



**Sara Bernardo  
Marques**

**Design de mobiliário em contexto de estágio na  
Brasão De La Espada: Reinterpretação da Cadeira  
Portuguesa em madeira maciça**





**Sara Bernardo  
Marques**

**Design de mobiliário em contexto de estágio na  
Brasão De La Espada: Reinterpretação da Cadeira  
Portuguesa em madeira maciça**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design de Produto, realizada sob a orientação científica da Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista, Professora Associada do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e coorientação do Doutor Ricardo José Alves de Sousa, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.



## **o júri**

presidente

Prof. Doutora Maria de Fátima Teixeira Pombo  
Professora associada com agregação, Universidade de Aveiro

arguente

Prof. Doutor Rui Jorge Leal Ferreira Mendonça da Fonseca  
Professor auxiliar da Faculdade de Belas Artes do Porto, Universidade do Porto

arguente

Prof. Doutor Daniel Gil Afonso  
Professor adjunto em regime laboral, Universidade de Aveiro

orientador

Prof. Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista  
Professora associada, Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

Aos meus queridos pais, Aurora e Arlindo, por todo o esforço e apoio à minha formação, assim como todo o amor, carinho, conhecimento e vivências que me fizeram na pessoa que hoje sou.

Às minhas queridas irmãs, Ângela, Inês e Mariana, por toda a orientação, conhecimento, amor e carinho que me foram transmitindo ao longo da vida.

Um especial agradecimento ao Jorge, por me acompanhar nos melhores e piores momentos, pelo seu amor incondicional, positivismo e incansável apoio, que tornaram possível a concretização deste percurso.

À Arminda, ao Jorge e à Eva, por todo o apoio e carinho.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo e amizade que partilharam ao longo desta jornada.

Aos meus orientadores, Doutora Teresa Franqueira e Doutor Ricardo Sousa, por todo o conhecimento que me transmitiram, disponibilidade, apoio e motivação neste percurso.

À Brasão De La Espada, pela oportunidade de desenvolver este estágio e a toda a equipa de desenvolvimento de produto pelo apoio, amizade e transmissão de conhecimento.

À ADICO, com especial agradecimento à Arquiteta Adelina Costa, pela colaboração e disponibilidade.

Aos Cesteiros de Avelreira, ao Artesanato Pereira e à Extremos, pelo contributo e conhecimento partilhado.

A todos, um muito obrigado!



**palavras-chave**

Design de Produto, Engenharia, Cadeira, Valorização cultural, Estágio

**resumo**

O Design e engenharia são áreas fundamentais do processo de desenvolvimento de produto, que tem vindo a evoluir cada vez mais para uma área multidisciplinar e de equipa. A presente dissertação resume as atividades desenvolvidas ao longo do estágio curricular na Brasão De La Espada. O estágio permitiu a integração na equipa de desenvolvimento de produto da empresa, proporcionando o desenvolvimento de projetos e tarefas aplicados a um contexto real de indústria, contemplando essencialmente a fase de projeto de detalhe.

Paralelamente a estas atividades, foi desenvolvido um projeto autoproposto que surgiu de uma oportunidade de intervenção encontrada no decorrer do estágio. O objetivo do projeto visa promover a cultura local portuguesa, através de um produto que corresponda aos valores e padrões de qualidade da empresa. Neste contexto surge a reinterpretação da cadeira portuguesa, uma referência icónica do design português do século XX. O desafio do projeto passou pela adaptação do processo construtivo a novos materiais: madeira maciça e vime. Pretende-se assim que esta reinterpretação da cadeira possa valorizar o nosso território pela promoção do simbolismo do mobiliário português, assim como posicionar o produto num novo segmento de mercado.



**keywords**

Product Design, Engineering, Chair, Cultural Valuation, Internship

**abstract**

Design and engineering are fundamental areas of the product development process, which has been evolving more and more into a multidisciplinary and team area. This dissertation summarizes the activities developed during the curricular internship at Brasão De La Espada. The internship allowed integration in the company's product development team, providing the development of projects and tasks applied to a real industry context, essentially contemplating the detailed design phase.

Alongside these activities, a self-proposed project was developed that emerged from an intervention opportunity found during the internship. The aim of the project is to promote local Portuguese culture, through a product that matches the company's values and quality standards. In this context, the reinterpretation of the Portuguese chair emerges, an iconic reference in 20th-century Portuguese design. The project's challenge involved adapting the construction process to new materials: solid wood and wicker. It is intended that this reinterpretation of the chair can enhance our territory by promoting the symbolism of Portuguese furniture, as well as positioning the product in a new market segment.

# Índice

<b>01 INTRODUÇÃO</b>	<b>02</b>
1.1 Contextualização	03
1.2 Motivações e objetivos	03
1.3 Metodologia	04
1.4 Estrutura do documento	05
<b>02 ENQUADRAMENTO TEÓRICO</b>	<b>08</b>
2.1 História da empresa	09
2.2 Catálogo	11
2.3 Valores	13
<b>03 ESTÁGIO</b>	<b>16</b>
3.1 Contextualização	17
3.2 Estúdio de fotografia	19
3.3 Ando Chair	23
3.4 Elliot Table	27
3.5 Classon Bookshelf	31
<b>04 PROJETO</b>	<b>36</b>
4.1 Contextualização do projeto	37
4.2 A cadeira Portuguesa	39
4.3 O vime	45
4.4 Considerações	51
4.5 Projeto brief	53
4.6 Estudo antropométrico da cadeira	55
4.7 Desenvolvimento concetual	59
4.8 Definição geométrica e prototipagem digital	63

4.9	Prototipagem rápida	65
4.10	Análise de falhas (FMEA)	67
4.11	Simulação numérica (MEF)	69
4.12	Materiais e processos de fabrico	77
4.13	Proposta final	79
4.14	Projeto de fabrico e montagem (DFM/DFA)	91
<b>05</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>96</b>
5.1	Considerações finais	97
5.2	Desenvolvimentos futuros	99
<b>06</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>106</b>

## Índice Figuras

<b>Figura 1</b>	Metodologia Double Diamond. Adaptado de: Design Council (2021)	<b>04</b>
<b>Figura 2</b>	Logotótipo De La Espada	<b>09</b>
<b>Figura 3</b>	Tecnologia CNC aliada ao trabalho do artesão. Fonte: De La Espada (2021c)	<b>10</b>
<b>Figura 4</b>	Detalhes das peças. Fonte: De La Espada (2021c)	<b>10</b>
<b>Figura 5</b>	Parte do catálogo da empresa. Fonte: De La Espada (2021b)	<b>12</b>
<b>Figura 6</b>	Encaixe em espiga. Fonte: Craftsmanspace (2021)	<b>13</b>
<b>Figura 7</b>	Encaixe meia madeira. Fonte: Craftsmanspace (2021)	<b>13</b>
<b>Figura 8</b>	Encaixe cauda de andorinha. Fonte: Craftsmanspace (2021)	<b>13</b>
<b>Figura 9</b>	Encaixe em espiga com cunha. Fonte: Craftsmanspace (2021)	<b>14</b>
<b>Figura 10</b>	Simulação do espaço atual.	<b>20</b>
<b>Figura 11</b>	Simulação da proposta de novo fluxo.	<b>20</b>
<b>Figura 12</b>	Rolamento de rolos cônicos de uma fila. Fonte: SKF (2021).	<b>20</b>
<b>Figura 13</b>	Vista de topo da estrutura.	<b>21</b>
<b>Figura 14</b>	Estúdio montado e pintado.	<b>21</b>
<b>Figura 15</b>	Designer Matthew Hilton. Fonte: De La Espada (2021d)	<b>23</b>
<b>Figura 16</b>	Ando chair, versão em madeira. Fonte: De La Espada (2021b)	<b>23</b>
<b>Figura 17</b>	Detalhe do encaixe do assento.	<b>24</b>
<b>Figura 18</b>	Rebaixo para aplicação do bibe.	<b>24</b>
<b>Figura 19</b>	Processo de estofamento do assento.	<b>24</b>
<b>Figura 20</b>	Padrão de furos passantes.	<b>24</b>
<b>Figura 21</b>	Comparação de alturas entre as duas versões da cadeira.	<b>25</b>
<b>Figura 22</b>	Protótipo do assento estofado.	<b>25</b>
<b>Figura 23</b>	Versão estofada da cadeira Ando. Fonte: De La Espada (2021b)	<b>26</b>
<b>Figura 24</b>	Designer Jason Miller. Fonte: De La Espada (2021d)	<b>27</b>
<b>Figura 25</b>	Linha Elliot de Jason Miller. Fonte: De La Espada (2021b)	<b>27</b>
<b>Figura 26</b>	Mesa Elliot Retangular. Fonte: De La Espada (2021b)	<b>27</b>
<b>Figura 27</b>	Mesa Elliot Oblong. Fonte: De La Espada (2021b)	<b>28</b>

