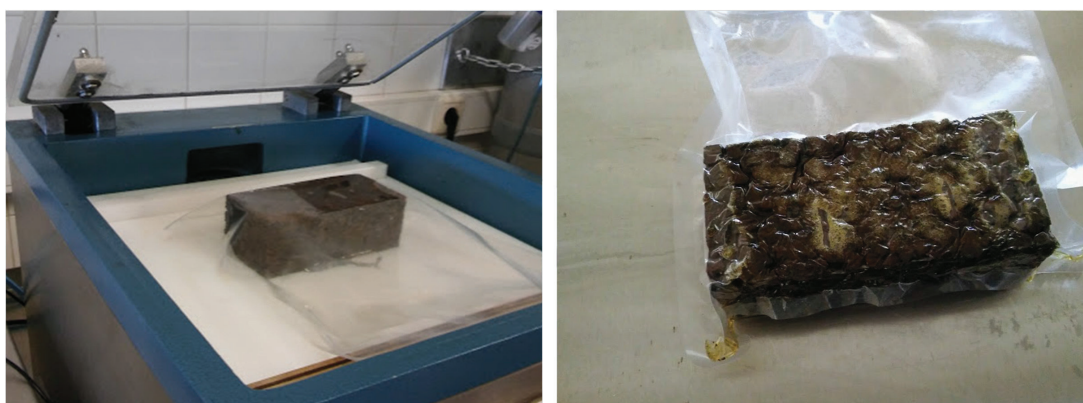


Figura 23: Da esquerda para a direita, bloco de cortiça junto com resina de colofónia e envolvido em plástico térmico pronto para ser impregnado e bloco de cortiça após impregnação de resina de colofónia por vácuo.

Após a execução da primeira experiência foi possível apurar que, aquando a remoção do filme envolvente, ocorriam alguns problemas. Destacam-se dois problemas consideráveis: primeiro, a remoção do plástico revelou-se complexa, isto porque uma pequena camada de resina localizada numa das faces do provete solidificou entre o plástico e o material, provocando alguns danos como se pode verificar na fig. 24; o segundo problema teria a ver com a impregnação propriamente dita, isto é, mesmo a olho nu foi possível perceber que a resina não teria sido impregnada nas porosidades do provete na sua totalidade.



Figura 24: Restos de cortiça expandida que acabaram por ficar colados ao plástico no momento de extração do provete.

Esta verificação permitiu que a segunda experiência tivesse em consideração todos estes fatores, que seriam determinantes para uma boa execução. Nesse sentido resolveu-se utilizar uma maior quantidade de resina, juntamente com um pequeno acréscimo na percentagem de álcool etílico que foi introduzido aleatoriamente. Os objetivos destas tomadas de decisão consistiam em aumentar a liquidez da resina de forma a que esta fosse mais facilmente desacoplada do plástico envolvente. Em relação ao aumento das quantidades, pretendia-se primeiro espalhar a resina de colofónia um pouco por todas as faces do provete, sem com isso querer perder tempo precioso, com o objetivo de que, no momento da impregnação por vácuo, a resina pudesse ser impregnada uniformemente a partir de todas as zonas do provete, preenchendo com mais precisão todas as zonas porosas do material.

Foi também experimentado o processo de impregnação por vácuo utilizando resina epóxi, algo mais simples de executar, uma vez que a resina

em questão apresenta características que são desde logo viáveis para a sua implementação no processo, como a temperatura de aplicação e liquidez. Esta experiência deveria posteriormente ser utilizada como termo de comparação em relação aos restantes dois provetes de cortiça expandida Standard e MDF onde se utilizou a resina de colofónia.

4.5.5 Experiências #5

Para a presente fase, no desenvolvimento de novas experiências, resolveu-se assumir como ponto de partida as informações obtidas ao longo de todo o processo. Isto é, partiu-se do princípio de que tanto a fase de “divergência” bem como a fase de “transformação” estava já bem explorada e, principalmente, todos os dados adquiridos.

Contudo, e considerando que se trata de uma fase de “convergência” que deve já perspetivar uma ou mais soluções finais, houve uma intenção de se utilizar novos materiais. Esta escolha baseou-se sobretudo em materiais utilizados nas fases anteriores, ainda que de alguma forma fossem diferentes.

No que diz respeito à cortiça expandida houve a necessidade de utilizar o material com uma maior densidade, denominado de cortiça HD (High Density) (fig. 25). O material em questão foi para nós uma novidade apresentada pela empresa parceira, a Amorim Isolamentos, já numa fase avançada da investigação. Desta forma, resolvemos implementar o mesmo baseando-nos no conhecimento prévio da cortiça expandida Standard e MDF, partindo do princípio que o ganho obtido, em termos de resposta mecânica, iria ser superior. Também foi considerada a capacidade de uma maior zona de contacto nas faces do provete aquando a aplicação da fibra, permitindo desta forma uma maior aderência e uma consequente melhoria em termos performance do compósito final.

Para além da cortiça, houve também a necessidade em alterar o compósito de fibra de linho utilizado em fases anteriores. Neste caso a alteração esteve em grande parte relacionada com as empresas

responsáveis pelos produtos em questão sendo que, que economicamente esta opção era uma irreabilidade para a materialização do protótipo final. Ainda assim, e devido à constante comunicação com a entidade foi-nos possível encontrar um novo compósito de fibra de linho muito semelhante aos que já foram mencionados. Em termos estéticos muito mais apelativo, e em termos mecânicos bem mais promissor dado que se trata de um compósito com estrutura entrelaçada em dois eixos diferentes (fig. 25) ao contrário da estrutura linear previamente explorada.



Figura 25: Provetes maquinados a partir de bloco de cortiça expandida HD e tecido de fibra de linho a ser utilizado.

Em relação à resina resolveu-se também alterar as que já tinham sido utilizadas. Ainda que não tenha sido fácil abdicar da resina de colofónia por razões óbvias (como por exemplo, a sua produção nacional e o seu valor ecológico), considerou-se o processo de sintetização da mesma bastante complexo, considerando a sua implementação num processo produtivo a uma escala industrial. Para além disso os resultados obtidos raramente eram iguais, sendo que se trata de um processo que engloba bastantes variantes que determinam a sua performance final. Ainda assim, houve a preocupação de manter a característica mais forte da resina no desenvolvimento de novos provetes, que se trata do seu valor ecológico. Houve de igual forma a necessidade de encarar os resultados mecânicos da resina epóxi como base para a escolha de um novo material capaz de oferecer resultados tão satisfatórios. Assim, e após uma extensiva pesquisa e comunicação com várias entidades empresariais conseguiu apurar-se um substituto satisfatório.

Trata-se de uma resina epóxi ecológica e sustentável (fig. 26), produzida em grande parte através de óleos vegetais e reaproveitando resíduos industriais. A empresa responsável pelo produto, Entropy Resins, é também uma das pioneiras neste tipo de resinas o que foi determinante na escolha final do material.



Figura 26: Imagem das embalagens relativas à resina e endurecedor ecológicos utilizados para esta fase experimental.

Assim, no desenvolvimento de novas temáticas materiais para a maquinação de novos provetes começou por se maquinar as amostras de cortiça expandida HD de forma a estandardizar as mesmas com as medidas de 150 por 50 por 25 milímetros. Para isso foi utilizada uma serra de corte (fig. 27). Com este processo foi-nos permitido perceber que, efetivamente, o material ofereceu melhores respostas e um bom feedback, principalmente nos acabamentos contínuos nas arestas do bloco, bem como o seu estado geral bem mais uniforme.

De seguida foram maquinadas, recortando com tesoura, várias camadas de fibra de linho (fig. 27) com as mesmas dimensões faciais definidas para os blocos de cortiça expandida HD referidas acima. Com o processo percebeu-se que se tratava de um material que tinha de ser manuseado delicadamente de forma a manter a sua estrutura entrelaçada o mais inalterada possível.

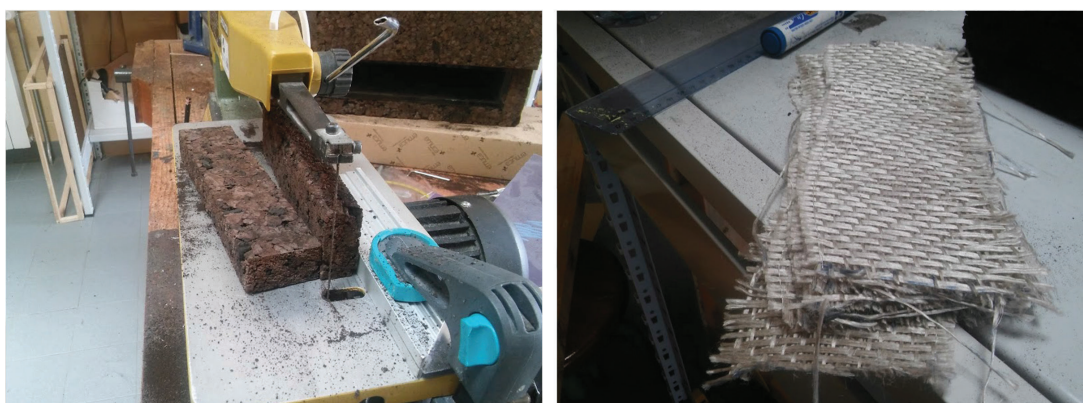


Figura 27: Da esquerda para a direita, blocos de cortiça expandida HD após maquinação de corte para homogeneizar dimensões e camadas de tecido de fibra de linho a aplicar na elaboração de novos provetes.

Antes de montar a mesa de trabalho, onde se iria aplicar a resina juntamente com a cortiça expandida HD e o compósito de fibra de linho utilizou-se um compressor para limpar qualquer tipo de pó que estivesse nos provetes de cortiça (fig. 28), de forma a garantir que a adesão da fibra de linho fosse o mais eficaz possível.



Figura 28: Utilização de compressor para limpar qualquer tipo de lixos ou pós que pudessem interferir no momento de ligação entre fibra de linho e cortiça.

Após este pequeno processo misturou-se então a resina juntamente com o seu respetivo endurecedor (fig. 29) dentro do rácio tecnicamente sugerido de 2:1. Para isso utilizou-se um copo de plástico como medidor de quantidades e um pequeno pedaço de madeira como misturador (fig. 29).



Figura 29: Da esquerda para a direita, medição de quantidades pretendidas de resina e endurecedor e mistura da resina com o endurecedor.

Em relação ao processo final colocaram-se as camadas de fibra de linho devidamente alinhadas com os provetes de cortiça para logo de seguida se aplicar e espalhar a resina epóxi. Foram materializados um total de 6 provetes utilizando os mesmos materiais variando apenas nas suas configurações finais, isto é, 3 provetes foram idealizados com apenas uma camada de fibra de linho superficial numa das faces e nos restantes foram idealizados provetes em formato sandwich com uma camada de fibra de linho em cada uma das faces dos blocos.

Ao longo de todo o processo foi possível verificar que as ferramentas de trabalho tiveram alguma influência no resultado final do compósito, visto que quando foi utilizada uma pequena espátula de madeira as linhas da fibra de linho acabaram por sofrer alguns danos superficiais implicando a sua forma estética final, ao contrário dos resultados obtidos utilizando uma espátula de plástico. Também se notaram diferenças no sentido em que a resina foi espalhada, isto é, quando a resina era aplicada no sentido inverso ao eixo transversal da fibra apurou-se um resultado esteticamente menos cuidado (fig. 30). Todos estes sinais foram considerados e interpretados da melhor maneira até conseguir um resultado satisfatório como se pode verificar na fig. 22.

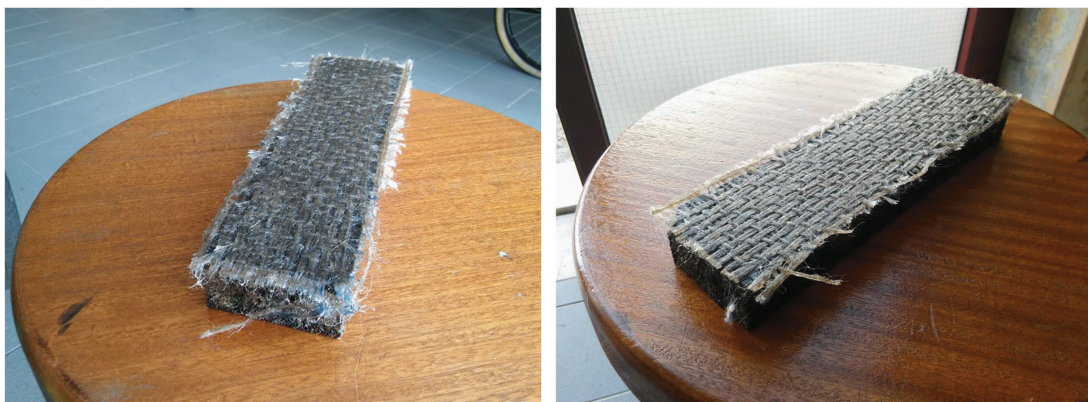


Figura 30: Da esquerda para a direita, provete com fibra de linho e resina epóxi ecológica com acabamento longe do pretendido, e provete com fibra de linho e resina epóxi ecológica mais próximo daquilo que era pretendido.

Para a cura da resina todos os provetes materializados foram deixados em exposição solar durante aproximadamente 5 horas. Após a cura foi

utilizada uma máquina de corte para limar todas as extremidades em excesso (fig. 31), de forma a obter provetes mais uniformes para os ensaios mecânicos, mas também para obter resultados mais precisos na fase de pesagem dos mesmos.

Por último ainda se materializou um outro provete já previamente explorado utilizando apenas a cortiça expandida HD com uma camada de fibra de coco e resina epóxi como ligante. Esta experiência foi caracterizada pela fibra de coco, uma vez que nas experiências anteriores a fibra que tinha sido utilizada estava solta, enquanto para o provete em questão foi facultado pela Amorim Isolamentos um bloco de fibra de coco prensado com uma espessura de 1 centímetro (fig. 31).



Figura 31: Da esquerda para a direita, utilização de máquina de corte para limar excessos de camadas de fibra de linho e placa de fibra de coco prensada com espessura de 10mm.

Para a materialização do provete foram maquinadas camadas de fibra de coco com as mesmas dimensões standardizadas para os provetes de cortiça expandida HD (fig. 32). De seguida foi aplicada a resina epóxi na camada de fibra de coco que posteriormente foi alinhada no meio de dois blocos de cortiça.

Com esta tipologia foi apenas idealizado um provete que no final foi prensado através de grampos (fig. 32), de forma a impregnar a resina. A sua cura foi feita à temperatura ambiente durante aproximadamente 24 horas.

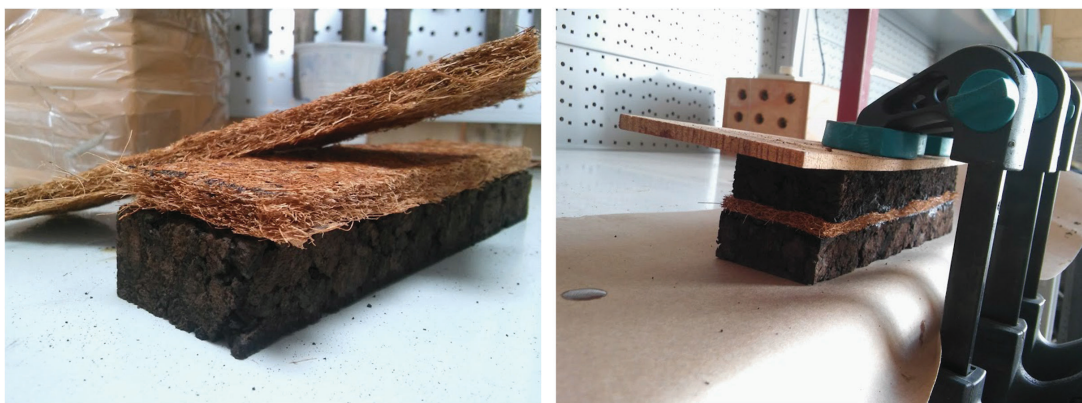


Figura 32: Provete de cortiça HD e camadas de fibra de coco antes de preparar o provete e provete laminado com uma camada de fibra de coco já prensado por grampos fazendo uso de resina epóxi ecológica como elemento ligante e estrutural.

4.6 ENSAIOS

Após a materialização final das temáticas desenvolvidas, cada provete foi ensaiado considerando as suas propriedades resistentes e de deformação por via de ensaios mecânicos. Nesta fase, interessava perceber algumas características de um ponto de vista mais gráfico, matemático e técnico e as melhorias (ou falta delas) em todos os experimentos que foram levados a cabo.

Identificou-se que para o que era pretendido, os ensaios mecânicos deveriam ser feitos à flexão, utilizando dois pontos de apoio com uma distância de 10 cm entre eles, e um ponto de aplicação de carga a ser exercida no eixo central de cada provete, local onde se verificou o ponto de maior esforço. Com estas condições de apoio pretendeu-se simular a situação mais desfavorável para a peça em termos de flexão. Os ensaios foram todos executados com cargas de 1000N e uma extensão máxima de 40 mm de modo a homogeneizar os resultados obtidos (fig. 33).

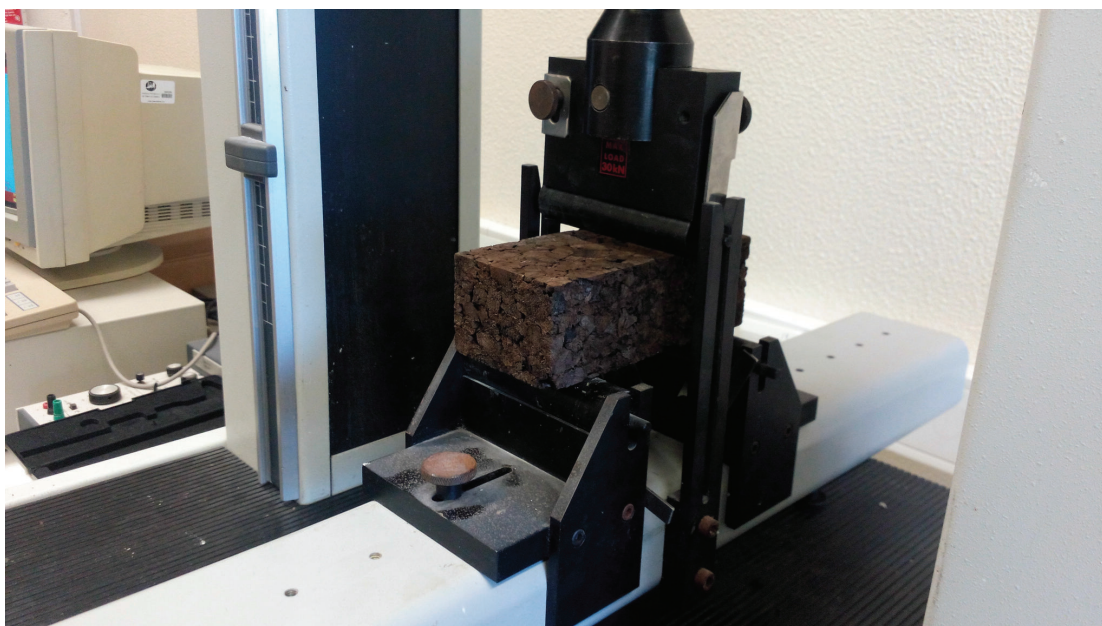


Figura 33: Equipamento utilizado para elaboração de todos os ensaios de flexão realizados com os provetes maquinados durante a fase experimental.

De referir que para a execução de todos os ensaios recorreu-se ao equipamento LLOYD instruments – LR 30K, presente nos laboratórios de cerâmica. Como apoio e assistência técnica no âmbito referido beneficiou-se da ajuda dos professores Manuel Ribeiro e João Abrantes.

Escolheu-se o ensaio à flexão visto ser o teste mais adequado ao contexto do projeto da prancha de surf. Embora as condições de apoio em serviço não sejam exatamente as testadas, considerou-se que as aplicações de uma carga a meio vão numa peça simplesmente apoiada permitiria simular uma situação bastante desfavorável em termos de flexão. Com isto pretendia-se a perceção da capacidade elástica do material em questão quando submetido a uma carga. Os provetes foram testados no seu eixo longitudinal.

Para que nenhum aspeto importante da análise de cada provete testado fosse deixado ao acaso foram formuladas fichas técnicas com as seguintes informações; Provete (Material, Dimensões, Peso), Resina (Tipo de resina, Reforço estrutural, Temperatura, Quantidade, Tipo de aplicação), e Cura. Ainda sobre os materiais foram recolhidas fichas técnicas já existentes com informações relevantes para uma melhor leitura dos resultados obtidos através dos ensaios mecânicos.

Pretendia-se de igual forma, através dos ensaios mecânicos, perceber o ponto de partida do material (cortiça expandida Standard, MDF e HD), isto é, analisar os provetes sem qualquer tipo de aditivos de forma a poder entender de que forma se conseguiria aumentar a resistência mecânica do material. O mesmo se passou com o ponto de chegada, onde foram materializados provetes combinados com resina epóxi e fibra de vidro, considerando que os valores provenientes dos ensaios ficassem próximos destes aquando o momento de comparação.

4.6.1 Ensaio #1: Densidades de cortiça expandida.

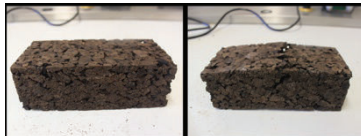
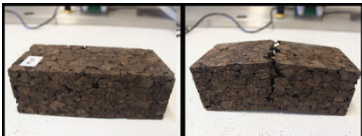
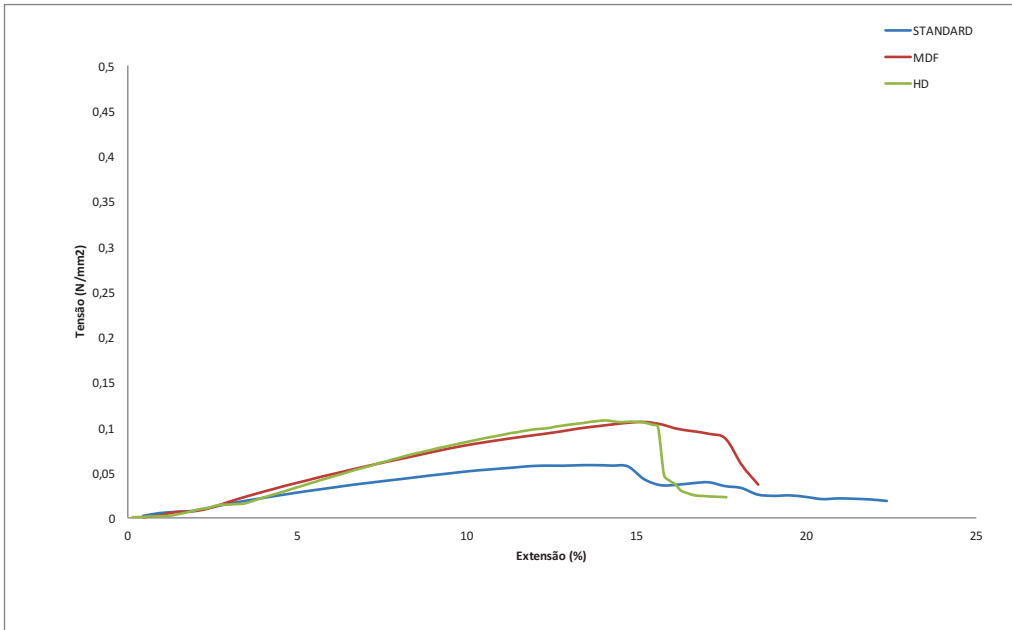
DENSIDADES CORTIÇA EXPANDIDA								
CORTIÇA STANDARD		20/04/2015	CORTIÇA MDF		20/04/2015	CORTIÇA HD		29/07/2015
PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA
MATE RIAL: Cortiça Standard	RESINA: REFORÇ O:		MATE RIAL: Cortiça MDF	RESINA: REFORÇ O:		MATE RIAL: Cortiça HD	RESINA: REFORÇ O:	
DIMEN SÕES: 150x70x5 0 mm	TEMPER ATURA:		DIMEN SÕES: 150x70x5 0 mm	TEMPER ATURA:		DIMEN SÕES: 150x50x5 0 mm	TEMPER ATURA:	
PESO: 61 gr	QUANTI DADE:		PESO: 74 gr	QUANTI DADE:		PESO: 111 gr	QUANTI DADE:	
	APLICAÇ ÃO:			APLICAÇ ÃO:			APLICAÇ ÃO:	
								
								

Tabela 1: Ensaio #1 - Densidades de cortiça expandida.

Numa fase inicial, como premissa para fase de ensaios e testes mecânicos, destacou-se a importância em tentar perceber quais as propriedades de resistência e de deformabilidade das várias densidades de cortiça sem qualquer tipo de aditivo (resinas ou fibras).

Existia, portanto, o objetivo em entender com clareza qual seria o ponto de partida para qualquer tipo de comparação futura entre provetes cujas características haviam sido modificadas ora por aplicação de fibras, resinas ou ambas.

Nesse sentido, os três tipos de cortiça expandida testados nesta primeira fase distinguiram-se unicamente pela sua densidade, sendo a cortiça expandida Standard a mais baixa com uma densidade de $110-120\text{Kg/m}^3$, a cortiça expandida MDF com uma densidade de $140-160\text{Kg/m}^3$ e por fim, a cortiça HD com uma densidade de $170-190\text{Kg/m}^3$.

Após a execução dos testes foi possível verificar o que era esperado, isto é, conforme os níveis de densidade eram mais elevados também a resistência do material era superior. Contudo, a distância que se verificou entre a cortiça Standard e a cortiça MDF foi bem maior do que a distância entre cortiça MDF e cortiça HD que apresentaram resistências muito próximas.

Em relação ao tipo de rotura verificou-se que tanto a cortiça Standard como a cortiça MDF foram cedendo lentamente, isto é, com aviso prévio (comportamento dúctil) enquanto no caso da HD a rotura foi bem mais brusca (comportamento frágil). Notaram-se também diferenças em termos visuais e estruturais na zona de rotura dos provetes, sendo que a cortiça Standard ficou bastante danificada, tendo deformado vertical e horizontalmente. Em relação à cortiça MDF, apesar de visualmente a sua deformação ter sido ainda acentuada, o corte do material verificou-se apenas no sentido da força aplicada (eixo vertical). A cortiça HD por sua vez, deu uma melhor resposta, visto que a sua deformação foi quase inexistente visualmente, isto porque o próprio material voltou a recolher-se de modo a fechar a zona da quebra do provete, algo que não sucedeu nos casos da cortiça Standard e MDF.

4.6.2 Ensaio #2: Resina epóxi convencional com fibra de vidro.

RESINA EPÓXI CONCENCIONAL + FIBRA DE VIDRO								
CORTIÇA 3		14/05 /2015	CORTIÇA 6		14/05 /2015	CORTIÇA 8		14/05 /2015
PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA
MATE RIAL: Cortiça Standard	RESINA: Epóxi	A cura foi feita em ar livre com exposição solar durante aproximadamente 5 horas.	MATE RIAL: Cortiça MDF	RESINA: Epóxi	A cura foi feita em ar livre com exposição solar durante aproximadamente 5 horas.	MATE RIAL: Cortiça Standard	RESINA: Epóxi	A cura foi feita em ar livre com exposição solar durante aproximadamente 5 horas.
DIME NSÕES : 150x70x2 5 mm	REFORÇ O: Fibra de vidro		DIME NSÕES : 150x70x2 5 mm	REFORÇ O: Fibra de vidro		DIME NSÕES : 150x70x5 0 mm	REFORÇ O: Fibra de vidro	
PESO: 69 gr	TEMPER ATURA: QUANTI DADE:		PESO: 61 gr	TEMPER ATURA: QUANTI DADE:		PESO: 84 gr	TEMPER ATURA: QUANTI DADE:	
	APLICAÇ ÃO: Uma camada de fibra aplicada em cada uma das faces em formato sanduiche.			APLICAÇ ÃO: Uma camada de fibra aplicada em cada uma das faces em formato sanduiche.			APLICAÇ ÃO: Uma camada de fibra aplicada em cada uma das faces em formato sanduiche.	
								

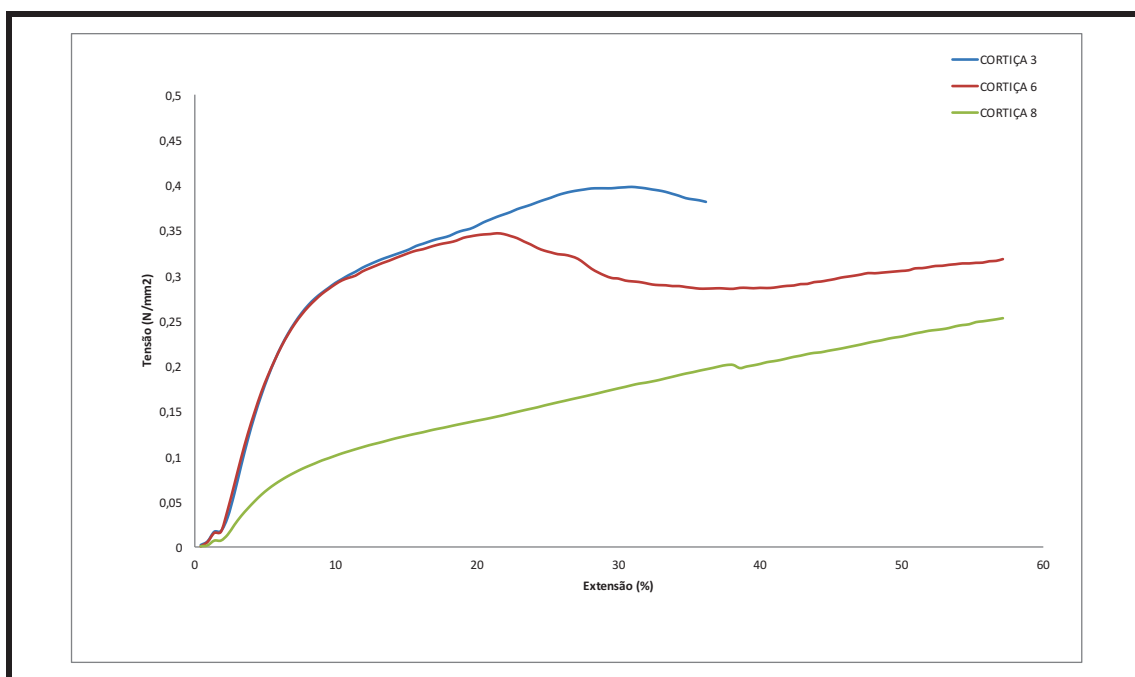


Tabela 2: Ensaio #2 - Resina epóxi convencional com fibra de vidro.

Num segundo momento, após a junção dos resultados referentes às propriedades resistentes e de deformabilidade da cortiça sem aditivos (ponto de partida), era necessário prever um ponto de chegada. Isto é, em termos de resistência mecânica qual seria o objetivo a alcançar (matematicamente) e qual seria o valor de comparação para qualquer tipo de experiência elaborada durante a fase laboratorial. Este tipo de comparação era extremamente necessário uma vez que o objetivo passava pela concepção de um compósito natural, cuja resistência mecânica deveria ser semelhante à de um compósito convencional existente já no mercado de produção de pranchas de surf.

Nesse sentido definiu-se como ponto de chegada a combinação da cortiça com fibra de vidro juntamente com resina epóxi. Neste caso foram testados três provetes, dois deles com cortiça Standard e um com cortiça MDF, houve ainda uma variação de dimensões entre os provetes “cortiça 3” e “cortiça 6” e o provete “cortiça 8”, a mudança nesta variável foi feita apenas para verificar se haveria algum aumento de percentagem na resistência mecânica com uma maior percentagem de material (cortiça). Todos os provetes testados foram preparados com uma camada de fibra em cada uma

das faces, com o propósito de alcançar o máximo de resistência possível, algo que posteriormente iria tornar-se importante para análises comparativas.

Em relação aos resultados, a primeira análise a fazer tem a ver com o facto de, estranhamente, o provete com maior área (“cortiça 8”) ser o que apresentou resistências mais baixas quando comparado com os restantes. Estes valores podem ser compreendidos pelo facto de haver também uma maior área preenchida por cortiça, abrindo assim mais espaço para qualquer defeito estrutural, visto tratar-se de cortiça expandida Standard, ou seja, bastante mais porosa e mais imperfeita. Tira-se esta conclusão uma vez que em todos os provetes, aquando o seu momento de rotura, verificou-se que as camadas de fibra não sofreram danos além de uma pequena deformação elástica, sem, no entanto, terem partido. Já em relação à cortiça não se pode afirmar o mesmo, uma vez que o material se foi deformando um pouco por toda a zona sujeita à carga aplicada.

Comparativamente com os valores obtidos do material sem aditivos com o material composto por fibra de vidro e resina é possível verificar que há uma enorme diferença no que diz respeito à sua resistência mecânica. Também se notou um aumento significativo em relação ao peso, que, quando analisado percentualmente se verifica ser variável devido à quantidade de resina aplicada em cada camada de fibra.

4.6.3 Ensaio #3: Resina de colofónia.

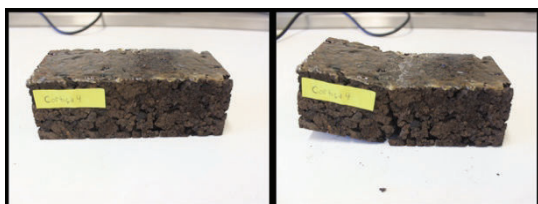
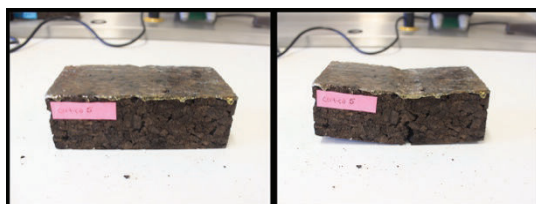
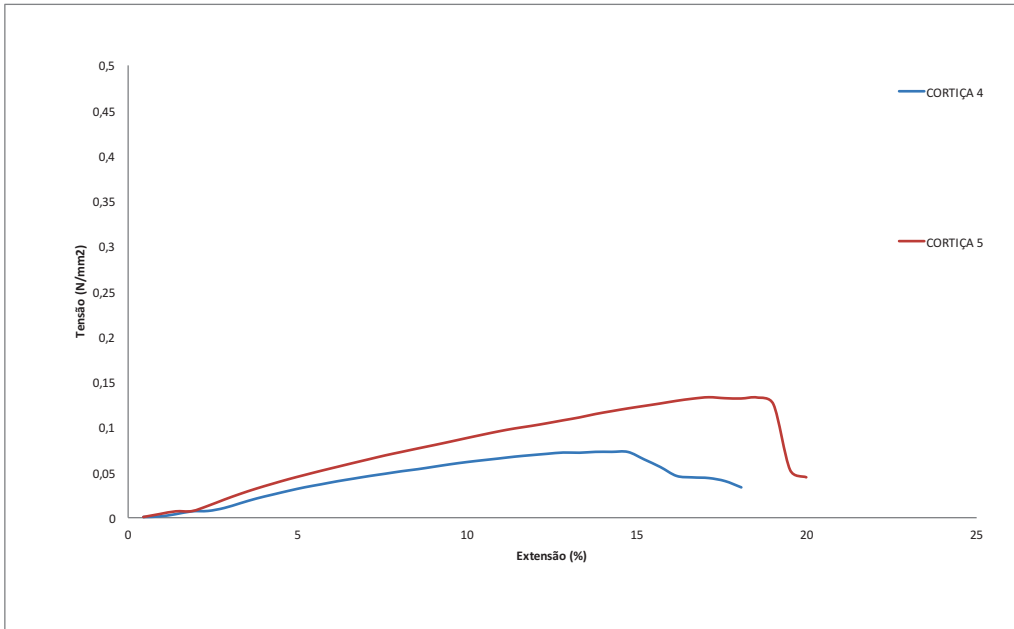
RESINA DE COLOFÓNIA					
CORTIÇA 4		14/05/2015	CORTIÇA 5		14/05/2015
PROVETE	RESINA	CURA	PROVETE	RESINA	CURA
MATERIAL: Cortiça Standard	RESINA: Colofónia	Cura efetuada em ambiente fechado, fresco e seco durante aproximadamente uma semana.	MATERIAL: Cortiça MDF	RESINA: Colofónia	Cura efetuada em ambiente fechado, fresco e seco durante aproximadamente uma semana.
DIMENSÕES: 150x70x50 mm	REFORÇO:		DIMENSÕES: 150x70x50 mm	REFORÇO:	
PESO: 69 gr.	TEMPERATURA:		PESO: 82 gr.	TEMPERATURA:	
	QUANTIDADE:			QUANTIDADE:	
	APLICAÇÃO: Camada superficial aplicada numa das faces			APLICAÇÃO: Camada superficial aplicada numa das faces	
					
					

Tabela 3: Ensaio #3 - Resina de colofónia.

Após os resultados da cortiça natural (ponto de partida) e da cortiça combinada com fibra de vidro e resina epóxi (ponto de chegada) terem sido quantificados começou por se testar, quase por ordem cronológica das experiências elaboradas e provetes maquinados.

Neste caso, foram testados a cortiça expandida Standard e MDF apenas com resina de colofónia, aplicando uma camada bem reforçada em cada uma das faces.

Como se pode verificar com a leitura do gráfico, comparativamente com o ponto de partida houve de facto uma pequena melhoria, ainda que muito longe do ponto de chegada. Este aumento de resistência mecânica quase inexistente pode ser justificado pela má execução do teste, onde, em ambos os casos, a camada com resina foi testada na sua resistência à compressão e não na sua resistência à flexão.

Assim, a má colocação dos provetes (fruto de um erro involuntário) foi um fator determinante no mau desempenho da resina enquanto agente de reforço do material (cortiça expandida Standard e MDF).

Em comparação ao ponto de chegada, foi possível determinar que a resina de colofónia, ainda que só tenha sido aplicada numa das faces de ambos os provetes, revelou ser uma resina mais leve.

4.6.4 Ensaio #4: Resina de colofónia com fibra de coco.

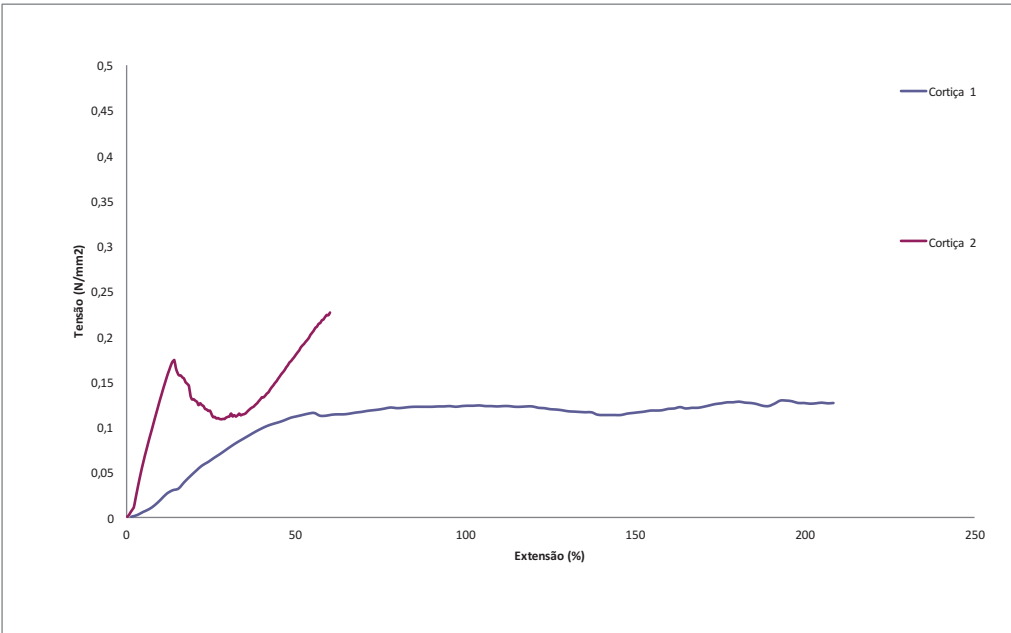
RESINA DE COLOFÓNIA + FIBRA DE COCO					
CORTIÇA 1		25/04/2015	CORTIÇA 2		25/04/2015
PROVETE	RESINA	CURA	PROVETE	RESINA	CURA
MATERIAL: Cortiça Standard DIMENSÃO S: 151X52.6X719.2 mm PESO:	RESINA: Colofónia REFORÇO: Fibra de coco TEMPERATUR A: 140º QUANTIDADE : APLICAÇÃO: Laminado	Cura efetuada a ar livre em temperatura ambiente durante aproximadamente 24h	MATERIAL: Cortiça MDF DIMENSÃO S: 150x70x50 mm PESO:	RESINA: Colofónia REFORÇO: Fibra de coco TEMPERATUR A: 140º QUANTIDADE : APLICAÇÃO: Laminado duplo	Cura efetuada a ar livre em temperatura ambiente durante aproximadamente 24h
					

Tabela 4: Ensaio #4 - Resina de colofónia com fibra de coco.