<b>Figura 28</b>	Travessas longitudinais da mesa Elliot.	29
<b>Figura 29</b>	Reforço da estrutura do tampo da mesa Elliot para grandes dimensões.	29
<b>Figura 30</b>	Protótipo das mesas Elliot.	30
<b>Figura 31</b>	Pormenor das pernas da mesa Elliot. Fonte: De La Espada (2021b)	30
<b>Figura 32</b>	Linha Classon de Jason Miller. Adaptado de: De La Espada (2021b)	31
<b>Figura 33</b>	Imagem foto-realística da Classon Bookshelf.	33
<b>Figura 34</b>	Capo Lounge Armchair, com manta espinhada. Fonte: De La Espada (2021a)	37
<b>Figura 35</b>	Mantas alentejanas. Fonte: Fabricaal (2021)	37
<b>Figura 36</b>	Tear manual. Fonte: De La Espada(2021a)	37
<b>Figura 37</b>	Cadeira Portuguesa nas esplanadas da década de 30. Fonte: Adico (2019)	39
<b>Figura 38</b>	Cadeira Portuguesa - modelo 5008 da empresa ADICO. Fonte: Adico (2014a)	39
<b>Figura 39</b>	Máquina de corte de tudo da ADICO.	42
<b>Figura 40</b>	Processo de dobragem do tubo metálico da ADICO.	42
<b>Figura 41</b>	Talão de ligação dois perfis tubulares.	42
<b>Figura 42</b>	Matriz metálica para o assento.	42
<b>Figura 43</b>	Processo de fosfatização do metal.	42
<b>Figura 44</b>	Borrachas para proteção durante o empilhamento das cadeiras.	43
<b>Figura 45</b>	Aplicação do logótipo da empresa.	43
<b>Figura 46</b>	Molde para furação do tampo em madeira.	43
<b>Figura 47</b>	Cadeira Gonçalo, da empresa Arcalo. Fonte: Arcalo (2021)	44
<b>Figura 48</b>	Tonalidades do vime, mediante o processo.	45
<b>Figura 49</b>	Processo de rachar os talos.	46
<b>Figura 50</b>	Passagem dos talos numa feira.	46
<b>Figura 51</b>	Peça com diferentes cores e padrões.	46
<b>Figura 52</b>	Variação de estruturas abertas e fechadas.	46
<b>Figura 53</b>	Plantação de vime.	47
<b>Figura 54</b>	Candeeiro feito de medula de bambu.	47
<b>Figura 55</b>	Cesto feito de talas de madeira.	47
<b>Figura 56</b>	“Descascamento” do vime.	47
<b>Figura 57</b>	Fábrica da “Extremos”.	47
<b>Figura 58</b>	Maquinaria para preparar o material.	48
<b>Figura 59</b>	Tecelagem de talas de madeira.	48
<b>Figura 60</b>	Cestos para a indústria alimentar.	48
<b>Figura 61</b>	Artesão a trabalhar o vime sintético	48

<b>Figura 62</b>	Secção de carpintaria da fábrica	<b>48</b>
<b>Figura 63</b>	Talas de madeira.	<b>48</b>
<b>Figura 64</b>	Cesto de talas e cinta elástica.	<b>49</b>
<b>Figura 65</b>	Moodboard de amostras.	<b>49</b>
<b>Figura 66</b>	Dimensões básicas aceites num projeto de uma cadeira polivalente. Adaptado de (Panero & Zelnik, 2008)	<b>56</b>
<b>Figura 67</b>	Dimensões da cadeira Portuguesa (em milímetros). Adaptado de: ADICO (2014a)	<b>57</b>
<b>Figura 68</b>	Moodboard das derivações da cadeira Portuguesa da ADICO.	<b>59</b>
<b>Figura 69</b>	Moodboard de cadeiras do catálogo De La Espada	<b>60</b>
<b>Figura 70</b>	Moodboard de cores e padrões artesanais em vime.	<b>60</b>
<b>Figura 71</b>	Ultima fase do processo de exploração da forma.	<b>61</b>
<b>Figura 72</b>	Referência de entrelaçado de vime	<b>61</b>
<b>Figura 73</b>	Renderização do primeiro modelo CAD.	<b>64</b>
<b>Figura 74</b>	Protótipo de impressão 3D dos vários componentes.	<b>66</b>
<b>Figura 75</b>	Protótipo de impressão 3D do modelo assembledo.	<b>66</b>
<b>Figura 76</b>	Análise de falhas	<b>67</b>
<b>Figura 77</b>	Formas geométricas possíveis para elementos finitos: (a) unidimensionais, (b) bidimensionais e (c) tridimensionais. Adaptado de: Teixeira-Dias et al. (2010)	<b>69</b>
<b>Figura 78</b>	Representação esquemática do processo de discretização de um domínio, por elementos finitos. Adaptado de: Teixeira-Dias et al. (2010).	<b>70</b>
<b>Figura 79</b>	Restrições (a verde) e solicitações (a rosa) aplicadas ao modelo CAD.	<b>71</b>
<b>Figura 80</b>	Carga de 2000N distribuída pela superfície do assento.	<b>72</b>
<b>Figura 81</b>	Cargas aplicadas ao encosto: 100N do lado esquerdo e 50N do lado direito	<b>72</b>
<b>Figura 82</b>	Medição da área do assento	<b>72</b>
<b>Figura 83</b>	Medição da área superior do encosto.	<b>73</b>
<b>Figura 84</b>	Medição da área lateral do encosto.	<b>73</b>

## Índice Tabelas

<b>Tabela 1</b>	Análise de falhas (FMEA)	<b>68</b>
-----------------	--------------------------	-----------





# 01

## INTRODUÇÃO

## **1.1 Contextualização**

O documento surge da oportunidade de realização de um estágio curricular na empresa Brasão De La Espada S.A.

O contato diário com a equipa de profissionais e técnicos especializados nas diversas áreas inerentes à produção, proporcionaram uma aprendizagem a nível profissional e pessoal, contribuindo para o desenvolvimento de novas competências.

A possibilidade de implementação das várias tarefas e projetos desenvolvidos permitiram reconhecer a diversidade de questões e constrangimentos que podem surgir ao longo do desenvolvimento de um produto, bem como os diversos fatores de que este processo pode vir a depender.

## **1.2 Motivações e objetivos**

A escolha pela tipologia de estágio advém da necessidade de implementar conhecimentos e ferramentas a projetos reais, com intuito de compreender as diferentes fases inerentes ao desenvolvimento de produto. Considera-se que o acompanhamento permanente do processo de fabrico dos produtos desenhados, é um fator de extrema importância que alia não só as duas áreas científicas de Design e Engenharia Mecânica, como toda uma equipa multidisciplinar, pronta para trabalhar em soluções que visem o melhor processo, materiais e metodologias a implementar.

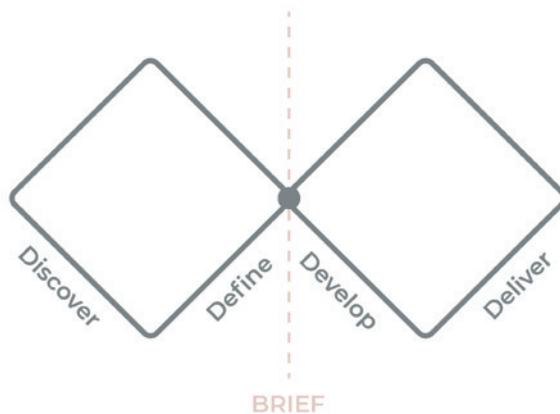
Entende-se como objetivos do estágio, a consolidação dos conhecimentos previamente adquiridos ao longo do percurso

académico e a aprendizagem de novos processos, materiais, ferramentas, tecnologias e soluções que possam contribuir para um crescimento como profissional. O contato diário com os diversos constrangimentos e desafios que surgem no decorrer do processo de fabrico, contribuem para uma evolução de conhecimento técnico intrínseco ao projeto assistido por computador (CAD/CAE), permitindo uma melhor abordagem e idealização construtiva de um produto.

O projeto autoproposto visa aliar os conhecimentos adquiridos ao longo do estágio e do percurso académico, procurando corresponder aos aspetos estéticos, técnicos e produtivos da empresa.

### 1.3 Metodologia

A abordagem metodológica adotada no presente trabalho baseia-se no processo de design Double Diamond. Este processo foi lançado em 2004 pela instituição British Design Council e é representado por um esquema de dois diamantes, como mostra a Figura 1.



**Figura 1** Metodologia Double Diamond. Adaptado de: Design Council (2021)

Os dois diamantes representam o processo de exploração de ideias e problemáticas divergentes, de uma forma mais ampla – pensamento divergente – focando-as de seguida, em ações direcionadas – pensamento convergente.

Segundo Design Council (2021), a metodologia é então dividida em 4 fases:

A primeira fase do primeiro diamante – **Discover** – engloba todo o processo de pesquisa e investigação na procura e compreensão da problemática. Esta fase exige recolha de informação através das pessoas que são afetadas pelo problema, procurando por novas oportunidades e soluções;

Na fase seguinte – **Define** – é analisada e refinada toda a descoberta coletada na primeira fase, procurando definir o desafio através das melhores ideias e soluções selecionadas.

Já no segundo diamante, surge a fase – **Develop** – onde é apresentada a solução da proposta final, como brief ao projeto.

A fase final – **Deliver** – envolve o teste de diferentes soluções e a aprovação do conceito final, até chegar a um produto pronto a ser produzido.

## 1.4 Estrutura do documento

O presente documento encontra-se dividido em quatro capítulos essenciais:

O primeiro capítulo – **Introdução** - é dedicado à introdução de todo o trabalho, desde a sua contextualização, objetivos, motivações, metodologia de desenvolvimento e estrutura do documento.

O segundo capítulo – **Estágio** - refere-se ao estágio e engloba uma contextualização da empresa, desde a sua história, catálogo e valores, seguido de uma apresentação dos projetos de maior relevância que foram desenvolvidos no decorrer do estágio.

No terceiro capítulo – **Projeto** - é introduzido o projeto, onde, numa primeira fase, é apresentada a contextualização do tema e respetivas considerações que levaram à construção do projeto brief. É aqui que o projeto se desenvolve, desde a fase concetual ao projeto de detalhe, culminando na proposta final do tema.

O quarto capítulo – **Conclusões** - refere-se às conclusões retiradas de toda a experiência do estágio e projeto, bem como às propostas de desenvolvimento futuro, onde são observadas melhorias no projeto.