Para o presente ensaio mecânico, e já com um pequeno feedback das capacidades e propriedades da resina de colofónia enquanto ligante, mas também elemento de reforço estrutural foram testados provetes combinando a mesma com fibras naturais, neste caso a fibra de coco.

Ao contrário de todos os testes efetuados anteriormente foi utilizada uma morfologia diferente no que diz respeito à maquinação dos provetes para este momento. Tendo sido testada uma solução baseada em laminados com o objetivo de perceber o comportamento da cortiça quando reforçada no seu núcleo estrutural.

Como se pode comprovar na leitura do gráfico verifica-se imediatamente um aumento significativo no que diz respeito à elasticidade dos provetes, onde os valores de extensão estão bem acima do ponto de partida. Este aumento é mais significativo no caso da “cortiça 1” o que pode ser compreendido pelo facto de ter sido utilizada uma maior quantidade de resina.

Em relação ao comportamento de resistência mecânica em si, verifica-se também um aumento substancial, não tão significativo como na extensão, mas ainda assim acima dos valores obtidos no ponto de partida e nos ensaios com provetes apenas reforçados com resina de colofónia.

Um outro fator interessante tem a ver com o facto de, na altura do primeiro momento de rotura, o provete voltar a oferecer resistência mecânica. Este fenómeno pode ser verificado com mais detalhe no caso do provete “cortiça 2” uma vez que se trata de um laminado duplo.

No geral o comportamento das fibras de coco ofereceu um bom feedback enquanto material de estrutural, e foi possível verificar que a resina de colofónia (que ainda não havia sido testada à flexão) era também um material com algumas potencialidades de implementação para um compósito natural futuro, principalmente pelos valores de elasticidade oferecidos.

Obviamente, quando comparados com o ponto de chegada, os resultados obtidos nesta fase de testes são ainda uma realidade longínqua daquilo que é pretendido.

4.6.5 Ensaio #5: Resina epóxi convencional com fibra de coco.

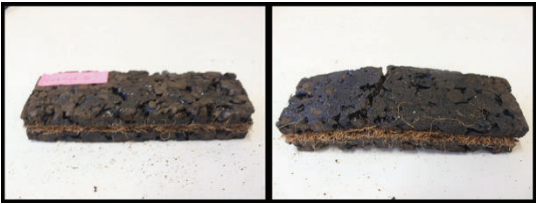
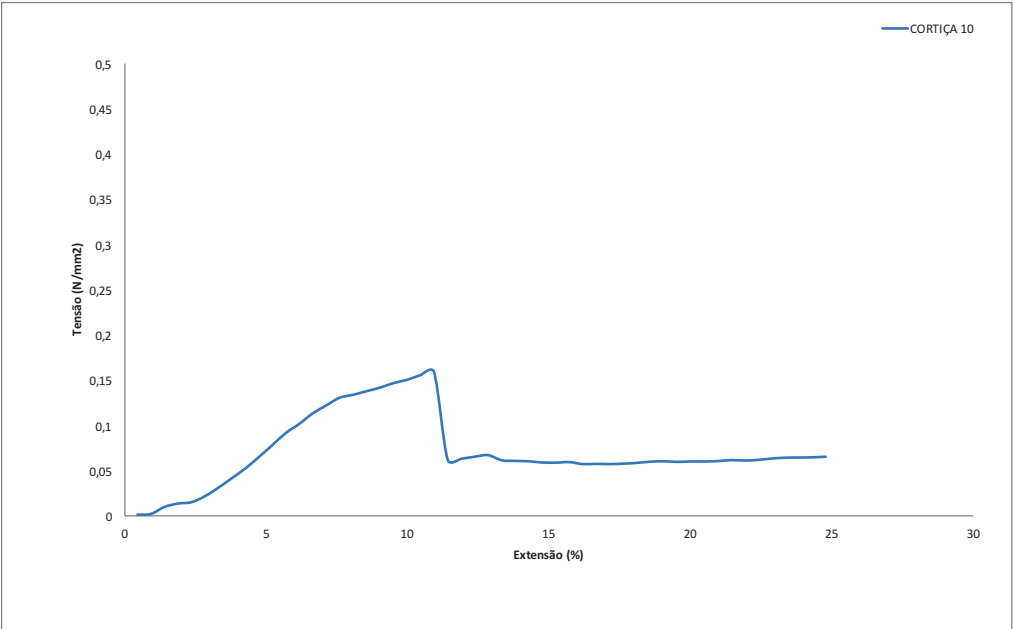
RESINA EPÓXI CONVENCIONAL + FIBRA DE COCO		
CORTIÇA 10		14/05/2015
PROVETE	RESINA	CURA
MATERIAL: Cortiça expandida standard DIMENSÕES: 150x50x25 mm PESO: 55 gr.	RESINA: Epóxi convencional ADITIVOS: Fibra de coco TEMPERATURA: QUANTIDADE: APLICAÇÃO: Laminado	O provete esteve prensado por grampos durante aproximadamente 5 horas e foi depois deixado em cura em temperatura ambiente durante 24h
		
		

Tabela 5: Ensaio #5 - Resina epóxi convencional com fibra de coco.

Foi ainda testado um provete, utilizando a fibra de coco, mas desta vez reforçando o material e ligando os elementos com resina epóxi convencional.

O objetivo do ensaio realizado era perceber até que ponto a troca de uma resina natural como a colofónia por uma resina bem mais capaz em termos mecânicos como a epóxi iria apresentar valores com muita ou pouca discrepância.

Os resultados também iam, por um lado, fazer com que a fibra de coco fosse ou não descartada de um leque de opções futuras para a elaboração de uma solução final.

Após o teste foi então possível verificar através da leitura do gráfico que quando comparado com provetes anteriores, o provete “cortiça 10” ficou muito aquém daquilo que era esperado, isto porque em termos de percentagem, e partindo do princípio que estava a ser utilizada a mesma resina que foi utilizada nos provetes que definiram o ponto de chegada, o aumento entre a esta resina e a de colofónia foi quase inexistente.

A quebra do material no seu momento de rotura foi também mais brusca o que pode ser explicado com a junção de uma resina que endureceu a fibra em demasia, fazendo com que a mesma se acabasse por tornar frágil, visto que a estrutura dos fios fibrosos era bastante fina.

Todos estes fatores foram determinantes para perceber que a fibra de coco, pelo menos quando utilizada desta forma (sem estar previamente prensada numa espécie de camada), não era a solução ideal para reforçar a cortiça.

4.6.6 Ensaio #6: Resina de colofónia com fibra de linho.

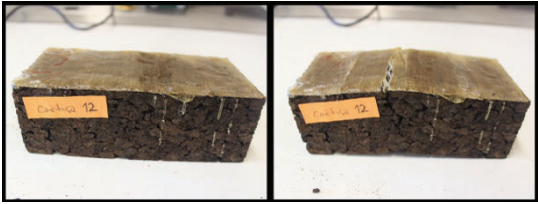
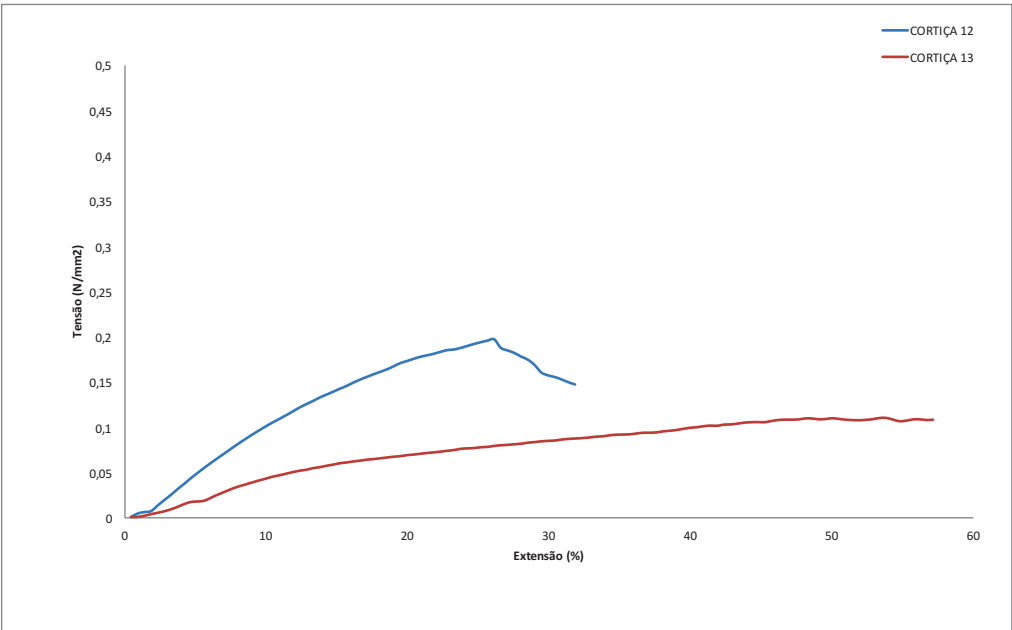
RESINA DE COLOFÓNIA + FIBRA DE LINHO					
CORTIÇA 12		14/05/2015	CORTIÇA 13		14/05/2015
PROVETE	RESINA	CURA	PROVETE	RESINA	CURA
MATERIAL: Cortiça MDF DIMENSÕES: 150x70x50 mm PESO: 93 gr	RESINA: Colofónia REFORÇO: Fibra de linho linear TEMPERATURA: 140º QUANTIDADE: APLICAÇÃO: Uma camada de fibra aplicada numa das faces	Cura efetuada em ambiente fechado, fresco e seco durante aproximadamente uma semana.	MATERIAL: Cortiça MDF DIMENSÕES: 150x70x25 mm PESO: 40 gr	RESINA: Colofónia REFORÇO: Fibra de linho multidirecional TEMPERATURA: 140º QUANTIDADE: APLICAÇÃO: Uma camada de fibra aplicada numa das faces	Cura efetuada em ambiente fechado, fresco e seco durante aproximadamente uma semana.
					

Tabela 6: Ensaio #6 - Resina de colofónia com fibra de linho.

Para os presentes testes às propriedades resistentes e de deformabilidade do material foram utilizados dois provetes combinados com resina de colofónia e fibra de linho.

O principal objetivo ao substituir a fibra de coco pela fibra de linho seria perceber até que ponto o material poderia ser considerado para uma futura implementação na solução final, visto que apenas existiam pequenas amostras e que limitaram um pouco a maquinação de mais provetes do que aqueles pretendidos.

Nesse sentido, foram testadas duas fibras de linho distintas, uma com o alinhamento das fibras perpendiculares ao eixo longitudinal do provete e uma outra com um alinhamento multidirecional. Ambas as fibras possuíam gramagens diferentes sendo que a utilizada no provete “Cortiça 12” teria uma gramagem superior comparativamente com a utilizada no provete “Cortiça 13”.

Neste momento a cortiça expandida Standard já tinha sido descartada, partindo do princípio que a sua única vantagem (leve) em relação às outras densidades não justificava a perda significativa em termos de resistência mecânica.

Após a execução dos testes foi possível verificar novamente que a utilização da resina de colofónia aumentou significativamente os valores da extensão em percentagem do material.

Em relação aos resultados de tensão, verificou-se que houve resultados muito positivos em comparação com o ponto de partida, ponto de chegada e todas as outras soluções testadas anteriormente. Isto deve-se com o facto de, por exemplo, no caso do provete “Cortiça 13”, apesar de os valores de tensão serem abaixo de outras alternativas já testadas o provete chegou ao final do teste sem danificar e sem sofrer qualquer tipo de rutura, onde a combinação de todos os materiais permitiu a conceção de um compósito altamente elástico.

Já no caso do provete “Cortiça 12”, apesar da sua extensão ser reduzida (o que pode ser compreendido pelo alinhamento das fibras de linho) os seus níveis de tensão foram bastante positivos, e chegaram a valores já

mais realistas quando comparados com o ponto de chegada. De salientar que neste caso houve ponto de cedência do material devido a um rasgo da fibra de linho e não uma quebra na sua totalidade.

4.6.7 Ensaio #7: Resina epóxi convencional com fibra de linho.

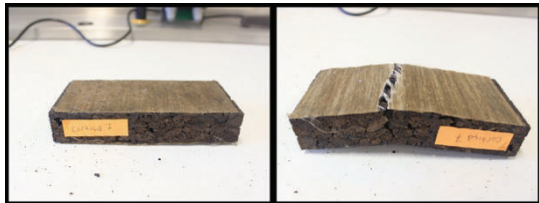
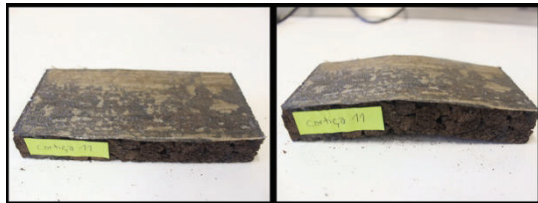
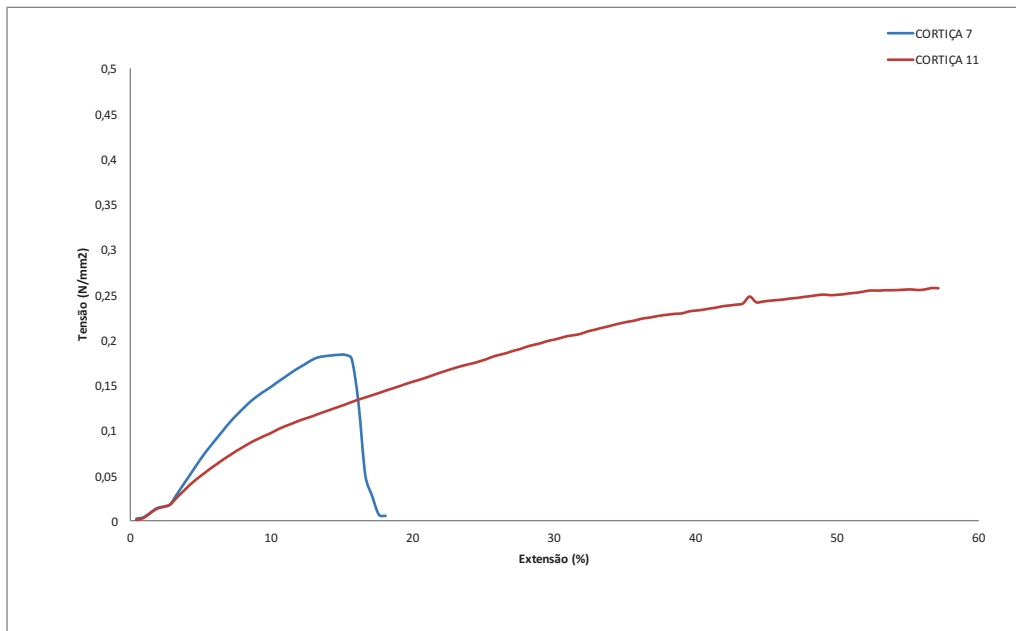
RESINA EPÓXI CONVENCIONAL + FIBRA DE LINHO					
CORTIÇA 7		14/05/2015	CORTIÇA 11		14/05/2015
PROVETE	RESINA	CURA	PROVETE	RESINA	CURA
MATERIAL: Cortiça MDF	RESINA: Epóxi	A cura foi feita em ar livre com exposição solar durante aproximadamente 5 horas.	MATERIAL: Cortiça MDF	RESINA: Epóxi	A cura foi feita em ar livre com exposição solar durante aproximadamente 5 horas.
DIMENSÃO S: 150x70x25 mm	REFORÇO: Fibra de linho linear		DIMENSÃO S: 150x70x25 mm	REFORÇO: Fibra de linho multidirecional	
PESO: 50 gr	TEMPERATURA: A:		PESO: 41 gr	TEMPERATURA: A:	
	QUANTIDADE:			QUANTIDADE:	
	APLICAÇÃO: Uma camada de fibra aplicada numa das faces			APLICAÇÃO: Uma camada de fibra aplicada numa das faces	
					
					

Tabela 7: Ensaio #7 - Resina epóxi convencional com fibra de linho.

Como tinha sucedido nos testes elaborados com as experiências resultantes da cortiça expandida combinada com fibra de coco, também para as experiências de fibra de linho foram testados dois provetes utilizando a resina epóxi convencional. Este processo baseou-se basicamente nos mesmos princípios que no caso anterior, isto é, houve necessidade de compreender o desempenho das fibras com uma resina mais responsiva do ponto de vista mecânico, de modo a perceber se o material fibroso seria ou não viável para implementação numa futura solução final. Principalmente neste caso seria feita uma prova final entre os dois tipos de fibra (uma com alinhamento das fibras numa única direção e uma outra fibra com alinhamento multidirecional) com o propósito de definir qual a estrutura fibrosa ideal.

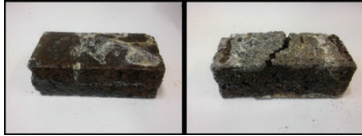
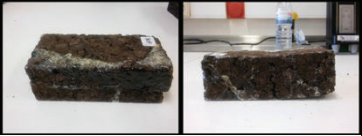
Para o efeito foram então testados dois provetes em cortiça expandida MDF, desta vez com áreas exatamente iguais. Como se pode verificar na leitura do gráfico, e ao contrário do que sucedeu nos ensaios com resina de colofónia houve uma melhor resposta mecânica em termos de tensão por parte do provete “Cortiça 11” quando comparado com o provete anterior “Cortiça 13”, mantendo ainda os valores de extensão. Quando comparados os provetes “Cortiça 7” e “Cortiça 11” percebe-se, de igual forma, que ao contrário do que sucedeu nos ensaios com resina de colofónia, a fibra de linho com estrutura multidirecional mostrou ser mais capaz quanto às suas propriedades resistentes e de deformabilidade.

Como se comprova pelas figuras dos respetivos provetes, verifica-se que, tal como sucedido anteriormente, o provete “Cortiça 11” apesar de ter sofrido algumas deformações elásticas não chegou a um ponto de rutura, enquanto no caso do provete “Cortiça 7”, se proporcionou um rasgo na fibra originando uma deformação plástica em ambos os materiais (fibra e cortiça).

Conclui-se desta forma duas realidades, em primeiro lugar que a fibra de linho poderia ser de facto considerada como um substituto sério da fibra de vidro no que diz respeito à elaboração de uma solução final para um compósito natural. Em segundo lugar, foi possível verificar que o facto da fibra de linho utilizada no provete “Cortiça 11” possuir um alinhamento

estrutural das fibras multidirecional dava mais garantias em termos de tensão e extensão quando comparado com a fibra utilizada no provete “Cortiça 7”, que, curiosamente, se tratava de uma fibra com maior gramagem, sendo por isso mais pesada.

4.6.8 Ensaio #8: Impregnação por vácuo.

IMPREGNAÇÃO POR VÁCUO								
CORTIÇA 14			CORTIÇA 15			CORTIÇA 16		
18/06 /2015			18/06 /2015			18/06 /2015		
PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA
MATE RIAL: Cortiça Standard DIMEN SÕES: 150x70x50 mm PESO: 80,7 gr	RESINA: Colofónia REFORÇO: TEMPER ATURA: 130º - 140º QUANTI DADE: APLICAÇÃO: Impregnação por vácuo	Cura feita em temperatura ambiente durante 1 semana	MATE RIAL: Cortiça MDF DIMEN SÕES: 150x70x50 mm PESO: 96 gr	RESINA: Colofónia REFORÇO: TEMPER ATURA: 130º - 140º QUANTI DADE: APLICAÇÃO: Impregnação por vácuo	Cura feita em temperatura ambiente durante 1 semana	MATE RIAL: Cortiça MDF DIMEN SÕES: 150x70x50 mm PESO: 98,5 gr	RESINA: Epóxi convencional REFORÇO: TEMPER ATURA: QUANTI DADE: APLICAÇÃO: Impregnação por vácuo	Cura feita em temperatura ambiente durante 1 semana
								

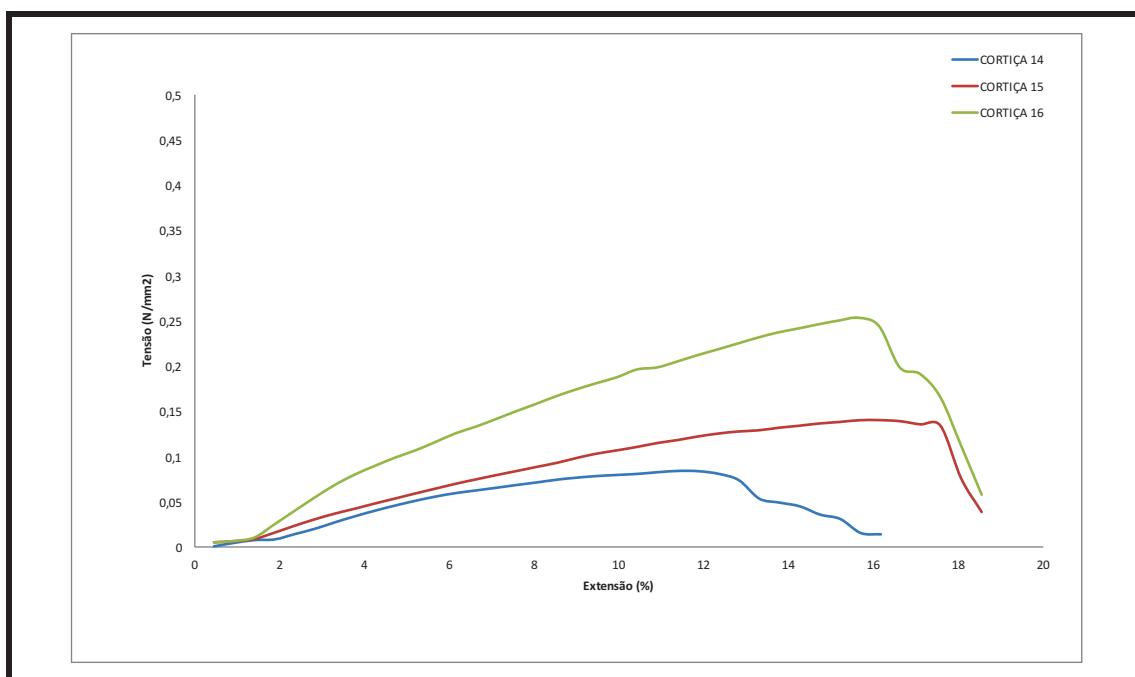


Tabela 8: Ensaio #8 - Impregnação por vácuo.

Para o presente ensaio houve uma abordagem diferente de tudo aquilo que até ao momento se tinha testado. Ou seja, até ao momento os testes de flexão tinham sido executados em provetes baseados em soluções de camadas de fibra com resina em formato de sanduiche ou laminados, neste caso foram testados três provetes impregnados com resina por vácuo.

O objetivo principal dos ensaios era o de perceber até que ponto se poderia tirar partido da porosidade do material de cortiça expandida de forma a reforçar toda a sua estrutura interna, visto que, na maior parte dos casos de estudo anteriores, em situações que a fibra não chegava a atingir um momento de rutura, a cortiça sofria sempre algum tipo de deformação plástica.

Para além disso, este ensaio à impregnação da resina por vácuo, poderia ainda dar respostas cruciais e finais em relação à resina de colofónia. Isto é, como se trata de uma resina bastante frágil e que tende a estalar com alguma facilidade quando submetida a uma força de compressão, houve a necessidade de verificar se, ao não estar submetida a um contacto direto com a carga exercida poderia ainda oferecer a mesma resistência mecânica, ou até melhor.

Para tal resolveu-se voltar a utilizar a cortiça expandida Standard, visto ser um material menos denso, ou seja, mais poroso, originando desta forma uma maior área a ser preenchida por resina no momento da sua impregnação.

Foram então testados três provetes em cortiça expandida, dois com cortiça MDF e um com cortiça Standard, sendo que um dos provetes estava impregnado com resina epóxi convencional, com o intuito de verificar as diferenças percentuais entre os dois tipos de resina, e perceber se seria um processo compensativo conforme os valores quantificados no final dos ensaios.

Como se pode verificar nas figuras de cada um dos provetes, apesar da pequena porosidade da cortiça, a impregnação da resina não se verificou na totalidade da área dos blocos de cortiça. Em termos de resultados numéricos, e quando comparados com os provetes de cortiça expandida sem aditivos (ponto de partida) verifica-se pela leitura do gráfico que, principalmente nos casos do provete “Cortiça 15” e do provete “Cortiça 16”, houve de facto um pequeno aumento nos valores de tensão de rotura. Já quando comparados entre si, percebe-se que em termos percentuais há uma grande diferença entre o provete com resina de colofónia e o provete com resina epóxi, sendo que neste último os valores de tensão de rotura quase duplicaram.

Contudo no caso do provete “Cortiça 14” não houve qualquer diferença assinalável do ponto de vista mecânico, mesmo tratando-se do provete onde foi utilizada a cortiça expandida mais porosa, o que deu para perceber que o processo de impregnação em si com a resina de colofónia não era capaz de trazer melhorias significativas, tendo em conta o processo em questão.

Nesse sentido, os testes efetuados e os resultados quantificados no final serviram para esclarecer que o processo de impregnação não trazia qualquer tipo de vantagem quando comparado, por exemplo, com soluções previamente testadas como nos laminados ou nos provetes em sanduiche. Também se chegou à conclusão que, apesar de algumas potencialidades interessantes do material em si e tudo aquilo que representava para a

investigação material, a resina de colofónia deveria ser descontinuada como uma solução viável para implementação de um futuro compósito natural, bem como a cortiça expandida Standard.

4.6.9 Ensaio #9: Resina epóxi ecológica (Entropy) com fibra de linho.

RESINA EPÓXI ECOLÓGICA (ENTROPY) + FIBRA DE LINHO									
CORTIÇA 18			20/07/2015	CORTIÇA 19		20/07/2015	CORTIÇA 20		20/07/2015
PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA	
MATE RIAL: Cortiça expandida HD	RESINA: Entropy (epóxi ecológica)	O provete teve uma cura em exposiçã o solar durante 5h e posteriormente foi mantida em repouso durante uma semana antes de efetuar o teste mecânico	MATE RIAL: Cortiça expandida HD	RESINA: Entropy (epóxi ecológica)	O provete teve uma cura em exposiçã o solar durante 5h e posteriormente foi mantida em repouso durante uma semana antes de efetuar o teste mecânico	MATE RIAL: Cortiça expandida HD	RESINA: Entropy (epóxi ecológica)	O provete teve uma cura em exposiçã o solar durante 5h e posteriormente foi mantida em repouso durante uma semana antes de efetuar o teste mecânico	
DIMEN SÕES: 150x50x2 5 mm	REFORÇ O: Fibra de linho com estrutura cruzada		DIMEN SÕES: 150x50x2 5 mm	REFORÇ O: Fibra de linho com estrutura cruzada		DIMEN SÕES: 150x50x2 5 mm	REFORÇ O: Fibra de linho com estrutura cruzada		
PESO: 71,4 gr.	TEMPER ATURA: QUANTI DADE: APLICAÇ ÃO: Uma camada de fibra		PESO: 65 gr.	TEMPER ATURA: QUANTI DADE: APLICAÇ ÃO: Uma camada de fibra		PESO: 60 gr.	TEMPER ATURA: QUANTI DADE: APLICAÇ ÃO: Uma camada de fibra		
× 			× 			× 			
CORTIÇA 21			20/07/2015	CORTIÇA 22		20/07/2015	CORTIÇA 23		20/07/2015
PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA	PROVE TE	RESINA	CURA	
MATE RIAL: Cortiça expandida HD	RESINA: Entropy (epóxi ecológica)	O provete teve uma cura em exposiçã o solar durante 5h e posteriormente foi mantida em repouso durante uma semana antes de efetuar o teste mecânico	MATE RIAL: Cortiça expandida HD	RESINA: Entropy (epóxi ecológica)	O provete teve uma cura em exposiçã o solar durante 5h e posteriormente foi mantida em repouso durante uma semana antes de efetuar o teste mecânico	MATE RIAL: Cortiça expandida HD	RESINA: Entropy (epóxi ecológica)	O provete teve uma cura em exposiçã o solar durante 5h e posteriormente foi mantida em repouso durante uma semana antes de efetuar o teste mecânico	
DIMEN SÕES: 150x50x2	REFORÇ O: Fibra de linho com estrutura		DIMEN SÕES: 150x50x2	REFORÇ O: Fibra de linho com estrutura		DIMEN SÕES: 150x50x2	REFORÇ O: Fibra de linho com estrutura		

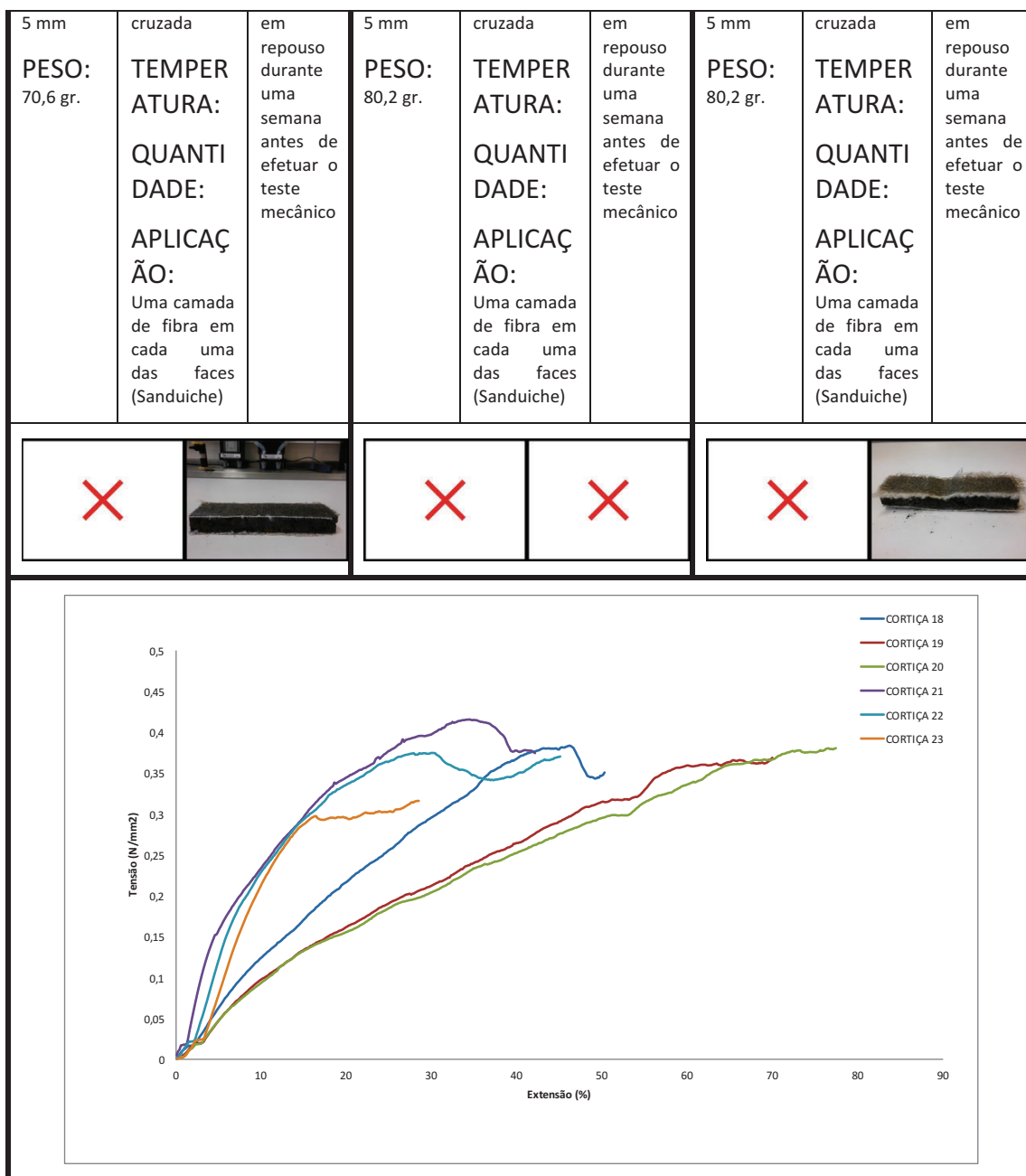


Tabela 9: Ensaio #9 - Resina epóxi ecológica (Entropy) com fibra de linho.

O presente ensaio consistiu numa série de novos materiais implementados nas experiências que ainda não haviam sido testados, como é o caso da cortiça expandida HD, de uma resina ecológica (marca Entropy) composta à base de óleos vegetais, e a fibra de linho com alinhamento estrutural entrelaçado (eixo vertical e horizontal) com maior gramagem que as fibras utilizadas anteriormente.

Os resultados finais e os resultados quantificados neste ensaio, representaram sem qualquer dúvida um grande avanço em termos de investigação material no que diz respeito às resistências mecânicas obtidas através do compósito natural composto maioritariamente por cortiça expandida.

Como se pode verificar na leitura do gráfico, no caso dos provetes “Cortiça 21”, “Cortiça 22” e “Cortiça 23”, comparativamente com os resultados obtidos nos provetes compostos por fibra de vidro e resina epóxi convencional (ponto de chegada) verificou-se um aumento, considerado significativo. Em relação ao ponto de partida e todos os outros ensaios levados a cabo, em termos de percentagem há um aumento de 3 – 4 vezes mais no que diz respeito aos valores de tensão e 2 vezes mais no que diz respeito aos valores de extensão.

Mesmo no caso dos provetes “Cortiça 18”, “Cortiça 19” e “Cortiça 20”, onde foi apenas aplicada uma camada de fibra de linho em cada uma das faces verificou-se que, comparativamente aos provetes anteriores onde foi aplicada fibra de vidro em ambas as faces (ponto de chegada), houve, ainda assim, um pequeno aumento no que diz respeito às propriedades resistentes e de deformabilidade do material.

De salientar que para este ensaio, a deformação plástica apenas se aplicou à cortiça expandida, sendo que em todos os provetes a fibra de linho não chegou a acusar rotura para além de deformações elásticas normais provocadas pela compressão adjacente ao tipo de teste efetuado. O que pode ser compreendido através de uma leitura do gráfico onde no momento de quebra se verifica uma passagem suave da zona de deformação elástica para a deformação plástica.

Em suma, após a finalização de todos os testes elaborados durante esta sessão de ensaios foi possível ultrapassar os valores de resistência mecânica do ponto de chegada a que se tinha proposto inicialmente.

4.7 CONCLUSÕES INTERMÉDIAS

Após um exaustivo processo de exploração, que foi divagando entre uma multiplicidade de materiais, foi possível concluir que:

- 1- Em primeiro lugar a importância em elaborar uma experimentação deste tipo, partindo do princípio que se trata de um projeto altamente complexo e que envolve demasiadamente o material. Por isso, de um ponto de vista interpretativo da matéria verificou-se que a fase experimental foi uma mais valia nesse sentido.
- 2- Em segundo lugar, pode-se afirmar que a persistência e continuidade de uso de materiais naturais e ecológicos foi talvez a premissa mais locomotora de todo o desenvolvimento (desde o ponto de partida, ao ponto de chegada). Assume-se esta ideia pois trabalhar com materiais que podem, no início de um desafio de projeto como este, parecer de difícil implementação acabaram por se tornar como veiculadores de uma pesquisa e investigação mais profunda, atenta e detalhada.
- 3- De um ponto de vista material, a consecutiva comparação de todos os compósitos naturais com materiais utilizados convencionalmente em compósitos estruturais foi determinante para definir o ponto de evolução durante toda esta fase.

Finalizando, e como se pode verificar na figura 34, é possível compreender (fazendo uma breve leitura do gráfico) o enorme salto que foi atingido desde a primeira experiência até à última.

Um salto que não se deu apenas quando comparado com os materiais com que se partia, isto é, a cortiça expandida (Standard, MDF e HD) mas principalmente um salto comparativamente ao objetivo da investigação.

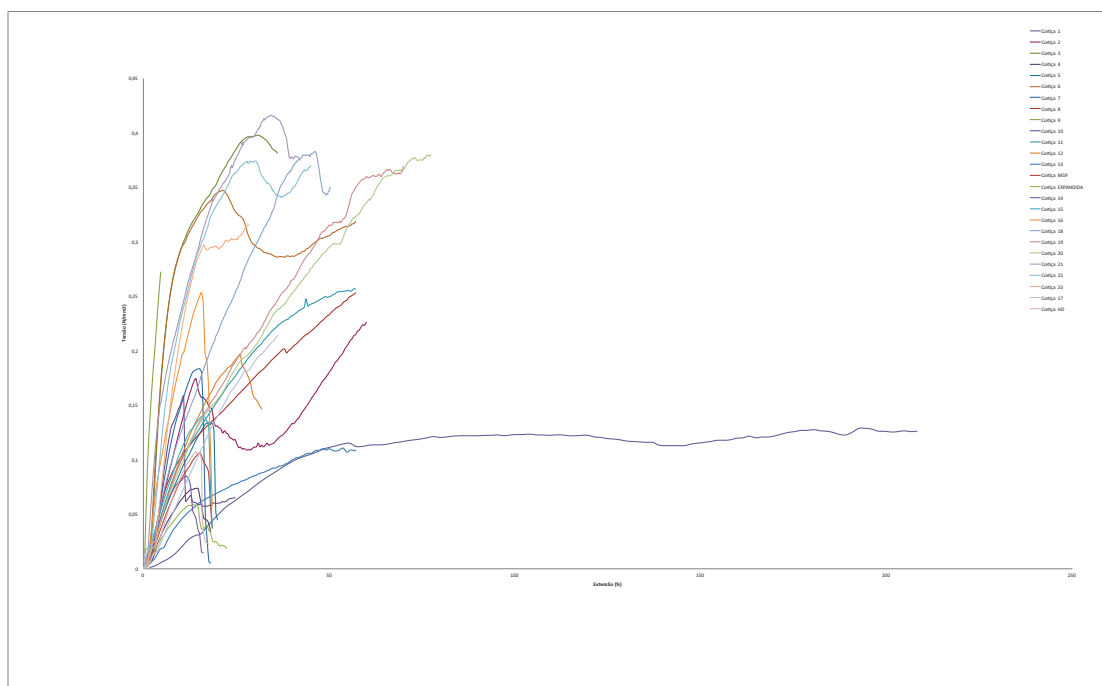


Figura 34: Gráfico representativo de todos os ensaios à flexão elaborados nos provetes e suas variantes desenvolvidos durante a fase de experimentação.