É na seção de anexos que pode ser consultada a informação complementar da dissertação.



02

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

## 2.1 História da empresa

### A marca De La Espada



Figura 2 Logotipo De La Espada

A marca De La Espada (Figura 2), fundada em 1993 pelo casal Luís de Oliveira e Fátima De La Espada, começou por atuar como designer e fabricante dos seus próprios produtos, abrindo a sua primeira loja no ano de 1996, em Londres. Depois de expandir o seu negócio por Nova Iorque, Los Angeles, São Francisco e Amesterdão, a marca decide adotar uma nova abordagem e criou uma parceria com designers e estúdios de renome internacional, abandonando o desenho dos seus produtos.

Nestas parcerias, constam nomes como Autoban, Studioilse, Jason Miller, Manuel Aires Mateus, Matthew Hilton, Neri&Hu e Luca Nichetto. A marca passou assim a adquirir uma forte ligação ao mundo do design.

Por forma a garantir a venda e divulgação dos seus produtos, a empresa centralizou a produção em Portugal e criou uma rede de revendedores por todo o mundo, para onde exporta a esmagadora maioria dos seus produtos.

### A empresa – Brasão De La Espada

É em 2004 que a De La Espada decide adquirir a Brasão, antiga fábrica de mobiliário, especializando-se em madeira maciça e na combinação de técnicas artesanais com as mais recentes tecnologias de produção (Figura 3), por forma a criar produtos que se destacam no detalhe e longevidade.

Sediada em Mira, Portugal, a empresa está inserida no mercado de alta gama pela qualidade intrínseca na variedade de materiais e pelo desenho e detalhes minuciosos das peças.



**Figura 3** Tecnologia CNC aliada ao trabalho do artesão. Fonte: De La Espada (2021c)

É aqui que, através da interação dos designers com a equipa de desenvolvimento de produto, que são discutidos os aspetos técnicos e construtivos do produto, sem prescindir do desenho original das peças.

O processo produtivo da empresa é focado no controlo numérico computadorizado aliado ao trabalho técnico e tradicional do artesão contemporâneo. Desta forma é possível criar um quebra-cabeça de peças (Figura 4), onde cada uma é trabalhada individualmente e depois em conjunto. Apesar da complexidade e custo acrescentado para este resultado, a empresa prefere apostar em criar peças que são definidas pela geometria e formatos diferenciadores e únicos.



**Figura 4** Detalhes das peças. Fonte: De La Espada (2021c)

## 2.2 Catálogo

Com influências do movimento Art & Crafts e do design escandinavo da década de 50, a De La Espada foca-se na produção de peças chave para a casa, apresentando uma vasta gama de produtos que vão desde diversas tipologias de cadeiras, mesas, sofás, camas, arrumação e acessórios (Figura 5).

Existe uma diversidade de materiais que podem surgir combinados com as madeiras nobres, tais como tecidos, metais, pedras, cortiça, vidros, que atendem aos altos padrões de qualidade da empresa.

Todos os seus produtos evidenciam um alto nível de detalhe minucioso bem como uma alta qualidade de materiais e acabamentos, diferenciando-os pela complexidade com que são projetados e integridade que refletem.

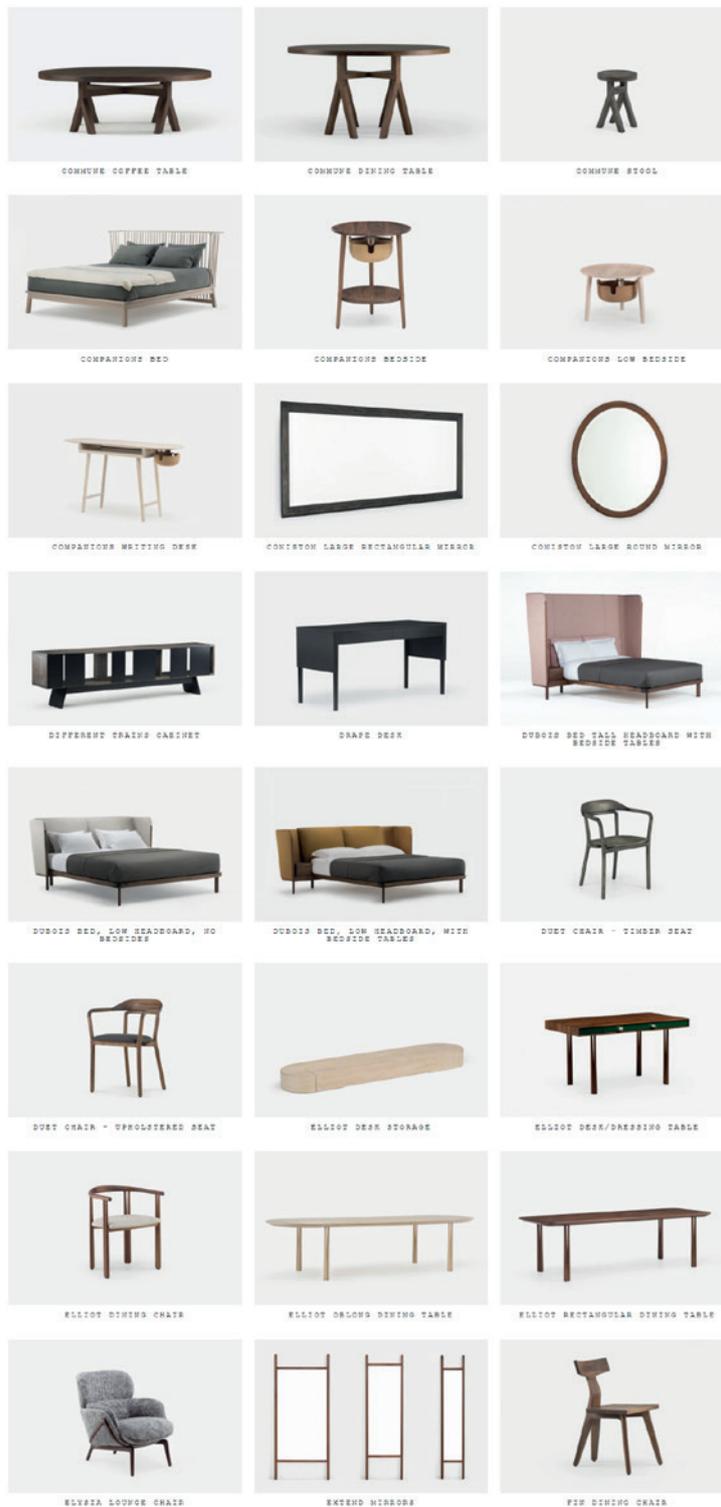
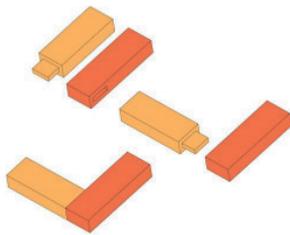
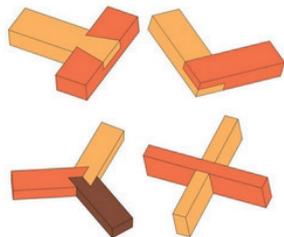


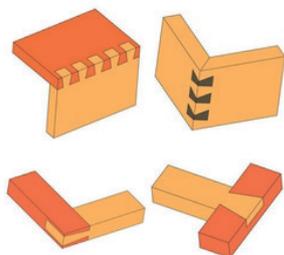
Figura 5 Parte do catálogo da empresa. Fonte: De La Espada (2021b)



**Figura 6** Encaixe em espiga.  
Fonte: Craftsmanspace (2021)



**Figura 7** Encaixe meia madeira.  
Fonte: Craftsmanspace (2021)



**Figura 8** Encaixe cauda de andorinha.  
Fonte: Craftsmanspace (2021)

## 2.3 Valores

A empresa aposta em éticas sustentáveis para a sua produção. Hoje em dia a fábrica é alimentada por painéis solares e recorre a materiais e acabamentos de baixo impacto ambiental. Existe ainda uma grande consciencialização na matéria-prima usada, sendo toda ela proveniente de florestas sustentáveis onde as árvores são metodicamente podadas, monitorizadas e replantadas, garantindo pranchas de alta qualidade e resistência, com veios visualmente mais consistentes.

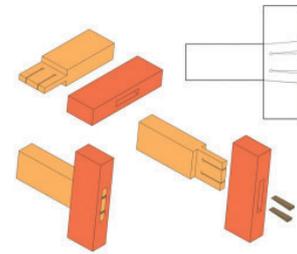
Também a longevidade dos produtos, é um princípio fundamental para a empresa. Todas as peças são meticulosamente construídas e detalhadas com o objetivo de durarem uma vida toda. Através da maquinaria por controlo numérico computadorizado – CNC, aliada ao trabalho técnico dos mestres artesãos, são usadas ligações tradicionais de alta resistência de madeira com madeira, como o encaixe em espiga (Figura 6), meia madeira (Figura 7), cauda de andorinha (Figura 8) e espiga com cunha (Figura 9). Quando unidas com cola de madeira à base de água, esta penetra profundamente nas fibras da madeira, criando uma ligação inquebrável. Este tipo de ligações são extensamente utilizadas na construção do seu mobiliário, contribuindo para o fabrico de móveis com uma grande estabilidade estrutural (Silva, 2018).

Por forma a garantir a integridade dos seus produtos ao longo do seu tempo de vida, a empresa disponibiliza aos seus clientes, um manual e um kit de cuidados e manutenção com todo o apoio técnico necessário. Em casos de necessidade de reparo, dispõe ainda de um atendimento e serviço especializado e vitalício para a recuperação das peças.

O facto de trabalhar por encomenda, garante que apenas uma quantidade de material e energia são necessárias à produção, reduzindo o desperdício.

A empresa trabalha essencialmente com o carvalho branco americano, com nogueira negra americana, freixo europeu e Douglas fir europeu.

Além de produzir mobiliário, a De La Espada promove a discussão, debate e aprendizagem através de eventos como música, teatro, arte, exposições e conversas com líderes de design e de pensamento. São explorados variadíssimos temas, dando relevo a questões relacionadas com as alterações climáticas e a sociedade.



**Figura 9** Encaixe em espiga com cunha. Fonte: Craftsmanspace (2021)



03

ESTÁGIO

### 3.1 Contextualização

Com a integração na equipa de desenvolvimento de produto foi possível desenvolver diferentes projetos e tarefas diárias inerentes à produção, de diferentes finalidades e tempos de execução:

- Modelação CAD para CAM e preparação de documentação técnica para produção;
- Otimização e redesenho de produtos existentes;
- Desenvolvimento de soluções para controlo de qualidade na produção;
- Pesquisa de novos materiais, técnicas e hardwares;
- Preparação de instruções de montagem para o cliente;
- Controlo de amostras, acabamentos e protótipos;
- Acompanhamento dos produtos em linha de produção;
- Comunicação e suporte técnico à equipa de vendas de Londres e EUA;

Neste capítulo é apresentada apenas uma seleção dos projetos mais relevantes e que melhor representam o trabalho desenvolvido no decorrer do estágio, sendo eles:

Estúdio de fotografia – controlo de qualidade;

Ando Chair – versão estofada;

Elliot Table – redesenho das travessas de suporte;

Classon Bookshelve – desenvolvimento de novo produto;



### **3.2 Estúdio de fotografia**

É na penúltima etapa da fase de produção, a montagem final, que os produtos são montados por forma a verificar a sua aprovação antes de seguirem para a seção de embalagem.

Todos os produtos montados são fotografados e identificados com as respetivas referências, por forma a manter um registo do estado das peças antes de saírem da fábrica.

Para garantir a melhor qualidade possível deste registo, foi proposto o desenvolvimento de um estúdio de fotografia para incorporar entre a seção de montagem final e embalagem.

O objetivo do estúdio é garantir uma iluminação apropriada e eliminar o ruído visual de fundo, tornando mais perceptíveis as cores e tonalidades dos materiais, detalhes das peças e qualidade dos acabamentos.

Foi proposto ainda que o estúdio incorporasse uma plataforma rotativa que permitisse rodar as peças de maiores dimensões apenas por uma pessoa, facilitando o posicionamento do ângulo da fotografia e a montagem pelos operadores.

Foi feito um levantamento do espaço físico, para registo das dimensões gerais do estúdio. Após se verificar que a peça de maiores dimensões do catálogo da empresa exigia um diâmetro de 4 metros para a plataforma, definiu-se este valor como base para a definição das dimensões gerais do estúdio.

Recorreu-se a uma simulação digital do espaço atual (Figura 10) e da solução proposta (Figura 11) para verificação da proposta. Foi tido em consideração o fluxo de trabalho dos operadores de cada seção, bem como o fluxo nas guias de passagem da fábrica. Estas considerações resultaram de uma

observação direta ao espaço e aos trabalhadores de ambas as seções a intervir.

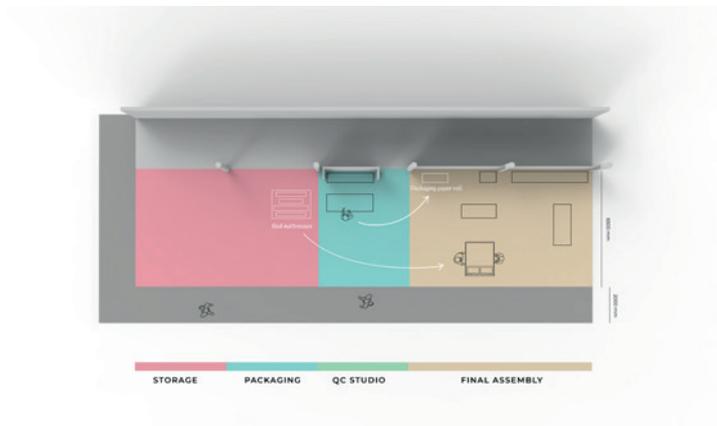


Figura 10 Simulação do espaço atual.

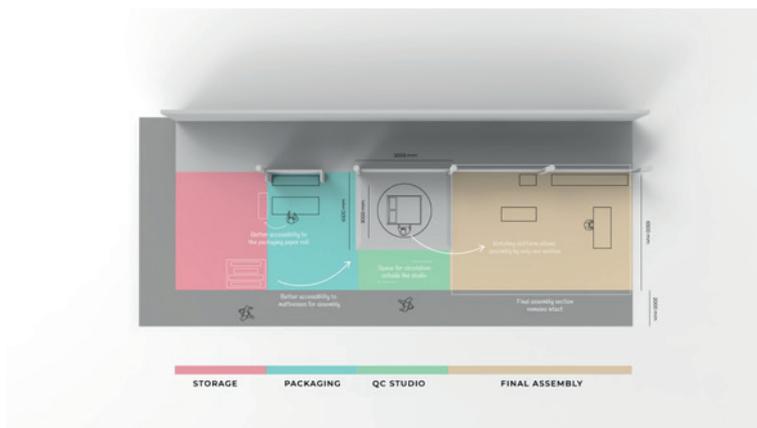


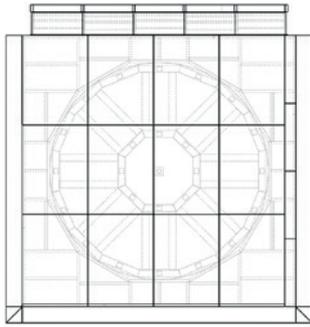
Figura 11 Simulação da proposta de novo fluxo.

Foi feita uma pesquisa do rolamento mais indicado para a plataforma, ponto que viria a ser o centro do eixo de rotação. Definiu-se o rolamento de rolos cónicos de uma fila (Figura 12), por ser um tipo de rolamento que permite suportar cargas combinadas, ou seja, a atuação de cargas axiais e radiais em simultâneo.

Para suporte e rotação da plataforma foram criados dois diâmetros de rodas fixas, distribuídos pela área da plataforma, garantindo resistência no centro e extremidades da área.



Figura 12 Rolamento de rolos cónicos de uma fila. Fonte: SKF (2021).

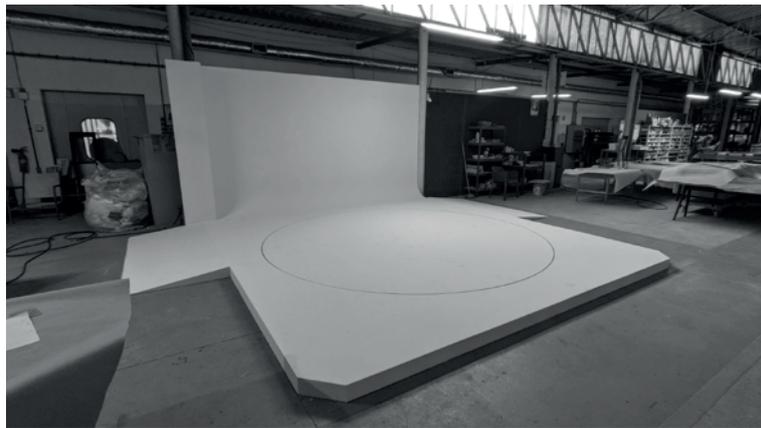


**Figura 13** Vista de topo da estrutura.

O projeto teve como premissa a reutilização de material proveniente de feiras antigas. Assim, foi feito um levantamento do material já existente, agrupando os painéis e travessas de suporte por quantidades, dimensões e espessuras. A partir destes dados, definiram-se as dimensões dos vários componentes.

Procurou-se facilitar a preparação do material na produção, com a redução do número de cortes e formas circulares. Assim, toda a estrutura foi desenhada com base em estruturas poligonais, ligadas por travessas de suporte, na sua maioria de dimensões iguais, como mostra a Figura 13.

As partes do estúdio foram então produzidas, montadas e pintadas, estando o resultado final apresentado na seguinte Figura 14.



**Figura 14** Estúdio montado e pintado.

Através do contato com fornecedores, adquiriu-se um suporte metálico e projetores led que viriam a formar a iluminação, juntamente com uma tela difusora. Definiram-se três projetores led distribuídos pela área, posicionando dois à frente para iluminação do objeto e um atrás, para anulação das sombras. Devido a atrasos na entrega, a montagem da iluminação encontra-se pendente.



### 3.3 Ando Chair



**Figura 15** Designer Matthew Hilton.  
Fonte: De La Espada  
(2021d)

Matthew Hilton, Figura 15, é um conceituado designer britânico que conta com quatro décadas de experiência na indústria. Fundou o seu estúdio em 2007 e mantém uma colaboração com a De La Espada desde 2008.

O desenho dos seus produtos expressa um complexo e elaborado conhecimento técnico, através de formas simples. Cada vista é contemplada e valorizada de igual forma, permitindo a apreciação do produto como um todo (Taipina, 2019). As suas peças tendem a ser atenciosas e despojadas, ao mesmo tempo em que ainda são contemporâneas (Matthew Hilton Studio, n.d.).

A Ando Chair, Figura 16, é uma cadeira de jantar relativamente compacta com um detalhe evidente das variações naturais dos veios do material.



**Figura 16** Ando chair, versão em madeira. Fonte: De La Espada (2021b)

A cadeira encontra-se disponível em nogueira negra americana, carvalho branco americano e freixo europeu, com um variado leque de acabamentos.