Após uma averiguação a todo o processo foi elaborada uma leitura para definir a solução a utilizar na materialização da prancha de surf. Esta leitura baseou-se maioritariamente em questões económicas e processuais/produtivas. Assim, alguns materiais foram descartados:

- 1- No caso da resina de colofónia identificou-se o problema de se tratar de uma resina cujo processo de sintetização era bastante complexo. Em primeiro lugar o rápido endurecimento surgia muitas vezes como um problema, no sentido em que a sua aplicação nunca era a mais precisa, mesmo utilizando álcool etílico para retardar este endurecimento os resultados eram sempre distintos. Também no resultado final da própria resina, após aplicação e cura, que demonstrou ser bastante incerta, tanto poderia resultar num acabamento com boas propriedades elásticas como num acabamento duro que estalava muito fragilmente. No geral a resina foi demonstrando estes sinais de inconstância, que apesar do seu valor altamente ecológico e sustentável se revelaram cruciais para a não seleção da resina.

2- No caso da fibra de coco, o material foi colocado de lado pois, mesmo devido a várias tentativas de implementação, a fibra nunca se foi adaptando a nenhuma das resinas. Revelou ser um material com algumas capacidades, principalmente estéticas, económicas e produtivas, mas não demonstrou a competência em termos de resistência mecânica que era pedida.

Desta forma foi escolhida a solução utilizada nos provetes “cortiça 18, 19, 20, 21, 22 e 23” onde foi utilizada uma malha de fibra de linho com alinhamento das fibras em dois eixos, combinando-a com a resina epóxi ecológica Entropy proveniente de uma das empresas contactadas durante a investigação. Esta escolha acabou por se tornar evidente uma vez que os provetes elaborados dentro desta solução apresentaram uma superioridade mecânica (em tensão e extensão) comparativamente aos provetes elaborados com epóxi convencional e fibra de vidro. Uma das razões desta escolha também se baseou nos custos mais reduzidos, quer da resina quer da fibra, quando comparados com os materiais convencionais.

Em relação à cortiça, a escolha recaiu sobre o bloco de cortiça expandida HD. Como se pode verificar no gráfico relativo apenas aos provetes de cortiça a cru a diferença mecânica entre HD e MDF foi quase inexistente, e em contrapartida a cortiça HD mostrou ser mais pesada que a MDF. Contudo, a escolha baseou-se no desempenho geral dos blocos quando combinados com os restantes materiais que formariam o compósito. Isto é, sendo a cortiça HD mais densa e, portanto, mais compacta em termos estruturais a zona de contacto era superior permitindo uma maior adesão das fibras e resina, resultando consequentemente num melhor desempenho do compósito final. Esta propriedade da cortiça HD em relação às restantes mostrou também vantagens de um ponto de vista produtivo, sendo que o bloco teria que ser maquinado através de um corte em CNC.

5 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

5.1 PREMISSAS PARA O DESENVOLVIMENTO E MATERIALIZAÇÃO DE UMA PRANCHA DE SURF EM CORTIÇA

No desenvolvimento e materialização da prancha de surf em cortiça expandida não se pretendia desenhar o produto de um ponto de vista morfológico, mas antes, desenhar o produto através do seu material. Esta premissa focou-se principalmente no facto de se tratarem de produtos sensíveis de um ponto de vista técnico e formal, cujos estudos se desenvolvem há mais de 50 anos. Para tal foi utilizado um sistema de escolha e seleção que se baseou no estudo de modelos de pranchas de surf já existentes no mercado, onde posteriormente seria aplicado o projeto do material que foi desenvolvido.

Também como premissa, de um ponto de vista produtivo, pretendia-se que a materialização e desenvolvimento da prancha se apoiasse em distintos setores empresariais, encontrando em cada um deles capacidades que fossem mais valias para o projeto e que ajudassem a transformar os constrangimentos em vantagens.

5.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O problema, neste caso, focava-se nos blocos de cortiça expandida. Não na cortiça expandida como material em si, mas no bloco em que era constituída, nesse sentido os blocos apresentaram-se como um problema inicial pois objetivava-se a materialização de uma prancha de surf com comprimentos superiores àqueles presentes nos blocos que foram disponibilizados pela empresa Amorim Isolamentos. Desta forma, para além do projeto do material, estaria também adjacente a capacidade técnica em materializar um bloco de cortiça expandida capaz de abranger (de um ponto de vista dimensional) todo projeto da prancha de surf.

5.3 CONFIGURAÇÃO FORMAL

5.3.1 1º MOMENTO: Elaboração do modelo da prancha de surf em CAD

A fase de elaboração do modelo 3D da prancha de surf foi determinante por duas razões. A primeira está relacionada com o facto de ter sido possível verificar o produto em si e perceber algumas características importantes como estrutura final e medidas gerais que permitiram conceber uma espécie de simulação do processo produtivo inerente ao projeto. Assim foi mais fácil estruturar todos os passos do processo e evitar um maior número de erros que pudessem em fases posteriores condicionar o avanço do projeto.

A segunda esteve claramente relacionada com a maquinaria dos blocos de cortiça, visto que sem o desenho CAD seria impossível qualquer tipo de corte em CNC e, portanto, não haveria um avanço neste sentido.

Assim para esta etapa, e como premissa de projeto, não havia o interesse em desenhar a prancha do zero, mas sim utilizar **como base** modelos existentes no mercado por se tratarem de produtos extremamente bem estudados e pensados do ponto de vista mecânico e hidrodinâmico. Foi nesse sentido que se utilizou o software “AKU Shape” (fig. 35).

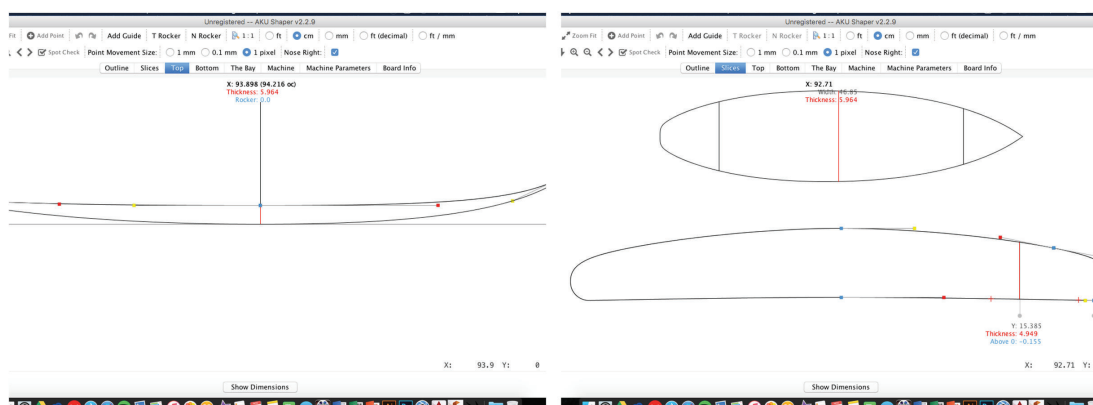


Figura 35: Imagens do software AKU Shape com o respetivo modelo de prancha selecionado.

O programa em questão permitiu selecionar a partir de uma vasta oferta de layouts um modelo *shortboard* que foi cuidadosamente modificado

apenas nos índices de espessura geral da prancha, visto que a cortiça expandida poderia apresentar dificuldades no momento da maquinação em CNC. O modelo de *shortboard* foi escolhido devido ao fator dos blocos de cortiça, isto é, partiu-se do princípio que cada bloco tinha as dimensões máximas de comprimento de 1 metro, e, portanto, o comprimento da prancha deveria andar próximo dos 1.80 metros, para também poder dar espaço de manobra para os encaixes e colagem dos blocos.

Após todas as pequenas modificações do modelo da prancha foram exportados os desenhos técnicos respetivos a cada secção de corte da prancha. Com estas secções o próximo passo passava pela utilização do software de modelação 3D, SolidWorks, para a transformação tridimensional das secções numa prancha de surf. Como se pode verificar na figura 36, todas as secções de corte da prancha foram colocadas na sua correta posição, criando um plano para cada uma das 58, após isso foi utilizado o comando “loft” para poder unir cada uma delas e assim gerar o sólido pretendido como pode também ser verificado na figura 36.

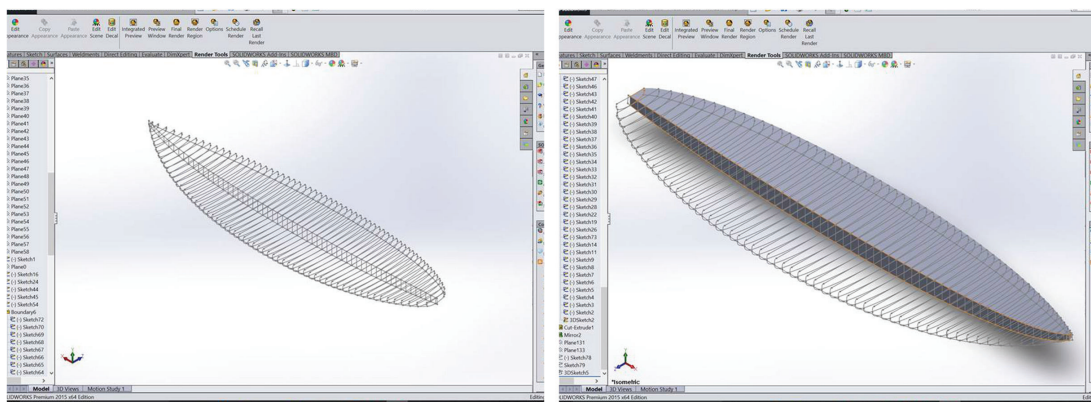


Figura 36: Imagens do software SolidWorks, onde foi idealizado o sólido da prancha de surf para posterior maquinação em CNC

Este modelo da prancha de surf foi o sólido que serviu de referencia para simular todas as restantes fases de projeto, bem como um facilitador de comunicação com a empresa que iria ficar responsável por toda a parte de maquinação em CNC.

5.3.2 2º MOMENTO: Preparação dos blocos de cortiça e maquinação da prancha de surf

Assim que toda a parte referente à modelação tridimensional do sólido da prancha de surf se concluiu passou-se para a parte prática e formal do produto. Para esta fase contou-se com o apoio da empresa ALTO (Porto) e com o a assistência técnica do engenheiro Rui Lourenço, detentor de um conhecimento exímio que se tornou fundamental para a elaboração de todas as etapas inerentes a esta fase da maquinação em CNC.

Esta fase esteve maioritariamente dividida em duas partes, uma referente à preparação dos blocos de cortiça e uma outra referente à maquinação final da prancha.

Para o início da preparação dos blocos era necessário fazer um desbastamento inicial á espessura de cada bloco de cortiça, este desbaste era essencial para possibilitar cortes que deveriam vazar todo o bloco numa fase posterior. Desta forma, os blocos foram antes de mais colocados dentro de uma esquadria (fig. 37) estabelecida pelo engenheiro Rui para que pudesse calcular todas as ações efetuadas no software “Autodesk Inventor” e “Power Mill”, foram igualmente fixados com cola quente para que não se movimentassem durante a fase de maquinação evitando desta forma qualquer falha geométrica (fig. 37).



Figura 37: Da esquerda para a direita, esquadria feita para alinhar os blocos de cortiça de acordo com o software e, régua de madeira fixada com cola quente para evitar movimentos desnecessários durante maquinação

Após estes pequenos ajustes foi então iniciada a primeira ordem de corte em CNC para o desbaste da altura de cada bloco (fig. 38), este desbaste, para além da função principal inerente, permitiu também nivelar o topo de cada um dos blocos tornando-os uniformes.



Figura 38: Desbaste dos blocos em cortiça expandida HD para permitir corte no eixo central a vaziar os blocos e também um nivelamento dos topos.

Após a conclusão desta etapa foi então a vez de preparar o corte no eixo central (sentido longitudinal) de ambos os blocos (fig. 39). O objetivo deste corte focava-se na implementação da longarina de madeira, elemento estrutural da prancha de surf cujo o objetivo é oferecer uma maior resistência à tração. A madeira utilizada foi a Padouk, uma madeira africana sem perigos de extinção, com uma tonalidade avermelhada e um cheiro muito característico. A seleção da madeira foi feita com o conhecimento do Sr. Eleazar, que através dos requerimentos mecânicos que eram precisos para a longarina escolheu a Padouk. A tira de madeira foi facultada sem qualquer tipo custo pela empresa Madeiviana (Viana do Castelo).



Figura 39: Imagens do corte central (eixo longitudinal) em ambos os blocos de cortiça.

Sucedeu-se a fase de maquinação dos dentes de encaixe dos blocos, que iria permitir colar os dois blocos entre si, tornando-o num só bloco para posterior maquinação final. Os dentes de encaixe foram um elemento que contou com o conhecimento do engenheiro Rui Lourenço, visto que a sua primeira idealização em 3D permitiu que se identificassem alguns problemas que não foram percecionados num primeiro momento. Assim a solução para os dentes de encaixe foi revista juntamente com o engenheiro Rui chegando à conclusão de que deveria ser simplificada. Assim os cortes foram feitos no eixo do Z, visto que a curvatura da prancha poderia ser um problema caso os encaixes fossem feitos noutro eixo. Ao todo foram maquinados dois encaixes do tipo macho e outros dois tipo fêmea como se pode verificar na figura 40.



Figura 40: Maquinação de dentes de encaixe para unir blocos de cortiça.

Após a maquinação de todos os encaixes os blocos foram juntos e testados para fazer uma verificação da precisão do encaixe, percebeu-se que

havia ainda pequenas falhas devido às arestas suavemente arredondadas pela broca utilizada para o corte. Assim foi necessário lixar manualmente as arestas (fig. 41) afetadas por este fenómeno de forma a possibilitar um encaixe perfeito.

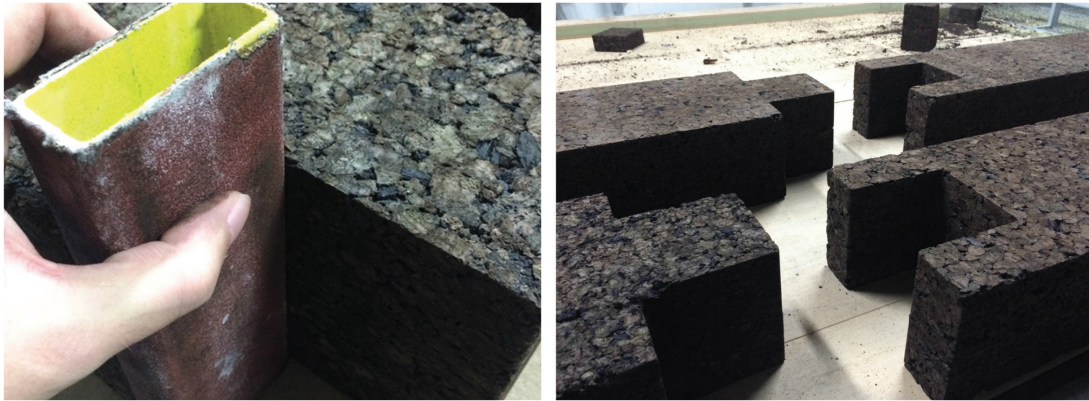


Figura 41: Arestas dos dentes de encaixe a serem lixadas para permitir um encaixe perfeito entre blocos.

Concluída esta fase, foi então a vez de aplicar a longarina de madeira no eixo central dos blocos, para a colagem dos encaixes e da longarina foi utilizada uma cola branca resistente á água da marca “Elmer’s Carpenter’s”. Após a aplicação da cola em todas as zonas de contacto e elementos a colar foi tudo prensado com grampos nas zonas laterais, e alguns pesos na parte superior, para evitar que, com a pressão exercida, os blocos curvassem ou levantassem de forma indesejada (fig. 42).



Figura 42: Colagem de blocos de cortiça juntamente com longarina, prensados com grampos.

Assim, a fase de preparação dos blocos a serem utilizados para a maquinação final da prancha de surf estava quase concluída. O último passo

consistiu no desbaste da longarina (fig. 43), cuja altura era superior aos blocos de cortiça, este desbaste foi feito para evitar qualquer quebra do material durante o corte, visto que esta parte estava exposta uma vez não prensada com os blocos de cortiça que serviriam como bloqueio de qualquer vibração originada pelas rotações da broca. Esta fase também consistiu na marcação de uma esquadria no bloco de cortiça (fig. 43) para permitir averiguar a correspondência do corte em CNC com o desenho CAD do modelo da prancha, garantindo a precisão da maquinação final.



Figura 43: Da esquerda para a direita, desbaste da longarina e, marcação de esquadria no bloco de cortiça preparado.

Estava assim terminada a fase de preparação dos blocos, tudo acabou por ficar como esperado o que resultou num bloco uniforme e consistente. Acima de tudo esta fase foi determinante para perceber, principalmente, duas coisas. Por um lado, o facto de acompanhar todo o processo da fase de produção é muitas vezes necessário, pois como aqui se verificou, poderão surgir pequenos problemas que devem ser resolvidos em conjunto (o designer e a indústria). Por outro lado, foi possível perceber, através do processo que se foi desenvolvendo, que os blocos que foram pedidos à empresa Amorim Isolamentos, poderiam ter outras dimensões evitando a necessidade de cortar os blocos ou desbasta-los. Assim, para uma possível próxima prancha de surf, o acompanhamento e interpretação que foram feitos durante esta fase, foram fundamentais para melhorar o processo produtivo deste produto.

No desenvolver da maquinação final da prancha, o processo foi dividido em duas partes, em que cada uma estaria relacionada com a maquinação da

parte superior e inferior da prancha, respetivamente. Deu-se prioridade em avançar com o corte inferior pois seria mais fácil, de um ponto de vista geométrico e prático, reposicionar o bloco aquando a maquinação do segundo corte.

Assim a maquinação da parte inferior baseou-se em duas passagens, uma de desbastamento e uma outra de acabamento (fig. 44). A fase de desbastamento consistiu num corte preciso, mas principalmente rápido no que diz respeito à maquinação do modelo da prancha e o corte de acabamento resultou num corte mais lento com uma broca mais fina o que resultou num primeiro lado da prancha totalmente liso como se pode comprovar na figura 44 à direita.



Figura 44: Da esquerda para a direita, corte de desbaste e, parte inferior da prancha após corte de acabamento.

Como se verifica na imagem à direita da figura 44, foi deixada uma pequena margem à volta da zona de corte da prancha, esta margem serviu de apoio para assentar num negativo da forma maquinada. O negativo, ou molde (fig. 45), foi maquinado com materiais que seriam desperdiçados pela empresa ALTO, foram utilizados dois pedaços de poliuretano e um de polistireno.

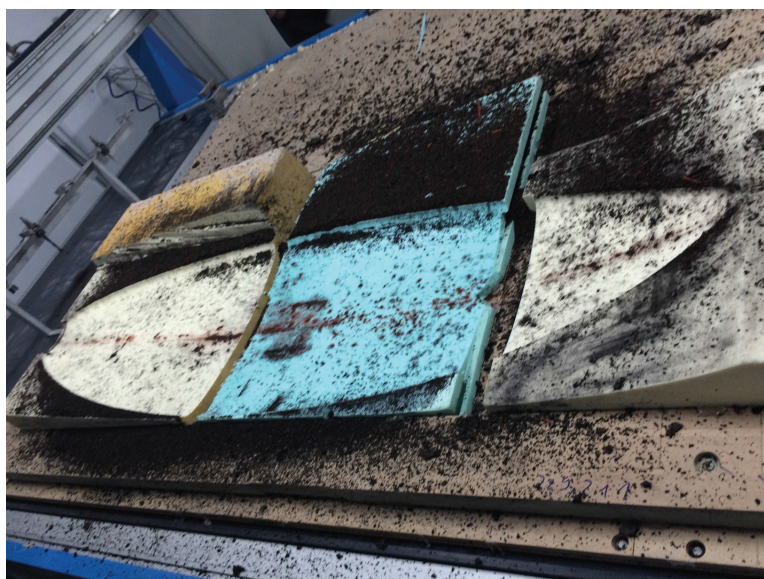


Figura 45: Negativo, ou molde, da parte inferior da prancha de surf. Utilizado para apoiar o bloco durante a maquinação da parte superior.

O negativo idealizado serviu para que, aquando a maquinação da parte superior da prancha, fosse possível obter referências geométricas no software utilizado para o corte. Estas referencias permitiram, após o corte do segundo lado (fig. 46), uma coerência entre os dois lados, resultando num produto final simétrico e coerente.

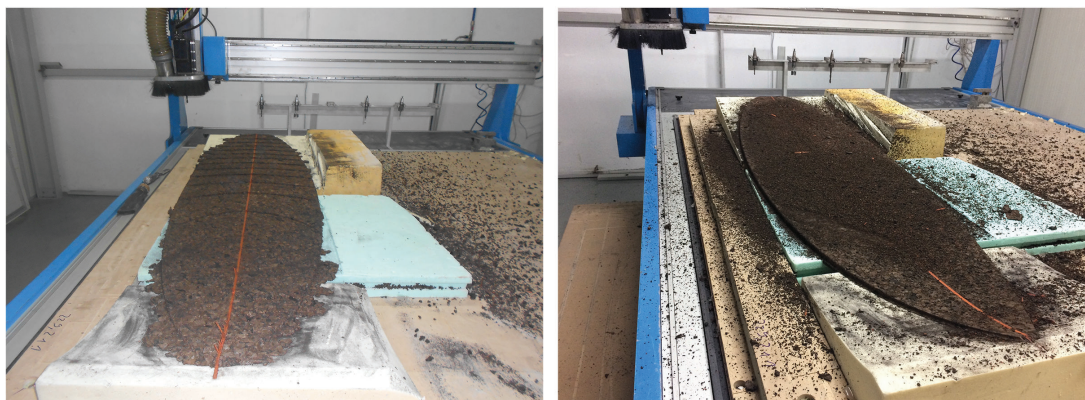


Figura 46: Imagens da segunda fase da maquinação da prancha, referentes à parte/lado superior.

Estava assim concluída toda a fase referente à preparação de blocos e posterior transformação dos mesmos na prancha de surf em cortiça (fig. 47). Todo este processo foi possível devido ao conhecimento do engenheiro Rui Lourenço, que se tornou fundamental para a materialização desta parte do

produto. Todo o acompanhamento que foi feito durante um processo longo e complexo, possibilitou perceber certas dinâmicas empresariais que se tornam, no futuro, uma mais valia para um projeto deste tipo.



Figura 47: Resultado final da fase de maquinação em CNC da prancha de surf em cortiça

5.3.3 3º MOMENTO: Acabamentos finais da prancha (shape)

Após a segunda fase de produção, referente à preparação dos blocos de cortiça em CNC, finalizava-se o processo final de materialização com os acabamentos finais da prancha.

De salientar que para esta fase se contou com a ajuda e experiência (no âmbito das fibras de vidro e resinas epóxi) do shaper⁷³ Chicco Russo, natural da Póvoa de Varzim.

Esta terceira e última fase consistia em 3 ordens de trabalho diferentes que deveriam resultar na forma final do protótipo.

Assim, o primeiro momento consistiu num processo de lixagem do bloco de cortiça proveniente da maquinação em CNC. Esta tarefa pretendia confeir dois aspetos importantes. Por um lado, de um ponto de vista performativo primário, ou seja, o bom desempenho da prancha na água, pretendiam-se validar características e propriedades hidrodinâmicas. Sendo que para esta

⁷³ O shaper é muitas vezes associado a um artesão, sendo que neste caso específico se trata do especialista em produção de pranchas de surf. Em suma, refere-se ao profissional que tem a capacidade de desenvolver pranchas por medida (adequadas e inseridas a contextos específicos)

fase o *nose* e *tail* da prancha foram cuidadosamente lixados tornando-se mais orgânicos e fluídos, bem como todas as arestas do eixo longitudinal do protótipo final. Por outro lado, este momento de acabamento, também se fazia para que fossem removidas quaisquer irregularidades à superfície do bloco de cortiça para que na altura de aplicação da fibra de linho e da resina houvesse uma maior zona de contacto e um melhor desempenho performativo, do ponto de vista material.

Seguidamente, passava-se ao momento de aplicação dos materiais escolhidos na fase experimental, referentes à fibra de linho natural e resina epóxi ecológica. Este momento seria um dos mais importantes para a obtenção de resultados futuros positivos, sendo que foi, principalmente, nesta fase que se ganhou com a colaboração do shaper Chicco Russo. A aplicação de materiais consistiu em duas partes, a aplicação da fibra e resina na parte inferior da prancha e, posteriormente, na parte superior.



Figura 48: Aplicação de fibra de linho na parte inferior do protótipo final.

Como se pode verificar na figura 48, a aplicação dos materiais consistia em colocar o manto de fibra em cada uma das faces da prancha, posteriormente este manto era recortado gerando um *outline* idêntico à forma geral da prancha. Após esta ação a fibra era esticada o máximo possível e só depois era utilizada a resina.

Em relação à resina, a sua utilização era feita de forma controlada, mas ao mesmo tempo aleatória, uma vez que se tratava de um material poroso e com irregularidades em termos de estrutura (a cortiça expandida) sendo que em algumas partes haveria maior absorção de resina por parte do material. Contudo, de forma geral, a resina era colocada duas vezes, uma primeira camada para preencher as tais porosidades do material e fazer com que houvesse adesão entre a fibra e a cortiça expandida. Com a segunda camada pretendia-se a impermeabilização da prancha, de forma a que não houvesse qualquer tipo de penetração líquida o que iria condicionar o desempenho do equipamento desportivo a longo prazo, condicionando também o seu peso. Desta forma, a aplicação da fibra ocorreu dentro da normalidade, tendo sido concluída de forma bastante positiva.

Finalmente, o último momento consistiu na materialização e aplicação das quilhas. Nesta fase tirou-se partido do vasto conhecimento e experiência do shaper para que fosse possível desenvolver quilhas específicas para o projeto da prancha. Isto é, inicialmente tinha-se considerado utilizar umas quilhas já existentes no mercado (em madeira ou bioplástico), contudo, foi-nos possível, efetivamente, desenvolver umas quilhas em madeira com a ajuda do Chicco Russo. Para tal foram utilizadas folhas de madeira e resina, onde, através de um molde de fibra de vidro foi possível concluir o processo.



Figura 49: Implementação das quilhas de madeira no protótipo final.

Como se pode verificar através da figura 49, após a materialização das quilhas, passou-se para uma fase de implementação. Ao total foram materializadas 3 quilhas, para permitir um maior manuseamento da prancha em condições de serviço. Em relação à implementação final ela foi feita de uma forma tradicional, ou seja, ao contrário daquilo que se verifica atualmente, onde são colocadas pequenas calhas com uma reentrância para depois aparafusar a quilha, neste caso houve uma implementação direta das quilhas. Esta aplicação direta consiste numa pequena marcação na parte inferior da prancha (referente ao local onde deverão ser aplicadas as quilhas) e posteriormente a quilha é implementada utilizando fibra de linho e resina, de forma a que haja uma maior resistência mecânica e um melhor desempenho. De salientar que esta solução foi sugerida pelo shaper, que conta já com mais de 30 anos de experiência no âmbito.

6 IMAGENS PROTÓTIPO FINAL



Figura 50: Protótipo final após primeiro teste em condições de serviço.

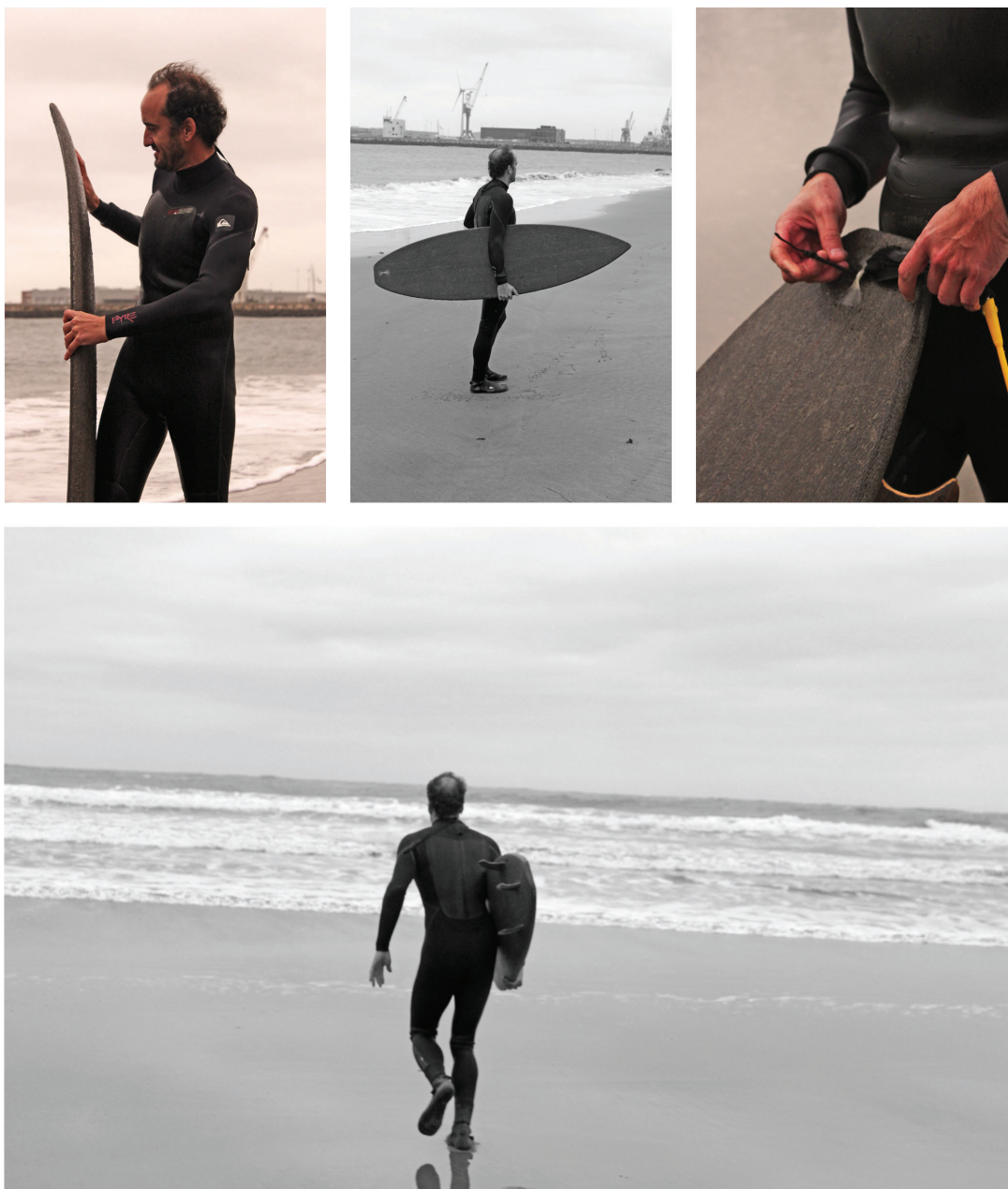


Figura 51: João Zamith em interação com o protótipo final. Durante primeiro teste performativo da prancha em condições reais.

7 CONCLUSÃO

Ao longo de todo o desenvolvimento da tese foi possível apreender uma série de deduções fundamentais inerentes a todos os âmbitos em que a tese se foi entranhando. Muitas vezes as coisas apenas podem ser compreendidas quando se inserem num determinado contexto, seja qual for. Nesse sentido, para que a utilidade do design que se foi manifestando ao longo deste extensivo trabalho de investigação seja corretamente interpretada, existe a necessidade de abordar dois grandes contextos. Estes contextos revelaram-se como um ponto de partida que deve ser encarado de forma inteligente e estratégica, não só no caminho que seguiu esta tese, mas também no mundo atual do projeto.

O primeiro grande contexto que envolve e sustenta todo o trabalho desenvolvido é a sustentabilidade, que em pleno séc. XXI surge como um tema de referência na sociedade atual. É precisamente no design que se tem vindo a procurar respostas face a esta problemática, quer tanto de um ponto de vista produtivo como ecológico. Desde o início em que se começou o trabalho de investigação até ao seu momento final foi possível findar que esta renovada consciencialização – acerca da sustentabilidade – foi tomando posse, de forma muito natural, do projeto. Sem dúvida que definiu algumas escolhas que foram tomadas em detrimento de outras, mas que acima de tudo comprovou que o design deve agir como sendo a mudança que queremos ver no mundo.

O segundo grande contexto que foi pertinentemente esmiuçado envolve o setor da indústria corticeira e tudo aquilo que ela representa. Ao elaborar o projeto foi possível aprofundar conhecimentos acerca do valor e importância que este setor tem representado, sobretudo em Portugal. A cortiça tem sido, desde a sua existência, um material extraordinário e, portanto, durante o desenvolvimento e materialização do projeto foi-lhe dada a sua merecida atenção, de forma que fosse enaltecida (mais ainda) a sua identidade. No fundo, a conclusão mais óbvia que se pode retirar quando analisado o setor da indústria da cortiça em Portugal é que, as oportunidades e os espaços para inovação e criatividade são imensos, e como tal devem ser

aproveitados. O design deve então agir como uma ponte cognitiva entre a indústria da cortiça e a criatividade do projetista para que se traduza em inovação os valores capacitativos deste material.

Neste sentido, quando combinados estes dois grandes contextos, verificamos que, a imensa capacidade da nossa indústria da cortiça em abastecer as novas tendências e práticas sustentáveis é algo que deve ser aproveitado.

Esta investigação acompanhou o método do design, sendo uma disciplina que se baseia e se constrói através de processos, algo que é aberto e dinâmico e não fechado e estático. Assim, o design deve, em primeiro lugar, formular perguntas para só depois ser capaz de conferir respostas. Portanto, o método que foi utilizado ao longo da investigação envolveu, em determinadas fases, a necessidade em recorrer a métodos experimentais, experimentando o material. Chegou-se à conclusão de que, num projeto deste tipo – delicado, exigente e complexo –, o contacto direto com a matéria é imprescindível. As referências a autores como Schön, Cross, e Manzini aplicadas durante o processo experimental abriram uma nova capacidade de leitura e interpretação das propriedades intrínsecas dos materiais, abordando o fator de tentativa-erro como vantagens para o avanço da investigação. Só assim se tornou possível potencializar a identidade do material catapultando-o para aplicações futuras, como é por exemplo o caso da prancha de surf.

Evidencia-se que projetar o material é, neste caso, uma realidade incontornável para o que se objetivou no início desta investigação, isto é, assume-se que o design – interpretado como método – deve ser capaz de identificar, na indústria, novos cenários produtivos. Isto pode ser alcançável por exemplo, utilizando materiais tradicionais e familiares aplicando-os em novos contextos produtivos, acrescentando-lhes valores.

Conforme a tese foi avançando, e durante algum trabalho de campo, nomeadamente conversas informais com o João Zamith foi curioso verificar que um praticante de surf tem grandes preocupações com o ambiente, e encontra na prática deste desporto uma forma de entrar em contacto direto com a natureza que venera, contudo, as pranchas de surf e os materiais que

a constituem são altamente nocivos. Costuma-se dizer que os produtos são os principais responsáveis pelas más práticas ambientais e, portanto, durante a investigação considerou-se que a prancha de surf era de facto um produto que merecia atenção e que deveria ser repensado do ponto de vista construtivo, mudando a prática de um ponto de vista produtivo tornando-o mais sustentável, mas mantendo o hábito de uso do produto.

Durante toda a investigação o projeto sentiu a necessidade em apoiar-se numa série de entidades e empresas para o seu desenvolvimento construtivo. Como parceiro principal para a investigação havia a Amorim Isolamentos, empresa que pretendia o desenvolvimento de um produto deste tipo. Contudo, partia-se de uma empresa equipada para fornecer produtos em cortiça expandida para o setor de construção, e não propriamente materialização de pranchas de surf. Assim, sem alterar a cultura e identidade da empresa, o projeto viu-se obrigado a criar uma teia que conectou vários conhecimentos provenientes de empresas e entidades de âmbitos distintos.

Esta conexão permitiu verificar certas realidades atuais nas dinâmicas produtivas das empresas, mas acima de tudo permitiu lucrar com a transversalidade de disciplinas tão distintas como o design, a engenharia mecânica e a engenharia dos materiais. Esta transferência de experiências foi talvez o ponto mais forte da investigação, permitindo não só a possibilidade de concretizar um projeto altamente complexo, mas também permitindo receber conhecimentos vastos como elaborar experiências laboratoriais, elaborar testes de ensaio mecânicos e compreender timings e dinâmicas das empresas.

Em suma, sentiu-se uma preocupante falta de aproveitamento das enormes oportunidades oferecidas pela indústria corticeira portuguesa, que devem ser usufruídas pelo projetista, que por sua vez deve utilizar a ferramenta design como veiculador de projetos que sejam: Capazes de redefinir a essência do sistema produtivo atual, aplicar materiais tradicionais em novos contextos, minimizar os impactos ambientais alterando o ciclo de vida dos produtos, transferir conhecimentos e experiências e apelar a multidisciplinaridade de projeto.

Destaca-se ainda a importância e a forma em que ocorreu a participação na conferência “Materiais 2015” patente na VII International Materials Symposium, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto que permitiu obter uma reação positiva ao trabalho desenvolvido até ao momento, e comprovar a necessidade e importância em projetar materiais sustentáveis. E ainda a aprovação do documento aceite para a conferência em Madrid “I Congreso Internacional Diseño Dual” na ESNE, à qual não foi possível participar por motivos financeiros, de qualquer forma as revisões obtidas foram bastante positivas e permitiram uma melhor observação da tese em geral, com o objetivo de melhorar algumas anotações.

Finalmente, a investigação representa, para o setor empresarial, uma visão estratégica do ponto de vista produtivo, aliciando e motivando novas formas de implementação de inovação nos produtos das empresas. Trata-se de uma reinterpretação da indústria produtiva, comprovando que deve haver um distanciamento dos cânones antigos e uma aproximação da nova dinâmica exigente e mutável. Para o design, esta investigação pretende ser uma referência de ensino e prática da disciplina, encarando o design como algo que se baseia em processos e métodos. Pessoalmente, é gratificante verificar os resultados obtidos, e que, futuramente poderá ser feito o uso deste prévio conhecimento explorando-o de forma aprofundada numa tese de doutoramento reforçando a temática do design dos materiais. Profissionalmente, a conclusão da investigação mostrou ser útil e necessária na formação que é exigida para a fileira da frente das empresas atuais no âmbito do design. Ainda, para a academia, comprava-se a mais valia em catalisar uma transferência de conhecimentos entre os docentes, nomeadamente nos materiais que foram utilizados no desenvolvimento das experiências. Assim, mais uma vez, o design demonstrou ser um elemento chave na medida em que foi capaz de produzir conexões criativas.

8 BIBLIOGRAFIA

ALEXANDER, Christopher et al (1977) "A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction (Center for Environmental Structure)" New York: Oxford University Press.

ANTONELLI, Paola (1995) "Mutant Materials in Contemporary Design": Museum of Modern Art.

APARO, Ermanno; SOARES, Liliana (2012) "Sei progetti in cerca d'autore. Seis projetos à procura de autor" Firenze: Alinea Editrice.

APARO, Ermanno (2010) "A Cultura Cerâmica no Design da Joalheria Portuguesa". Coleções: DECA - Teses de doutoramento. UA. Aveiro: Universidade de Aveiro. URL: <http://hdl.handle.net/10773/3688>

ARCHER, Bruce (1995). "The Nature of Research": Co-design, January 6-13.

ASHBY, Mike; JOHNSON Kara (2002) "Materials and Design: The art and science of materials selection in product design": ELSEVIER Butterworth Heinemann.

BAUMAN, Zygmunt (2000) "Modernidade Líquida" Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

BERTOLA, Paola (2004) "Design issues in Europe today": BEDA

BEYLERIAN, George; OSBORNE, Jeffrey; KAUFMAN, Elliot (1990) "Mondo materialis: materials and ideas for the future": H.N. Abrams.