A proposta de desenvolvimento de uma versão estofada surge no contexto do lançamento de novos produtos da empresa para o catálogo de 2021.

Numa primeira fase procedeu-se à observação e análise da cadeira na sua versão em madeira. Esta observação foi feita através do modelo CAD e do modelo físico existente em stock, tendo em atenção os aspetos construtivos e detalhes do assento.

Verificou-se que o assento da versão em madeira apresenta uma curvatura responsável pelo conforto e, devido a esta curvatura, um rebaixo de superfície plana para o encaixe à aranha do assento, como mostra a Figura 17. Estes aspetos exigem mais que um processo de maquinação, recurso a moldes e um maior desperdício de material. Foi decidido então que o assento assumisse uma superfície plana, pois o processo de dupla maquinação e o desperdício gerado, não se justificariam num elemento estofado. Assim, o conforto dado pela curvatura é compensado pela ação da espuma do estofado, e o rebaixo deixa de ser necessário uma vez que a superfície já se assume plana.

Através da modelação CAD, desenhou-se a placa do novo assento, que seguiu a forma do assento original em madeira. Foi tido em consideração a aplicação de um rebaixo a toda a volta, Figura 18, para possibilitar a fixação da espuma e tecido no processo de estufagem, Figura 19.

Foi desenhado ainda um pequeno padrão de furos passantes na placa do assento (Figura 20), para possibilitar o fluxo de ar nos assentos de pele. Assim, o ar que é gerado no interior do estofado, no ato de sentar, tem por onde vazar, permitindo que as espumas atuem, ao invés de uma rigidez causada pela concentração de ar no estofado. As furações foram posicionadas no centro por ser a zona onde se concentra o maior peso, exigindo melhor vazamento do ar.

A seguinte fase teve foco no estudo antropométrico e ergonómico do assento. Analisou-se a distância entre assento e encosto da cadeira em madeira, por forma a cumprir a mesma distância na versão estofada. Esta distância serviu assim como referência à espessura da placa e das espumas.

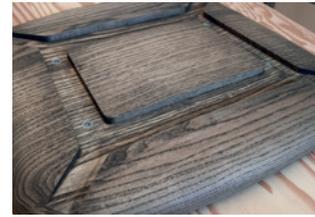


Figura 17 Detalhe do encaixe do assento.



Figura 18 Rebaixo para aplicação do bibe.



Figura 19 Processo de estofamento do assento.

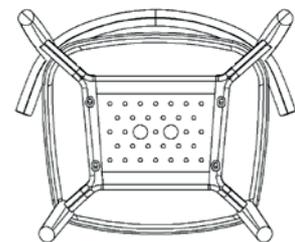


Figura 20 Padrão de furos passantes.

Num elemento estofado, é a densidade da espuma que proporciona o conforto do assento. Foram testadas diferentes combinações de espumas e o resultado eleito foi comparado com a versão em madeira, para verificar os distanciamentos e alturas do assento (Figura 21).



**Figura 21** Comparação de alturas entre as duas versões da cadeira.

Com a placa já estofada, aplicou-se o bibe, responsável por ocultar a fixação do tecido à placa. Aplicou-se ainda um tecido de burel com o propósito de ocultar as furações para respiração da pele e sobre este, as moedas simbólicas que a marca aplica em todos os seus produtos.

Aprovado o protótipo, Figura 22, procedeu-se à preparação da documentação técnica para a produção, onde foi feito o acompanhamento do desenvolvimento dos primeiros exemplares. O resultado final é apresentado na Figura 23.



**Figura 22** Protótipo do assento estofado.



**Figura 23** Versão estofada da cadeira Ando. Fonte: De La Espada (2021b)

### 3.4 Elliot Table



**Figura 24** Designer Jason Miller. Fonte: De La Espada (2021d)



**Figura 25** Linha Elliot de Jason Miller. Fonte: De La Espada (2021b)

Jason Miller (Figura 24) emergiu como um dos designers mais talentosos e aclamados nos Estados Unidos, com uma assinatura de design elegante e historicamente rico. A sua experiência nas indústrias de arte e publicidade ajudam-no a sintetizar o concetual com o funcional. O seu trabalho reflete uma abordagem contemporânea às sensibilidades estéticas americanas clássicas (Jason Miller Studio, n.d.). Miller dirige o Jason Miller Studio e a marca de iluminação contemporânea Roll & Hill.

A linha Elliot (Figura 25) de Jason Miller é inspirada na justaposição do design tradicional americano com uma linguagem de design moderno. Repletas de detalhe, a mesa Elliot Rectangular (Figura 26) e a mesa Elliot Oblong (Figura 27), fazem parte desta família, onde também pertence a cadeira e a penteadeira Elliot.



**Figura 26** Mesa Elliot Rectangular. Fonte: De La Espada (2021b)



**Figura 27** Mesa Elliot Oblong. Fonte: De La Espada (2021b)

Toda a linha encontra-se disponível em noqueira negra americana, carvalho branco americano e freixo europeu, com um variado leque de acabamentos.

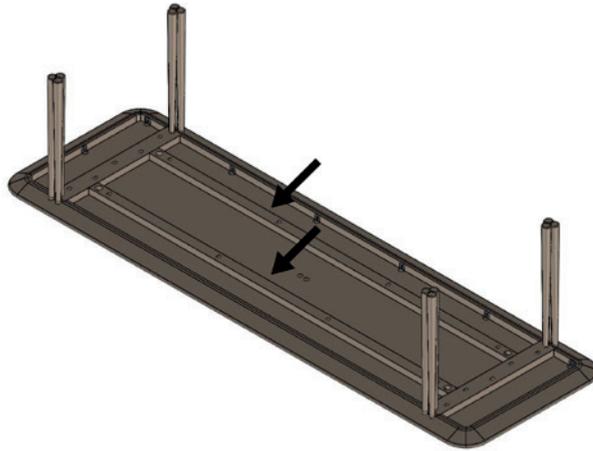
Como fora referido anteriormente, a empresa produz por encomenda e por este motivo, dispõe aos seus clientes a possibilidade de adquirir os produtos em dimensões personalizadas, sendo as mesas, os produtos com mais pedidos por esta opção.

Na sequência de um pedido de uma Elliot de três metros de comprimento, foram observados dois problemas graves de desempenho, no decorrer do controlo de qualidade. A mesa apresentava um empeno no centro do tampo, bem como alguma instabilidade nas pernas. Verificou-se que o motivo que levava a este comportamento foi o aumento significativo da distância entre pernas, levando a uma menor área de suporte no centro do tampo.

Após identificar os problemas, verificou-se a necessidade de rever a construção da mesa para os tamanhos de maiores dimensões.

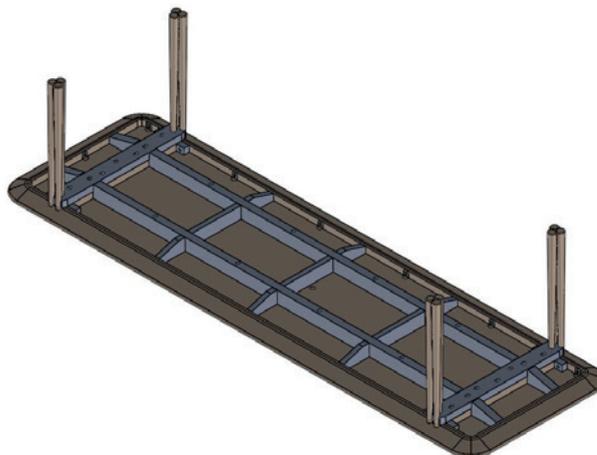
Constatou-se que o reposicionamento das pernas poderia vir a resolver parte do problema, uma vez que iria distribuir melhor o peso concentrado no centro do tampo, para as extremidades. No entanto, o redesenho obrigava a respeitar alguns aspetos

estéticos, como a necessidade de preservar o design original da mesa para que correspondesse ao modelo standard, ou seja, manter a mesma distância das extremidades do tampo às pernas. Como solução aos dois problemas encontrados, decidiu-se redesenhar as travessas longitudinais que sustentam o tampo, visíveis na Figura 28.



**Figura 28** Travessas longitudinais da mesa Elliot.

Começou-se por aumentar a espessura das travessas longitudinais, estender o seu comprimento à moldura do tampo e fixar as partes com um encaixe em espiga de cada lado. Por forma a garantir uma maior estabilidade no centro do tampo, constatou-se ainda a necessidade de incorporar travessas transversais ao longo da distância entre pernas (Figura 29).



**Figura 29** Reforço da estrutura do tampo da mesa Elliot para grandes dimensões.

Um dos aspetos que mais diferencia a mesa Elliot, é o desenho das suas pernas, compostas por três perfis tubulares que vão aumentando de diâmetro desde a base do tampo ao chão (Figura 30). Por este motivo, verificou-se que seria necessário acrescentar um maior reforço nesta zona de maior fragilidade. Foi criada uma travessa de reforço entre pernas, com o propósito atribuir maior resistência e fixação da zona mais estreita das pernas, travando o seu movimento e conferindo uma maior estabilidade.

Efetuar-se as mesmas alterações para a mesa Oblong e fez-se a preparação da documentação técnica para a produção, tendo sido acompanhado o desenvolvimento dos protótipos das duas mesas (Figura 31).



**Figura 30** Pormenor das pernas da mesa Elliot. Fonte: De La Espada (2021b)



**Figura 31** Protótipo das mesas Elliot.

### 3.5 Classon Bookshelf



**Figura 32** Linha Classon de Jason Miller. Adaptado de: De La Espada (2021b)

Jason Miller deixa mais uma vez a sua assinatura com a linha Classon (Figura 32), composta por três aparadores de configurações diferentes, uma cómoda baixa, uma cómoda alta e uma mesa cabeceira.