BHAMRA, Tracy; LOFTHOUSE, Vicky (2007): "Design for Sustainability: A Practical Approach": Gower Publishing, Ltd.

BONSIEPE, Gui (1974) "Design im Übergang zum Sozialismus" Hamburgo: Redaktion Designtheorie

BONSIEPE, Gui (1992) "Teoria e prática do design industrial": Centro Português de Design.

BRANZI, Andrea (1983) "Merce e Metropoli" Palermo: Opos.

BROWN, Tim (2009) "Change by design": Collins Business.

BURDEK, Bernhard (1994) "Diseño, historia, teoria y practica del diseño industrial" Barcelona: Editorial Gustavo Gilí, SA

CASTELLI, C. Trini (1983) "Experience the Possibilites of Color at our New York Showroom." London: Blueprint Magazine Publishers.

CHIAPPONI, Medardo (1999) "Cultura Sociale del Prodotto: Nuove frontiere per il disegno industriale" Milano: Feltrinelli.

CHICK, Anne; MICKLETHWAITE, Paul (2011) "Design for Sustainable Change: How Design and Designers Can Drive the Sustainability Agenda": AVA Publishing.

CROSS, Nigel (2000) "Designerly Ways of Knowing: Design Discipline Versus Design Science": Design + Research Symposium held at the Politecnico di Milano, Italy.

CROSS, Nigel (2011) "Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work": Berg.

CRUL, M; DIEHL J.C (2009) "Design for sustainability: A step by step": United Nations Environment Programme.

DESERTI, Alessandro; RIZZO, Francesca (2014) "Design and the cultures of enterprises", DesignIssues: Volume 30, Number 1 Winter 2014: Massachusetts Institute of Technology.

ECO, Umberto (1984) "Semiótica e Filosofia da Linguagem" Torino: Giulio Einaudi editore s.p.a.

ECO, Umberto (1990) "O signo" Lisboa: Ed. Presença 4ª Edição.

JAKIMOWICZ, Adam; MARTENS, Sarah; VERBEKE, Johan (2010) "Reflections 13": Drukkerij Sintjoris Ghent.

JONES, J. Christopher (1992) "Design Methods": John Wiley & Sons, Inc.

LATOUR, Bruno (2008) "A cautious Prometheus? A few steps toward a philosophy of Design": Keynote lecture for the Networks of Design: Cornwall, 3rd.

LEFTERI, Chris (2007) "Ingredients: A materials project": moreingredients.com No.2.

LEFTERI, Chris (2009) "Wood: materials for inspirational Design": RotoVision.

LEVITT, Theodore (2002) "Creativity is not enough": Harvard Business Review.

MAFFEI, Stefano; VILLARI, Beatrice (2006) "Design, Ethics and Sustainability – Guidelines for a transition phase". In Cumulus Working Papers Nantes. Helsinki: University of Art and Design Helsinki.

MANZINI, Ezio (2008) "New design Knowledge" Turin: Elsevier.

MANZINI, Ezio (2006) "Design, Ethics and Sustainability – Guidelines for a transition phase". In Cumulus Working Papers Nantes. Helsinki: University of Art and Design Helsinki.

MANZINI, Ezio (1993) "A matéria da invenção": Centro Português de Design.

MAU, Bruce (2004) "Massive Change": PHAIDON

McDONOUGH, William; BRAUNGART Michael (2002) "Cradle to Cradle: Remaking the way we make things": North Point Press.

MESTRE, Ana; GIL, Luís (2011) "Cork for sustainable product design": Ciência & Tecnologia dos Materiais, Vol. 23, n.o 3/4.

MITCHELL, Thomas C. (1996) "New thinking in Design: Conversations on Theory and practice" Canada: John Wiley & Sons, Inc.

PAPANEK, Victor (1972) "Design for the real world": Thames and Hudson

POINCARÉ, Raymond (2008) "The memoirs of Raymond Poincaré" 1913-1914. NY: Kessinger Publishing. (1a edição 1926).

SCHÖN, Donald (1983) "The reflective practitioner: How professionals think in action." New York: Basic Books.

SCHÖN, Donald (1991) "Designing as reflective conversation with the materials of a design situation." June 25: Keynote talk for the Edinburgh conference on Artificial Intelligence in Design.

SGALIPPA, Gianluca (2006) "Post-Bagno: Corpo, ambiente e design nell'età delle mutazioni tipologiche": Tecniche Nuove

SHEDROF, Nathan (2009) "Design Is the Problem: The Future of Design Must be Sustainable": Rosenfeld Media.

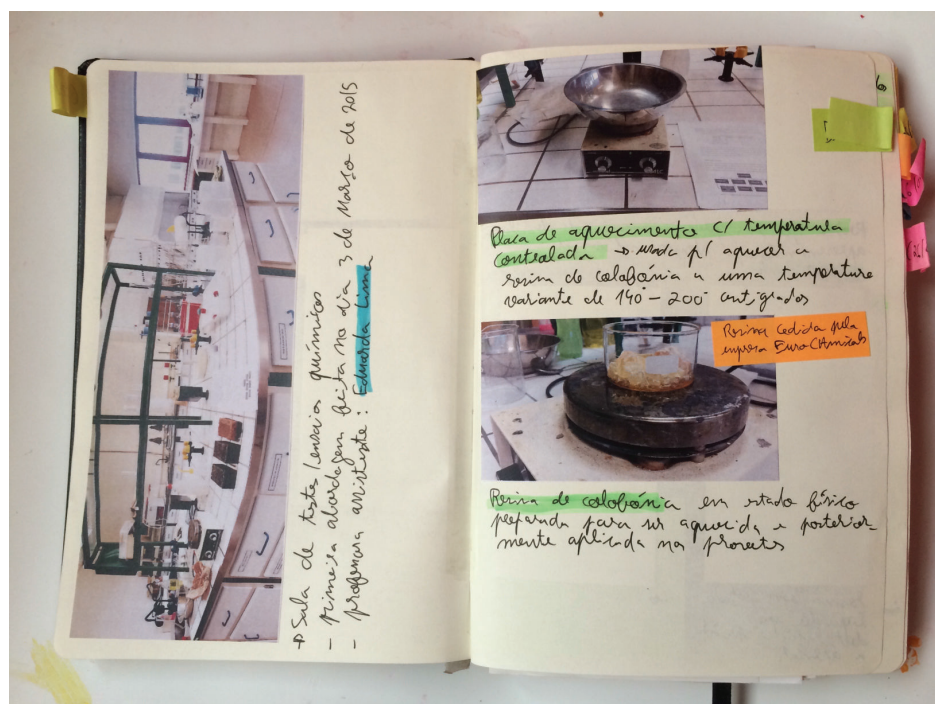
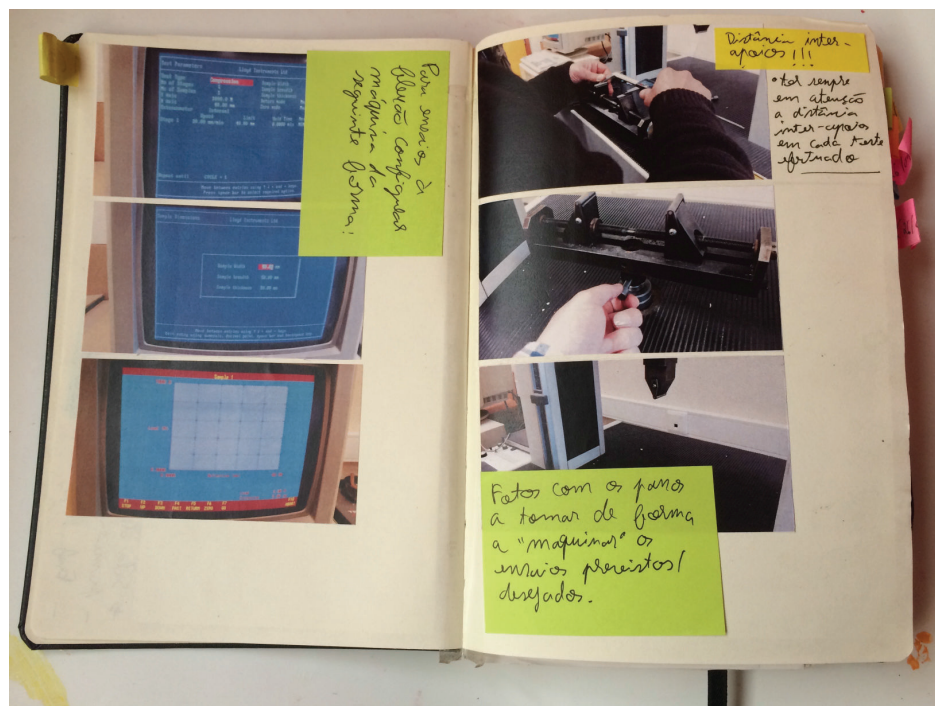
SIMON, Herbert A. (1996) "The Sciences of the artificial": MIT Press.

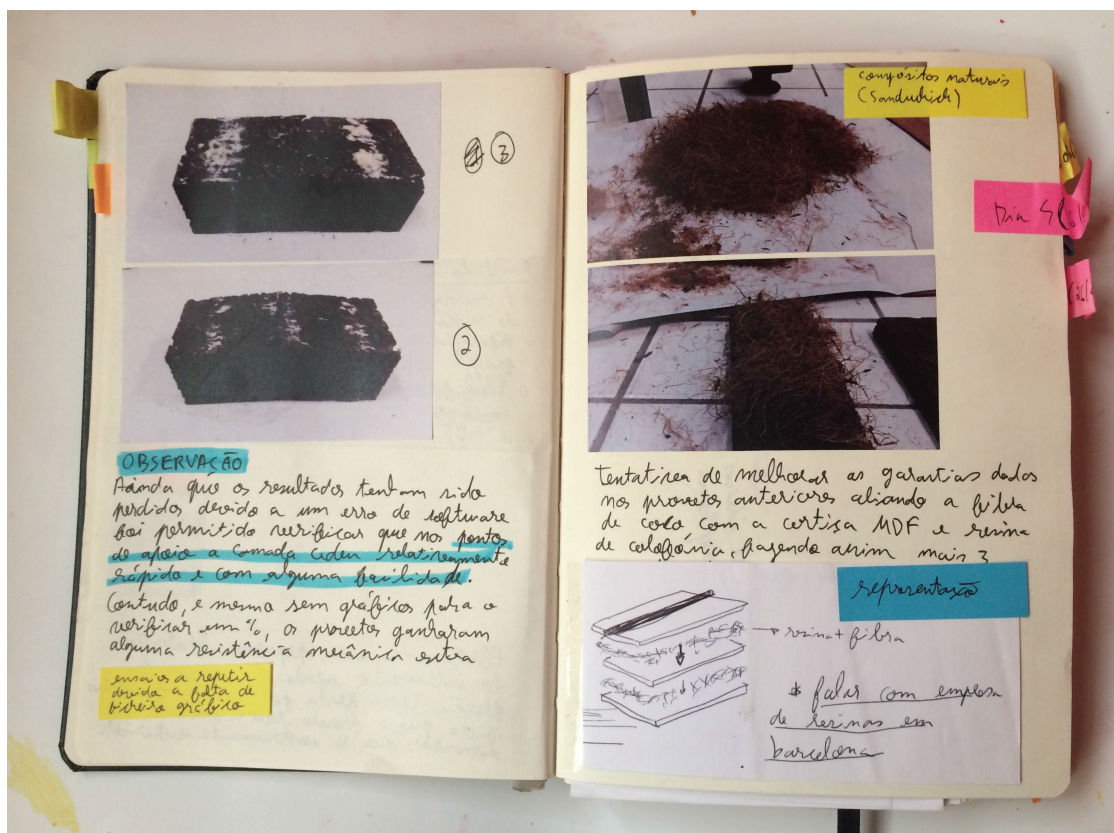
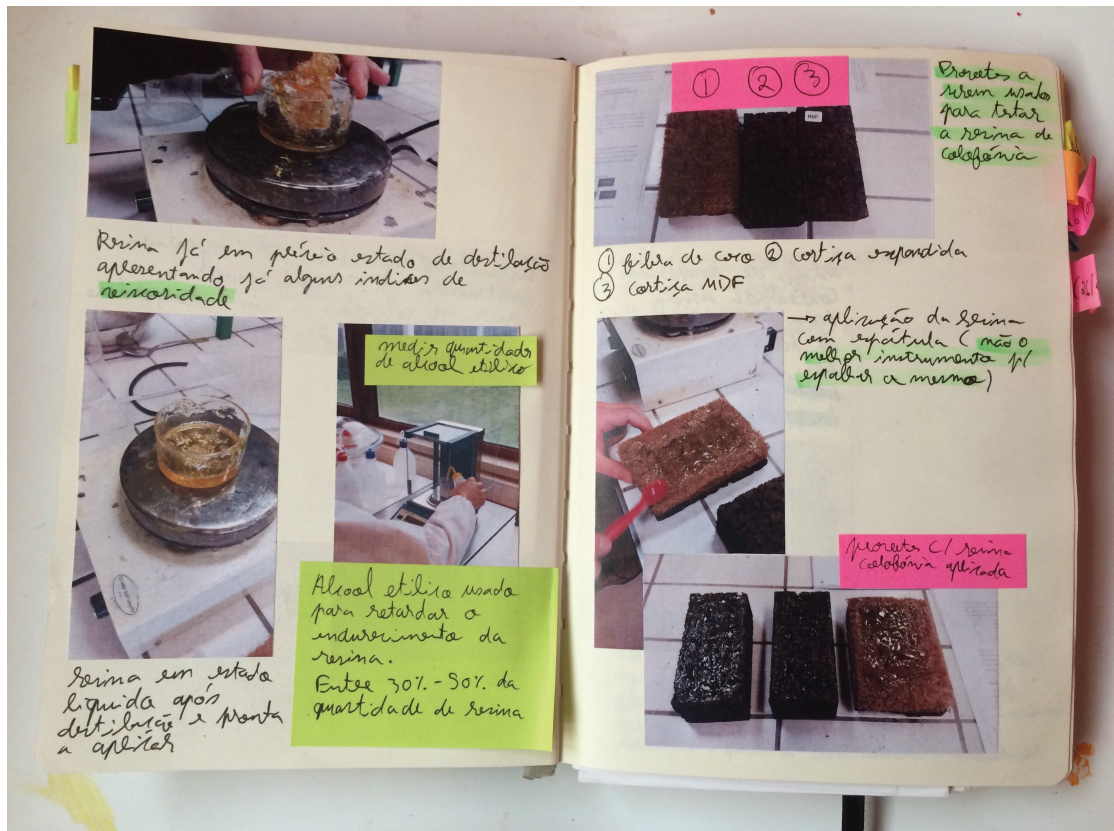
SOARES, Liliana; POMBO, Fátima; DONEGANI, Dante (2012) "O designer como intérprete de cenários de equipamentos", Coleções: DECA - Teses de doutoramento. UA – Teses de Doutoramento. URL: <http://hdl.handle.net/10773/8998>

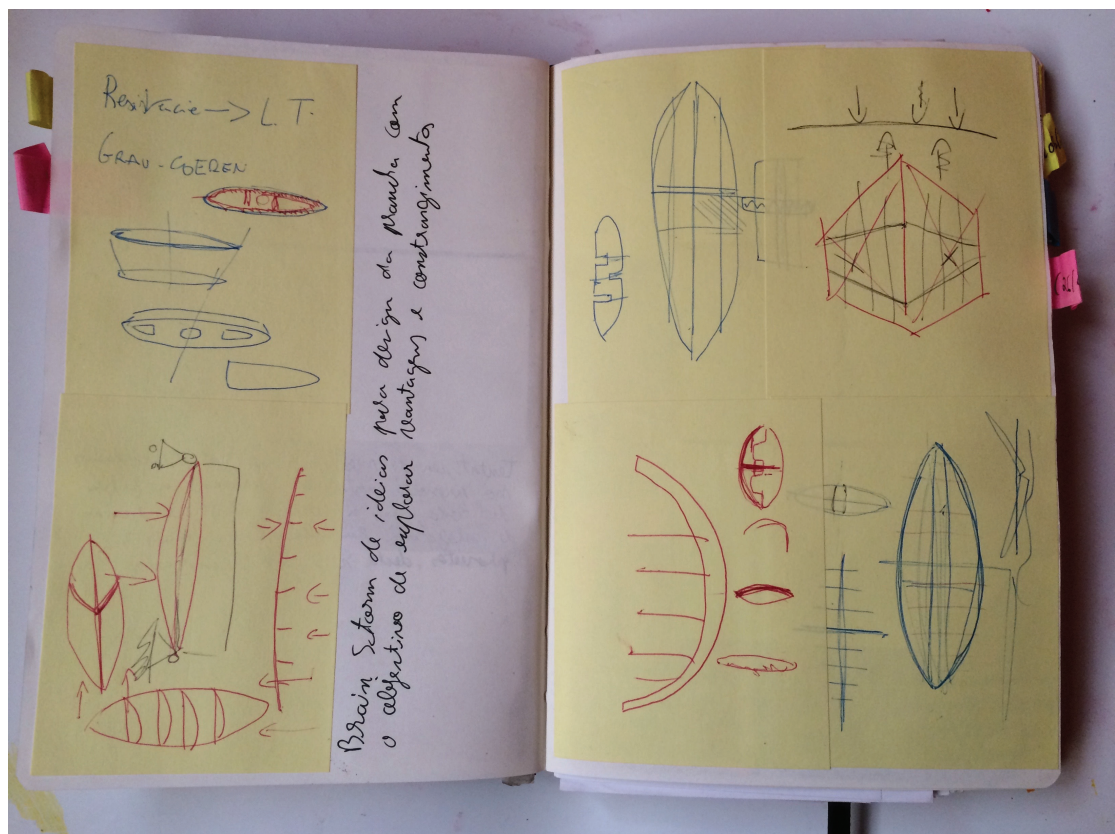
VERGANTI, Roberto (2009) "Design Driven Innovation", Boston, MA: Harvard Business School Press.

9 APÊNDICES

9.1 FOTOS DO DIÁRIO (RESUMO)







9.2 MODELO DE ESTUDO MORFOLÓGICO





10 ANEXOS

10.1 VII INTERNATIONAL MATERIALS SYMPOSIUM “MATERIAIS 2015”

10.1.1 E-MAIL’S REFERENTES À CANDIDATURA

10.1.1.1 #1

“Dear Author,

(If your Abstract was accepted for publication as it is, field for Referees Comments may not contain information. Please consider it only if applicable).

We are pleased to inform you that the following Abstract has been accepted for oral presentation with minor corrections

Please consider the below corrections suggested by the reviewers.

If applicable, a new version of the document must be sent to us in Word (.doc) format within the next two weeks.

ABSTRACT REFERENCE: 50

ABSTRACT TITLE: THE CORK PROJECTION FOCUSED IN THE DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE SURFBOARD BASED ON SCIENTIFIC DESIGN

AUTHORS: João Teixeira, Ermanno Aparo, Mafalda Lopes Laranjo

REFEREES COMMENTS:

An Extended abstract should be required. There are two figures not mentioned in text. Please acknowledge this. Authors are kindly requested to submit a .doc version of the abstract.

We take this opportunity to inform you that, regarding many requests, deadline for reduced registration fees was extended to May, 15th.

It is also our pleasure to register that Materiais 2015 has so far received more than 350 abstracts.

Thank you for choosing Materiais 2015 International Conference,

Yours sincerely,

The Organizing Committee.”

10.1.1.2 #2

“Dear Author,

We would like to inform you that your abstract has been allocated to the following Topic.

Please let us know should you agree with it or should you have any other suggestion regarding the available topics

(<http://paginas.fe.up.pt/~materiais2015/wd/conference/themes/>).

We would also like you to let us know the author’s name for presentation until May, 31st, by answering to this email.

Remember that a mandatory condition for the inclusion of the paper in the conference proceedings and conference program is the payment of the Registration Fee by the presenting author before May, 31st, 2015.