A linha encontra-se disponível em HDF pintado, numa vasta gama de cores com acabamento fosco acetinado ou brilhante e, ainda, numa variedade de madeiras e acabamentos. As pernas e puxadores de porta e gaveta de bronze polido, complementam a elegância do conjunto.

No seguimento do lançamento de um novo produto a incorporar na linha Classon, este projeto teve como objetivo o desenvolvimento de uma estante, para a realidade produtiva da empresa. Neste processo, foi analisada a documentação de vistas ortogonais fornecida pelo estúdio responsável, onde aspetos técnicos e construtivos foram deixados ao encargo da equipa de desenvolvimento. Por motivos de confidencialidade, não é possível partilhar o documento.

A partir da documentação, foram analisadas questões relacionadas com diversos aspetos, como estabilidade, resistência de encaixes e ligações, fixação das prateleiras e hardware mais indicado. Com estas questões técnicas resolvidas, foi possível proceder à modelação CAD, em solidworks.

Um modelo paramétrico é uma representação computacional de um projeto construído com geometrias que possuem atributos fixos e atributos variáveis (Hernandez, 2006). A modelação paramétrica é, portanto, de extrema importância para o processo de design, pois permite que sejam feitas alterações futuras sem que todo o modelo seja refeito. No entanto, o designer deve antecipar quais tipos de variações que

poderão surgir, a fim de determinar os tipos de transformações que o modelo paramétrico deve fazer (Hernandez, 2006). Por este motivo, numa primeira fase, procedeu-se à análise do modelo, identificando as eventuais transformações que este deveria assumir.

A primeira transformação desde logo identificada, e mais relevante, foi a das dimensões gerais do modelo, como altura, largura e profundidade. Sendo que a geometria da estante assumia uma construção em caixa, recorreu-se ao método de construção em gaiola (ou subconjuntos). Este método permite uma construção Up to Down, ou seja, do conjunto para os componentes), através de um sketch 3D inicial. Este sketch viria a ser o valor de referência dos atributos dos restantes componentes, ou seja, as alterações que fossem feitas diretamente nele, estariam diretamente ligadas a outros valores, fazendo-os variar com base no valor inicial. Para isto, foi necessário recorrer a relações e equações que especificavam como o valor inicial atribuído deve variar. Deste modo, o modelo responde às alterações desejadas e adapta-se aos novos valores dos atributos. A modelação paramétrica permite assim economizar tempo e custos na preparação do CAD, em especial para os modelos personalizados, pois exige apenas que alguns valores sejam alterados, sem que se tenha que apagar componentes ou redesenhar o modelo inteiro.

Tratando-se de uma estante, considerou-se pertinente permitir ainda a manipulação do número de prateleiras. Também o número de furações para fixação dos painéis foi projetado para variar mediante as dimensões gerais, assim, para dimensões maiores, seria atribuído aos componentes mais furações (com o mesmo espaçamento) e vice-versa.

Realizada a modelação CAD, procedeu-se para a preparação da documentação técnica para desenvolvimento do primeiro protótipo. Devido à grande ocorrência de outros projetos com maior prioridade, o desenvolvimento do protótipo não se realizou a tempo de se registar no presente documento, apresentando apenas uma imagem foto realística do produto modelado (Figura 33). No entanto, sabe-se que o acompanhamento constante do processo de fabrico será de extrema importância para a compreensão de eventuais constrangimentos que possam, ou não, surgir. Como fora referido anteriormente, a documentação técnica não é apresentada neste documento por motivos de confidencialidade, uma vez que o produto ainda não foi lançado na coleção.



**Figura 33** Imagem foto-realística da Classon Bookshelf.





04

PROJETO

## 4.1 Contextualização do projeto



**Figura 34** Capo Lounge Armchair, com manta espinhada. Fonte: De La Espada (2021a)



**Figura 35** Mantas alentejanas. Fonte: Fabricaal (2021)



**Figura 36** Tear manual. Fonte: De La Espada(2021a)

No Capítulo 2, são apresentados os valores em que a empresa se sustenta, referindo a prática de éticas sustentáveis, bem como a valorização no trabalho artesanal como parte integrante do seu processo produtivo.

O conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável está fortemente associado à necessidade de gerir os recursos naturais e a qualidade ambiental. O conceito abrange não só estes fatores, como apela à imprescindibilidade de garantir uma simbiose entre o ambiente, a economia e a sociedade, correspondendo assim aos três pilares da sustentabilidade (Almeida & Abranja, 2009).

Em 2001, a Organização das Nações Unidas (ONU) decidiu adotar o conceito do australiano Jon Hawkes, como o 4º pilar do desenvolvimento sustentável: a sustentabilidade cultural. O conceito refere-se à valorização de toda uma diversidade de costumes e tradições de um povo, e de que forma as suas ações se relacionam com a prática da preservação dos recursos necessários à sua sobrevivência (Nowill, 2020).

Recentemente a empresa tem vindo a apostar no princípio de recorrer a materiais e técnicas tradicionais e regionais portuguesas. Um grande exemplo são as Capo Lounge Armchair com manta espinhada (Figura 34), lançadas no catálogo 2021. Este têxtil trata-se da conhecida manta alentejana (Figura 35), manta tradicional da região do Alentejo, com uma herança que remonta a mais de um século. É composta por lã de ovelha merino local e fabricada à mão, num tear manual de madeira (Figura 36), pela Fábrica Alentejana de Lanifícios. O facto de a esmagadora maioria dos produtos fabricados na De La Espada serem exportados, contribui para uma maior promoção da cultura portuguesa a outros países.

Neste sentido, encontrou-se como oportunidade de intervenção, o desenvolvimento de um produto enquadrado no princípio de promover e valorizar a cultura portuguesa. Neste contexto, surge a reinterpretação da cadeira Portuguesa, uma referência icónica do design português, do século XX. Com quase 100 anos de história, apresenta um design intemporal reconhecido e apreciado por todos os portugueses, bem como os turistas que visitam o nosso país e sentem o conforto das nossas esplanadas.

O principal desafio do projeto assenta na adaptação do processo construtivo original, ao material e tecnologias da empresa, com recurso a metodologias e ferramentas inerentes ao processo de desenvolvimento de produto, das áreas científicas do Design e da Engenharia.

Pretende-se que a reinterpretação da cadeira possa valorizar o nosso território pela promoção do simbolismo do mobiliário português, assim como posicionar o produto num novo segmento de mercado, preservando os valores e padrões de alta qualidade da empresa.

No decorrer do estágio foi realizado um trabalho de pesquisa ao artesanato em vime, com o objetivo de coletar informação sobre a origem do material, comportamento, técnica e limitações. Por se tratar de um material e técnica regionais e, por corresponder a interesses e projetos futuros da empresa, considerou-se pertinente incorporar o vime no novo produto.

Para apoiar na construção do brief, foi feita uma contextualização da cadeira Portuguesa, complementada com informação recolhida durante uma visita realizada à fábrica da ADICO, primeiro fabricante registado da cadeira Portuguesa. A fase de pesquisa é ainda complementada com uma refinação da informação recolhida no decorrer do projeto de pesquisa do vime, que incluiu três visitas a artesãos locais.

Toda esta informação serviu de apoio para a construção do projeto brief, mais a frente apresentado.

## 4.2 A cadeira Portuguesa

Com quase 100 anos de presença nas esplanadas de todo o país, a cadeira portuguesa (Figura 37) é um ícone do design português.



**Figura 37** Cadeira Portuguesa - modelo 5008 da empresa ADICO. Fonte: Adico (2014a)



**Figura 38** Cadeira Portuguesa nas esplanadas da década de 30. Fonte: Adico (2019)

As primeiras cadeiras terão surgido na capital, na década de 30, em espaços emblemáticos como o Café Nicola, no Rossio e o Café Lisboa, na Avenida da Liberdade, tendo-se alastrado rapidamente por todo o país (Figura 38).

A cadeira, de estrutura tubular em aço, é composta apenas por quatro componentes: dois tubos estruturais que formam as pernas, um assento e um encosto. A sua principal característica, diferenciadora de qualquer cadeira comum, é evidenciada pelo facto de parte do tubo das pernas posteriores se prolongar até ser o apoio dos braços e contorno superior do encosto.

A cadeira apresenta claras influências da escola alemã Bauhaus e das cadeiras de tubo de aço curvado de pioneiros do design como Marcel Breuer, Mies Van Der Rohe e Mart Stam, editadas pela Thonet. Por este motivo, a cadeira Portuguesa tornou-se então numa icónica e apreciada figura “vintage” das esplanadas e tem sido sucessivamente reinterpretada por diversos arquitetos e designers, existindo variadíssimas versões da mesma.

No final dos anos 90, com a construção do Centro Cultural de Belém, a cadeira portuguesa foi escolhida, juntamente com outros modelos, para pertencer ao mobiliário do espaço. Por volta do mesmo período, foi criada uma norma, pela Câmara Municipal de Lisboa, que obrigava os comerciantes da Baixa a mobilarem as suas esplanadas com a cadeira “Portuguesa”, variando nas cores, que representavam as diferentes zonas da cidade (MOYO, 2014). A cadeira foi ainda protagonista no recinto da Expo 98, de onde desde então, tem sido bastante apreciada a nível internacional. É considerada como uma cadeira confortável, sólida e funcional, bela e sofisticada pela simplicidade das formas e elementos.