ABSTRACT REFERENCE: 50

ABSTRACT TITLE: THE CORK PROJECTION FOCUSED IN THE DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE SURFBOARD BASED ON SCIENTIFIC DESIGN

AUTHORS: João Teixeira, Ermanno Aparo, Mafalda Lopes Laranjo

PRESENTATION TYPE: oral

TOPIC: Recycling and Sustainability

Furthermore, please don’t hesitate in letting us know should you have any food restriction.

Don’t forget to book your accommodation as soon as possible, taking into account that St. John’s Festival takes place on the evening of the 23rd of June, and a lot of

tourists are expected in town.

Yours sincerely and hoping to meet you in June,
The Organizing Committee.”

10.1.2 DOCUMENTO SUBMETIDO

MATERIAIS 2015
Porto, 21-23 June, 2015

THE CORK PROJECTION FOCUSED IN THE DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE SURFBOARD BASED ON SCIENTIFIC DESIGN.

João Teixeira^{1,*}, Ermanno Aparo², Mafalda Lopes Laranjo³

¹Rua Rebelo de Carvalho, edifício 718, 2º esquerdo – Felgueiras, Porto, PORTUGAL ;

²Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo – CIAUD Universidade de Lisboa

³Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

*Corresponding author: joaoao.txr@gmail.com

Keywords: Cork, Sustainable, Surfboard, Designing the Material.

Abstract

In this study the aim lies in developing a sustainable surfboard using black cork (MDF) as the raw material. It demonstrates the importance in defining a product whose innovation is not driven by new technologies, but rather, in highly sustainable and sensitive products, that bring a sense of freshness by re-applying traditional materials into new contexts.

The choice to insert the material in a productive process must be faced as a challenge to the designer responsibility. Assuming that we live in a world of abundance, focused on ecological concerns, the investigation approaches eco-sustainable values.

The project is a result of a material inspiration process where the reach for results is centred on a controlled experiment, analysing the resistant and deformable properties (figure 1), which involves performing laboratory trials with the purpose of designing the material by applying a continuously experiment verification method.

In order to do so, there'll be used two other secondary materials, equally natural and sustainable, such as pine rosin (FCU rosin - WW/WG) and coconut fiber. The combination between these 3 materials (black cork, pine rosin, coconut fiber) will result in a sandwiched natural composite

As it can be seen in the image bellow (figure 2), where the pine rosin, mixed with ethyl alcohol to delay its hardening, was applied in both cork and coconut fiber, in a very primitive stage of the research. Being these examples, an acknowledgement of the next solution. Which will be based on some kind of manually pressed process, combining the coconut fiber along with the pine rosin, to link the laminated black cork.



Figure 1: Flexural test



Figure 2: black cork (high and low densities) and coconut fiber trials with pine rosin applied superficially.

10.1.3 PROGRAMA DA CONFERÊNCIA

GENERAL PROGRAMME

SUNDAY, 21/06

10h:00	Registration
15h:30	Opening Ceremony
16h:00	Classical Orchestra of FEUP Concert
17h:00	Plenary Session <i>Thinking through the social leg of the stool</i> Caroline Baillie
18h:00	SPM Award Ceremony
18h:15	Welcome Reception

MONDAY, 22/06

08h:30	Plenary Session <i>Frontiers in Mechanics of Materials</i> Nicola Pugno
09h:30	LANEMA / Quadrant Technical Presentation
10h:00	Coffee-Break
10h:30	Oral Sessions A
12h:30	Lunch Break
14h:00	Plenary Session <i>Critical materials in smart products: Chances and Challenges for Materials Science and Engineering</i> Margarethe Hofmann-Amttenbrink
15h:00	Oral Sessions B
16h:00	Coffee-Break & Poster Session A
17h:30	Oral Sessions C
19h:15	Departure for Conference Dinner
20h:00	Conference Dinner

TUESDAY, 23/06

08h:30	Plenary Session <i>Spintronic devices: exploring new functionalities of magnetic materials</i> Paulo Freitas
09h:30	Oral Sessions D
10h:30	Coffee-Break
11h:00	Oral Sessions E
12h:30	Lunch Break
14h:00	Plenary Session <i>Once upon a time... A Scientific society</i> Paloma Fernandez
15h:00	Oral Sessions F
16h:30	Coffee-Break & Poster Session B
18h:00	Closure Ceremony



FEUP, Porto, Portugal

OS B1 | MAIN AUDITORIUM

194	ZnO NANOROD ARRAYS BY CHEMICAL SPRAY: DEVELOPMENT AND PROPERTIES	<u>Malle Krunk</u> s, Inga Gromöko, Tatjana Dedova, Arvo Mere, Ilona Oja Acik
195	PLASMONIC ABSORBERS AND SOLAR CELLS BY NON-VACUUM CHEMICAL SPRAY METHOD	<u>A. Mere</u> , A. Katerski, E. Kärber, I. Oja Acik, M. Krunk
202	LOW DIMENSIONAL MAGNETOELECTRIC CFO/PVDF MICROPARTICLES	<u>R. Gonçalves</u> , P. Martins, D. M. Correia, V. Sencadas, G. Botelho, S. Lanceros-Méndez
203	THE USE OF FUNCTIONALIZED NANOFIBRILLATED CELLULOSE IN CORROSION PROTECTION	A. Caetano, R. Duarte, A. Reis, <u>J. Tedim</u> , A.P. Mendes de Sousa, J. Ataíde, M. G. S Ferreira, D. Evtugin

OS B2 | ROOM B001

120	ENERGY SAVING TILES	M. P. Seabra, <u>Rui M. Novais</u> , Guilherme Ascensão, J. A. Labrincha, H. Jorge, S. Bastos
123	ELECTRICAL CONDUCTIVITY, OXYGEN NONSTOICHIOMETRY AND THERMAL EXPANSION OF $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_{1+x}\text{NiO}_{4\pm d}$ ($x = 0-0.6$) AS OXYGEN ELECTRODE MATERIALS FOR SOFC/SOEC	<u>Ekaterina Kravchenko</u> , Kiryl Zakharchuk, Jekabs Grins, Gunnar Svensson, Vladimir Pankov, Aleksey Yaremchenko
150	EFFECT OF DRYING TEMPERATURE ON POLY(VINYLIDENE FLUORIDE) POLYMER BINDER FOR C-LiFePO ₄ CATHODE SLURRY PREPARATION	<u>A. Gören</u> , C. M. Costa, S. Ferdov, D. Cíntora-Juárez, J. L. Tirado, M. M. Silva, S. Lanceros-Méndez
153	TAILORING POLY(VINYLIDENE FLUORIDE - CO - CHLOROTRIFLUOROETHYLENE) MICROSTRUCTURE AND PHYSICAL PROPERTIES BY EXPLORING ITS BINARY SYSTEMS WITH N,N DIMETHYLFORMAMIDE	R. E. Sousa, J. C. C. Ferreira, <u>C. M. Costa</u> , A. V. Machado, M. M. Silva, S. Lanceros-Méndez

OS B3 | ROOM B002

43	ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC LIFE CYCLE ASSESSMENT OF POLYMERS AND COMPOSITES MATERIALS AND PARTS. A REVIEW.	C. A. Bernardo, <u>Carla L. Simões</u> , Lúcia M. Costa Pinto
50	THE CORK PROJECTION FOCUSED IN THE DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE SURFBOARD BASED ON SCIENTIFIC DESIGN	<u>João Teixeira</u> , Ermanno Aparo, Mafalda Lopes Laranjo
57	MERCURY REMOVAL FROM GASES BY IRON MANGANESE OXYHYDROXIDES	<u>Kokkinos Evgenios</u> , Kellartzis Ioannis, Stavropoulos G. Georgios, Mitras Manasis
80	ALTERNATIVE SOLUTION FOR THERMAL REHABILITATION OF BUILDINGS WITH POLYSTYRENE PANELS	Adrian Bojan, <u>Anca-Gabriela Popa</u> , Ioana-Eugenia Tanasescu



Original
Orçamento N.º 2015-113
Data de Emissão: 2015-05-21

Sociedade Portuguesa de Materiais

Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D
1649-038 Lisboa
Portugal

Telefone: +351 22 041 3111
E-mail: materiais2015@fe.up.pt
Internet: <http://paginas.fe.up.pt/~materiais2015>
Contribuinte: 501183671

Instituto Politécnico de Viana do Castelo
Praça General Barbosa
4900-347 Viana do Castelo
Portugal

Processado por programa certificado N.º 1455/AT

Contribuinte	Cliente	V/ Ref.º	Encomenda/Orç.	Moeda	Desc. Financeiro	Cond. Pgto	Data Vencimento	Pág.
503761877	48			EUR	---	30 Dias	20-06-2015	1/1

Cód. Artigo	Designação	Qtd.	Uni.	Preço	Desc.	Imposto	Total Iltíquido
ESR	MATERIAIS 2015 - Early Student Registration - João Teixeira	1	Uni.	100,00€	---	Isento	100,00€

Este documento não serve de fatura

Resumo de Impostos

Designação	Valor	Incidência	Total
IVA - Regime de isenção	0%	100,00€	0,00€

Total Iltíquido 100,00 €
Total a Pagar 100,00 €

Informação Bancária

NIB: 0018 0003 36854560020 29 **IBAN:** PT50 0018 0003 36854560020 29 **BANK**
ADDRESS: Santander Totta - Universidade do Porto - Pólo da Asprela, Rua Dr. Roberto
Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal **ADDRESS FOR CHEQUE RETURN:** Materiais2015
FEUP - DEMM Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto Portugal



Original
Orçamento N.º 2015-114
Data de Emissão: 2015-05-21

Sociedade Portuguesa de Materiais

Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D
1649-038 Lisboa
Portugal

Telefone: +351 22 041 3111
E-mail: materiais2015@fe.up.pt
Internet: <http://paginas.fe.up.pt/~materiais2015>
Contribuinte: 501183671

Ermanno Aparo
Instituto Politécnico de Viana do Castelo
Praça General Barbosa Apartado 51,
4901-909 Viana do Castelo
Portugal

Processado por programa certificado N.º 1455/AT

Contribuinte	Cliente	V/ Ref.º	Encomenda/Orç.	Moeda	Desc. Financeiro	Cond. Pgto	Data Vencimento	Pág.
241966531	50			EUR	---	30 Dias	20-06-2015	1/1

Cód. Artigo	Designação	Qtd.	Uni.	Preço	Desc.	Imposto	Total Iltíquido
ESR	MATERIAIS 2015 - Early Student Registration - João Teixeira	1	Uni.	100,00€	---	Isento	100,00€

Este documento não serve de fatura

Resumo de Impostos

Designação	Valor	Incidência	Total
IVA - Regime de isenção	0%	100,00€	0,00€

Total Iltíquido 100,00 €
Total a Pagar 100,00 €

Informação Bancária

NIB: 0018 0003 36854560020 29 **IBAN:** PT50 0018 0003 36854560020 29 **BANK**
ADDRESS: Santander Totta - Universidade do Porto - Pólo da Asprela, Rua Dr. Roberto
Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal **ADDRESS FOR CHEQUE RETURN:** Materiais2015
FEUP - DEMM Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto Portugal

10.2.1 E-MAIL'S REFERENTES À CANDIDATURA

“Estimados investigadores,

A continuación os hacemos llegar el listado de resúmenes aceptados por el Comité Científico del Congreso. En unos días recibiréis los informes de evaluación de los revisores (evaluación por pares ciegos).

Os recordamos las fechas clave <http://congresodd.esne.es/fechas-clave/> para que no perdáis de vista cuándo debéis enviar el texto completo o póster de vuestra propuesta. **15/03/2015**

Muchísimas gracias por vuestra aceptación y acogida. Os iremos informando regularmente de las novedades del Congreso.

Un saludo,
Organización DD

Dear researchers,

Please find attached the list of abstracts selected by the Scientific Committee of the Conference. You will receive shortly the evaluations after the double-blind peer review.

We remind you the key dates of the conference. Please keep in mind the deadline for the submission of the full paper or poster: **March 15th 2015**
<http://congresodd.esne.es/fechas-clave/>

We want to thank you for the interest and your participation.
Please stay tuned. We will keep you updated of any forthcoming news as well.

All best,
Organization DD

--

I Congreso Internacional de Diseño Dual
I International Conference on Dual Design

congresodd@esne.es”

10.2.2 REVISÃO DO DOCUMENTO (AVALIAÇÃO POR PARES CEGOS)

Informe de revisión de resumen / Abstract review summary feedback

Título / Title	The Design of black cork focused in the development of a sustainable surfboard based on scientific design.				
Área de reflexión/ Main topic	Productos-trabajos-proyectos duales.				
Valore de 1(muy poco) a 5 (mucho) los siguientes aspectos del trabajo presentado y añada los comentarios detallados que considere necesarios. Rate from 1 (very little) to 5 (very much) the following aspects of the work presented and add detailed comments you deem necessary.					
	1	2	3	4	5
El contenido del resumen está dentro del alcance del congreso The subject of the abstract is within the scope of the Conference	☐	☐	☐	☒	☐
El título es adecuado al contenido The title is appropriate to the content	☐	☐	☐	☒	☐
Se detallan claramente objetivos y posibles conclusiones Objectives and possible conclusions are clearly outlined	☐	☐	☐	☒	☐
El trabajo es original The work is original	☐	☐	☐	☒	☐
La redacción del texto es correcta The wording of the text is correct	☐	☐	☐	☒	☐
Comentarios adicionales y/o sugerencias al autor: Additional comments and/or suggestions for the author:	☐	☐	☐	☐	☐
	Si/Yes	No/No			
El resumen es aceptado / The abstract is accepted	☒	☐			

Informe de revisión de resumen / Abstract review summary feedback

Título / Title	The Design of black cork focused in the development of a sustainable surfboard based on scientific design.				
Área de reflexión/ Main topic	Recursos / Resources, Funcionalidad / Functionality, Global / Global				
Valore de 1(muy poco) a 5 (mucho) los siguientes aspectos del trabajo presentado y añada los comentarios detallados que considere necesarios. Rate from 1 (very little) to 5 (very much) the following aspects of the work presented and add detailed comments you deem necessary.					
	1	2	3	4	5
El contenido del resumen está dentro del alcance del congreso The subject of the abstract is within the scope of the Conference	☐	☐	☒	☐	☐
El título es adecuado al contenido The title is appropriate to the content	☐	☐	☐	☒	☐
Se detallan claramente objetivos y posibles conclusiones Objectives and possible conclusions are clearly outlined	☐	☐	☒	☐	☐
El trabajo es original The work is original	☐	☐	☒	☐	☐
La redacción del texto es correcta The wording of the text is correct	☐	☐	☒	☐	☐
Comentarios adicionales y/o sugerencias al autor: Additional comments and/or suggestions for the author:	☐	☐	☐	☐	☐
	Sí/Yes		No/No		
El resumen es aceptado / The abstract is accepted	☒		☐		

10.2.3 DOCUMENTO SUBMETIDO

**EL DISEÑO DEL CORCHO CENTRADO EN EL DESARROLLO DE
UNA TABLA DE SURF SOSTENIBLE BASADO EN EL DISEÑO
CIENTÍFICO**

**THE DESIGN OF BLACK CORK FOCUSED IN THE DEVELOPMENT
OF A SUSTAINABLE SURFBOARD BASED ON SCIENTIFIC DESIGN**

Teixeira, João¹; Aparo, Ermanno²

1. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Viana do Castelo, Portugal,
joaoao.txr@gmail.com
2. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, CIAUD Universidade de
Lisboa, Viana do Castelo, Portugal, aparo@estg.ipvc.pt

Resumen

El proyecto consiste en el diseño de una tabla de surf sostenible, tanto desde el punto de vista productivo como también ecológico. Para este fin, la elección del material que se materializará el producto cae en el aglomerado de corcho expandido. Durante el proceso el proyecto se centra en la proyección del corcho por medio de un ensayo controlado. Por lo tanto, hay una demanda de soluciones innovadoras que deben ser capaces de aplicar el material funcionalmente en un producto con requisitos muy específicos. En resumen lo que se pretende es la aplicación del corcho en diferentes contextos de los que tradicionalmente se refiere. De este modo se estimulan conexiones improbables entre entidades de diferentes sectores, provocando una transferencia de conocimientos que se convierten en fundamentales para el desarrollo sostenible del diseño creativo.

Abstract

The project consists in designing a sustainable surfboard, both from an ecological point of view as productive. To this end, the choice of material that will materialize the product falls on the black cork. During the process the project focuses on the designing of the cork using a controlled experimental method. Therefore, it demands for innovative solutions capable of implementing the material functionally into a product with very specific requirements. In short, what is intended is the application of cork in different contexts of those in which traditionally are referred. Thus, the project stimulates unlikely connections between entities in different sectors, causing a transfer of know-how that becomes relevant to the sustainable development of creative design.

Áreas Temáticas

Global; Recursos

Thematic Areas

Global; Resources

Palabras clave

Corcho, Creatividad sostenible, Tabla de surf, Diseño ecológico, Proyección material

Key words

Cork, Sustainable creativity, Surfboard, Eco-Design, Material design

10.3 ORÇAMENTOS

10.3.1 RESINA EPÓXI (ENTROPY RESINS)



DISTRIBUTED IN EUROPE BY
FERRER-DALMAU
PRODUCTS FOR A RESPONSIBLE INDUSTRY

HIJOS DE A. FERRER DALMAU, S.A. | CIF/VAT: ESA08159501
c/ Rosalía de Castro, 21 | 08025 - Barcelona | Spain
Tel : +34 (93) 48740.15 | Fax : +34 (93) 48750.37

www.entropyresins.eu

Factura/Invoice

Dirección de entrega / Delivery Address

INSTITUTO POLITECNICO DE VIANA DO CASTELO
JOAO TEIXEIRA
Rua Valverde, 148
PT-4900- 505 Viana do Castelo
Portugal
CIF: / Tax ID: PT503761877

Dirección de facturación / Invoice Address

INSTITUTO POLITECNICO DE VIANA DO CASTELO
Instituto Politécnico de Viana do Castelo
Rua Valverde, 148
PT-4900- 505 Viana do Castelo
Portugal

Nº Documento: /
Document No.: FV201510680
Fecha factura: /
Invoice Date: 20/07/2015

Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Total
0300_CLR0	2.0KG OF SUPERSAP CLR04 RESIN + 0.94KG OF SUPERSAP CLF01 HARDENER IN 1.00L BOTTLES KIT	1,00	Unidad	59,51 €	59,51 €
TINTF2003	TRANS. INT. ENTROPY	1,00	Unidad	15,79 €	15,79 €
Total (sin impuestos):					75,30 €

Descripción	Base imponible	Impuesto
Entregas intracomunitarias (%N=>0%)	75,30 €	0,00 €
Importe total: / Total Amount:		75,30 €

Condiciones de pago / Payment terms

0 días

Plan de pago	Swift	Vencimiento	Importe
Transferencia La Caixa - Cta. Crédito 2100 2883 03 0200022275 ES1121002883030200022275	CAIXESBBXXX	20/07/2015	75,30 €

Régimen especial de IVA del criterio de caja

Notas / Notes

Factura pagada usando el crédito: 1003247

10.3.2 FIBRA DE LINHO

JORDI SAGRISTA, S.L.

C/ Lima, 1 Nave A3
08030 Barcelona
BARCELONA
B-61889861
T93 274.25.42
F93 274.28.13



JOAO CARLOS FERREIRA PIRES TEIXEIRA

RUA VALVERDE, 148
4900-5 VIANA DO CASTELO 7729
ZAMORA

DOCUMENTO
Factura

NÚMERO
Proforma

PAG.
1

FECHA
07/07/2015

C.I.F./N.I.F.

AGENTE

FORMA DE PAGO
TRANSFERENCIA

ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
60TEX5031	T. LINO AMPLITEX 200 GRS 1150 MM (ML)	2,00	18,32	36,64		36,64
100286	Portes	1,00	10,50	10,50		10,50

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.V.A.	R.E.
21,00	47,14					47,14		
10,00								
4,00								

OBSERVACIONES

IBAN: ES26 0081 0468 1900 0116 9120
BIC (SWIFT) : BSABESBB

TOTAL: 47,14