## **Autoria**

Apesar das controvérsias da sua autoria, a sua origem remonta para a década de 30, quando o empresário Adelino Dias da Costa constrói, em parceria com o fundador da FACAR, a primeira máquina portuguesa de fabrico tubular metálico, revolucionando o mobiliário metalúrgico em Portugal.

Com esta descoberta, Adelino, que já tinha a sua oficina aberta em Lisboa, decidiu fundar na sua terra natal, a Adico. Pela década de 30, começa a diversificar a sua área de negócio até ao setor do mobiliário hospitalar, desenvolvendo produtos de tecnologia avançada para a época, como mesas de operações hidráulicas. Esta temática foi-lhe trazida pela sensibilidade do acompanhamento da doença de seu filho, falecido em 1933. Mais tarde, a empresa desenvolveu uma linha de mesas e cadeiras de esplanada que rapidamente entrou no luxo dos cafés da capital lisboeta, nomeadamente a cadeira 5008, número de série da que viria mais tarde a ser batizada pelos portugueses como a cadeira “portuguesa”.

Devido ao seu sucesso, a cadeira de esplanada foi largamente reproduzida e introduzida a novos contextos como hotéis, escolas, cinemas, surgindo em variadíssimas versões. Uma delas é a célebre “Gonçalo”, batizada em homenagem ao mestre

serralheiro Gonçalo Rodrigues Dos Santos. Este terá recriado a cadeira, na década de 50, a partir de um outro modelo antigo, também da sua autoria. Foi o seu aprendiz, Manuel Caldas, que decidiu aperfeiçoar o modelo e fundar a Arcalo, produtora da cadeira Gonçalo.

A partir desse momento, a história e origem da cadeira entraram em discórdia, existindo, atualmente, dois modelos semelhantes: a cadeira Portuguesa da Adico e a cadeira Gonçalo da Arcalo. Ambas as empresas reivindicam a originalidade e autoria das suas cadeiras, no entanto, em setembro de 2018, a justiça atribuiu a paternidade da produção da primeira versão da cadeira portuguesa à Adico, num processo em tribunal contra a Arcalo (Ferreira, 2019).

Por forma a elaborar uma pesquisa mais aprofundada da origem da cadeira, entrou-se em contato com as duas empresas, onde foram ambas recetivas em fornecer informação adicional à pesquisa. Estando localizada próxima da zona de Aveiro, foi realizada uma visita à Adico, por forma a conhecer um pouco melhor da história e do processo de fabrico da cadeira.

## **Adico**

Fundada por Adelino Dias da Costa, na década de 20, a Adico encontra-se sediada em Avanca, no concelho de Estarreja do distrito de Aveiro. Adelino começou a ganhar o gosto pelo ofício na serralharia do seu pai e anos mais tarde, depois de muito procurar, conseguiu entrar para a fábrica Portugal, uma das pioneiras no fabrico de mobiliário metálico, tendo também passado pela conceituada empresa Silva & Silva.

Numa deslocação ao Porto, começou a estudar o fabrico de mobiliário metálico no norte do país e foi aqui que, em parceria com o fundador da FACAR, constrói a primeira máquina portuguesa de fabrico tubular. Decide então regressar à sua terra natal e abrir uma fábrica desta indústria, a Adico.

Como fora referido anteriormente, a Adico começou por desenvolver mobiliário hospitalar, mas com a necessidade de diversificar as oportunidades, começou a expandir o setor do mobiliário, onde hoje conta com um portefólio diverso que inclui variadíssimas versões do seu produto âncora, a cadeira Portuguesa<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Retirado de: <https://www.adico.pt/historia>

## Produção da cadeira Portuguesa

Na visita à fábrica, fui recebida pela Arquiteta Adelina Costa, sobrinha-neta de Adelino, que me mostrou todo o processo produtivo da cadeira. Foi dada a liberdade para fotografar o processo, desde que não fossem captados os operadores, por forma a respeitar a identidade dos mesmos.

A fábrica está dividida essencialmente por três seções dedicadas a cada material: a serralharia, onde é trabalhada a estrutura da cadeira; a carpintaria, onde são trabalhados os assentos de madeira; e os estofos, onde são produzidas almofadas para o assento e encosto.

Os tubos de aço e alumínio chegam à fábrica com 6 metros de comprimento. Com recurso a uma máquina de corte (Figura 39), os tubos são cortados com as dimensões pretendidas, maior comprimento para o tubo das pernas traseiras e menor para o das pernas dianteiras.

Seguidamente, os dois perfis tubulares seguem para a máquina de curvar tubo, que realiza o processo de forma automatizada (Figura 40). Os tubos são então soldados com um talão de ligação entre cada um dos lados do assento (Figura 41).

Após a solda, as cadeiras são retificadas por um operador que verifica o desempenho individualmente e em conjunto (empilhamento das cadeiras).

Paralelamente ao processo dos tubos, decorre numa outra seção da fábrica, a produção do assento e do encosto. Previamente cortadas a laser, as chapas são conformadas através de um processo de quinagem, com recurso a matrizes metálicas que lhe conferem a curvatura desejada (Figura 42).

Segue-se uma segunda operação de solda, desta vez para o assento e o encosto, onde são ainda adicionadas as duas barras que suportam o assento.

Com todos os elementos montados, as cadeiras seguem para um processo de fosfatização (Figura 43), responsável pela limpeza e proteção superficial do metal contra a corrosão, conferindo também uma melhor aderência à pintura.

Após o tratamento do metal, as cadeiras seguem para um

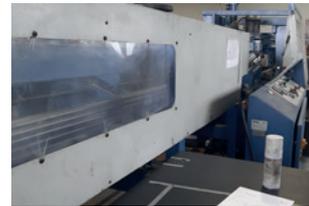


Figura 39 Máquina de corte de tubo da ADICO.



Figura 40 Processo de dobragem do tubo metálico da ADICO.



Figura 41 Talão de ligação dos perfis tubulares.



Figura 42 Matriz metálica para o assento.



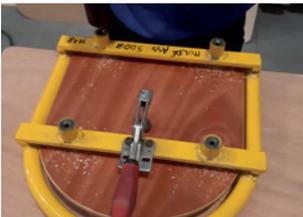
Figura 43 Processo de fosfatização do metal.



**Figura 44** Borrachas para proteção durante o empilhamento das cadeiras.



**Figura 45** Aplicação do logótipo da empresa.



**Figura 46** Molde para furação do tampo em madeira.

processo de pintura eletrostático a pó, onde recebem as mais diversas cores, mediante os pedidos. Posteriormente, passam por uma estufa de secagem com temperaturas que rondam os 200 graus.

Numa fase final, são aplicadas as borrachas sobre o assento, por forma a evitar o contato entre cadeiras, quando empilhadas (Figura 44). Ainda antes do embalamento, é aplicado, na parte traseira da cadeira, o simbólico logótipo da empresa (Figura 45), identificando-a como a cadeira portuguesa.

Para outras versões da cadeira, é na seção de carpintaria que são conformados os assentos em madeira, posteriormente furados com ajuda de um molde (Figura 46), para fixação do assento às barras de suporte.

Existe ainda a zona dos estofos, onde são produzidas diversas opções de almofadas para o assento e encosto.

## Arcalo

Devido à escassez de informação sobre a história da Arcalo, os dados recolhidos foram retirados de um artigo jornalístico.

Manuel Caldas, atual dono da Arcalo, nasceu e cresceu na mesma rua da antiga fábrica de Algés, onde começou a trabalhar aos 17 anos. Viajou para a Alemanha e quando regressou a Portugal e viu que a empresa ia fechar portas, decidiu apostar na cadeira deixada pelo seu falecido mestre Gonçalo Rodrigues dos Santos e comprar a fábrica.

Manuel decidiu então aperfeiçoar o modelo e batizá-lo com o nome do seu mestre, nascendo assim a cadeira Gonçalo (Figura 47). Em 1995, Manuel Caldas apresentou ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), um pedido de registo da Arcalo como marca, tendo-lhe sido concedido apenas em 1997, data a partir do qual a fábrica é reconhecida como marca nacional de móveis metálicos. Foi registada ainda, no mesmo ano, a cadeira Gonçalo, como modelo industrial nacional.



**Figura 47** Cadeira Gonçalo, da empresa Arcaló. Fonte: Arcaló (2021)

Mais tarde, a empresa ficou responsável por equipar todo o recinto da EXPO 98. O evento trouxe uma maior procura pela cadeira, popularizando-a também pelo mundo. No ano de 2000, a fábrica sedia-se no Cartaxo, onde atualmente se dedica à produção de mesas e cadeiras, com especial foco na cadeira Gonçalo e restantes variações que tem vindo a desenvolver<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Retirado de: <https://observador.pt/2016/01/16/goncalo-cadeira-toda-gente-ja-sentou>

### 4.3 O vime

A escolha do vime como material integrante no projeto, surge de um trabalho de pesquisa realizado no decorrer do estágio. O principal objetivo da pesquisa centralizou-se em compreender a origem do material, o seu comportamento, técnica e limitações, para incorporar no desenvolvimento de novos produtos da empresa. A investigação visava ainda encontrar a colaboração de alguns artesãos tradicionais, por forma a garantir o diálogo entre artesão e designer.

Através do portal do Centro de Formação Profissional para o Artesanato e Património (CEARTE), foi possível procurar artesãos por ofício e por região. Inicialmente restringiu-se a pesquisa à região de Mira e Aveiro, no entanto, devido à escassez de artesãos cesteiros, estendeu-se a pesquisa a outras regiões como o centro e norte do país. Assim foram agendadas três visitas: Cesteiros de Aveleira, Artesanato Pereira e Extremos. Toda a informação recolhida foi tratada e organizada por entidade, por forma a registar o processo e técnica de cada artesão.



**Figura 48** Tonalidades do vime, mediante o processo.

#### Cesteiros de aveleira

Localizados na Aveleira, pequena aldeia situada no concelho de Vila de Rei, centro geodésico de Portugal, Abel e seu irmão José trabalham neste ofício há 40 anos. Por estarem rodeados de serra e rio, numa zona bastante rural, têm toda a matéria-prima à sua disposição, não dependendo de terceiros.

#### O material

Depois de colhido, o vime pode variar em cor, espessura e acabamento. A cor pode variar entre 3 tons (Figura 48),

dependendo do processo que é usado:

- Vime cru banhado em água: cor branca;
- Vime cozido em caldeira de água por cerca de 8 horas: castanho-claro;
- Vime cru, seco naturalmente em local escuro por aproximadamente 1 mês: castanho-escuro.

A espessura pode ser bastante variada, dependendo se é usado o vime inteiro ou rachado. Dependendo da aplicação, talos mais finas e homogêneas podem ser escolhidas para uso integral (uma a uma ou duas a duas, se muito finas) ou talos mais grossos que são abertas longitudinalmente com o auxílio de uma ferramenta arcaica (Figura 49), resultando em 3 ou 4 tiras por curso. As tiras resultantes passam então por uma fiação (Figura 50), a fim de reduzir a espessura. É comum usar uma e outra variante na mesma peça, sendo que, por norma, os talos de vime inteiro são aplicados nas áreas onde se deseja maior resistência.

Em relação ao acabamento, foi informado que qualquer acabamento para madeira pode ser aplicado. Normalmente é aplicado um verniz que pode ser misturado com diluente para cortar o efeito de brilho e evitar arranhões que possam ser percebidos.

### Trabalhabilidade

O vime não tem limitações na forma ou no entrelaçamento, permitindo a criação dos mais variados padrões e formas, deixando à imaginação de cada um. Abel diz que muitas vezes desenvolvem entrelaçamentos baseados em desenhos enviados por pessoas. É possível combinar as várias cores, em vários padrões e formas (Figura 51), trabalhar os painéis individualmente para posterior aplicação nas peças e jogar com estruturas mais abertas ou mais densas, mediante a resistência que se pretende atribuir às peças (Figura 52).

### Manutenção

O material não deve ser exposto a alta humidade e deve passar por manutenção a cada 4/5 anos. Essa manutenção envolve a lavagem com água e detergente, seguida de um novo verniz. Abel e José costumam fazer esse trabalho para os clientes, mas com algumas instruções, pode ser feito pelos próprios clientes.



Figura 49 Processo de rachar os talos.



Figura 50 Passagem dos talos numa fiação.



Figura 51 Peça com diferentes cores e padrões.



Figura 52 Variação de estruturas abertas e fechadas.



Figura 53 Plantação de vime.



Figura 54 Candeeiro feito de medula de bambu.



Figura 55 Cesto feito de talas de madeira.



Figura 56 "Descascamento" do vime.



Figura 57 Fábrica da "Extremos".

## Amostras

Procurou-se obter o máximo de registo fotográfico de formas, cores e padrões possíveis de se trabalhar com o vime. Foram ainda recolhidas algumas amostras de talos de vime de várias espessuras e comprimentos.

## Artesanato pereira

À semelhança dos "Cesteiros de Aveleira", Abílio tem a sua oficina situada numa pequena aldeia perto de Barcelos, onde cultiva, colhe e processa o seu vime. Ele planta 3 tipos diferentes de vime: Xileno, Português e Espanhol (Figura 53). O xileno tem a melhor qualidade para trabalhar, mas todos são semelhantes em durabilidade e aparência final. Abílio diz que as camadas de neve e frio conferem ao vime uma qualidade superior, condições essas que existem na região de Barcelos.

Todos os materiais e processos utilizados são idênticos aos de Abel, assim como trabalhabilidade e oficina. Abílio utiliza 4 tipos de materiais/técnicas: vime, palha, medula de bambu (Figura 54) e talas (Figura 55). Abílio diz que a medula de bambu tem o mesmo comportamento do vime e pode ser trabalhado da mesma forma. A maior diferença entre eles é que a medula de bambu assume sempre a mesma espessura ao longo do talo, enquanto a espessura do vime vai variando da raiz até às pontas.

Na visita foi ainda possível observar o processo de "descascamento" do vime (Figura 56), que consiste em retirar toda a capa vegetal que reveste o talo, garantindo uma superfície lisa e uniforme para trabalhar.

## Extremos

Diferente das visitas anteriores, a "Extremos" (Figura 57) é uma fábrica localizada na nova zona industrial de Braga. A empresa opera numa pequena linha de produção de artesãos da fábrica e ainda com parcerias de artesãos locais. Trabalham com os mesmos 4 materiais (vime, palha, medula de bambu e talas) e ainda outro: vime sintético, que oferece um leque variado de cores e espessuras. Este vime é utilizado principalmente para superfícies comerciais e na indústria alimentar, como por exemplo cestos para seções de frutaria e legumes, pois

respeita os padrões de higiene e o produto acaba por ter mais durabilidade devido à maior resistência à humidade (Figura 58).

O vime sintético é processado a partir de plásticos reciclados e é obtido numa bobine de filamento, de onde os artesãos vão trabalhando continuamente (Figura 59). As suas instalações são muito bem organizadas com maquinaria e ferramentas que lhes permitem preparar o material para trabalhar com rapidez e eficiência, ao invés dos processos ancestrais demorados (Figura 60).



**Figura 60** Maquinaria para preparar o material.



**Figura 58** Cestos para a indústria alimentar.



**Figura 59** Artesão a trabalhar o vime sintético

Uma das seções da fábrica dedica-se a carpintaria (Figura 61), onde são preparadas as talas de diversos tipos de madeira, como o castanho, o carvalho, o pinho e o choupo (Figura 62). Estas podem ser pintadas e tratadas com os mesmos acabamentos da madeira. Para este tipo de tecelagem, começa-se por fazer uma esteira de talas com o apoio de um equipamento. Em seguida, esta esteira é conformada a partir de moldes e trabalhada manualmente até atingir a forma desejada (Figura 63).



**Figura 61** Secção de carpintaria da fábrica



**Figura 63** Tecelagem de talas de madeira.

Através da exposição de cestos, foi possível observar também a possibilidade de cruzamento do vime com outros materiais, como tecidos e cintas (Figura 64).



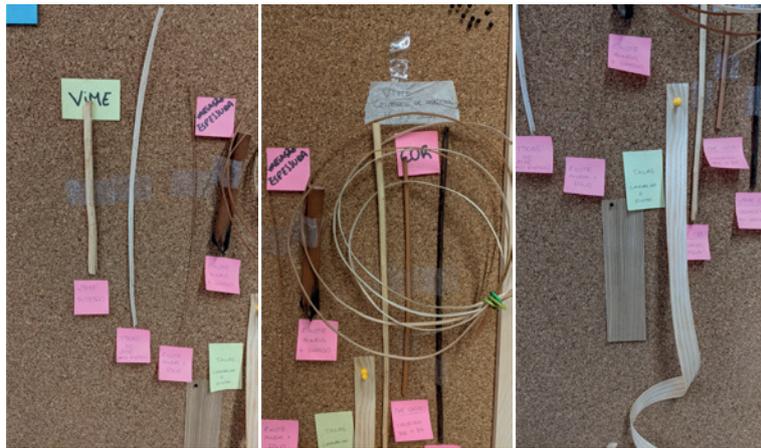
**Figura 62** Talas de madeira.



**Figura 64** Cesto de talas e cinta elástica.

Numa última fase da pesquisa, foi organizada toda a informação por visita e construído um moodboard para cada uma, com uma seleção de várias imagens dos padrões, cores, materiais e entrelaçados.

As amostras recolhidas foram reunidas e expostas num moodboard do escritório, por forma a estarem acessíveis durante a fase do projeto (Figura 65).



**Figura 65** Moodboard de amostras.



#### 4.4 Considerações

Com o estudo da cadeira portuguesa, foi possível perceber que existem dois modelos semelhantes, a cadeira Portuguesa e a cadeira Gonçalo. Apesar das discórdias entre fabricantes, ambas as cadeiras tiveram desde início um grande sucesso entre inúmeros cafés, hotéis, cinemas e até grandes eventos, onde ainda hoje estão presentes. Decidiu-se considerar a cadeira Portuguesa da ADICO e respeitar alguns aspetos identificadores da mesma, como a geometria do perfil tubular das pernas e o ângulo em “V” do encosto ao assento (na sua vista frontal).

Com a visita à fábrica, foi possível perceber o processo produtivo da cadeira, identificando as principais características a nível de geometria e os vários componentes que integra. Constatou-se que a conceção de uma cadeira desenhada especificamente para a produção tubular metálica, viria a trazer alguns desafios na construção de uma cadeira com a mesma geometria, para um material como a madeira, devido às limitações que o seu comportamento apresenta.

Desta forma, percebeu-se que alguns aspetos, como a inclinação da perna traseira e a curvatura do braço, teriam que ser alvo de maior atenção.

As visitas aos artesãos cesteiros foi fundamental para conhecer o material, o seu processamento e técnica, permitindo ainda recolher um registo fotográfico da diversidade de padrões e cores que se podem combinar. Decidiu-se que o vime seria incorporado no encosto da cadeira, transferindo-lhe assim uma nova personalidade.



## 4.5 Projeto brief

O projeto brief atua como uma ferramenta chave de comunicação, construída antes de se iniciar o desenvolvimento do projeto. É nesta fase que é descrita a tipologia de produto, estabelecidos os objetivos e restrições gerais para o projeto e definido o público-alvo a alcançar.

### Produto

Reinterpretação da cadeira portuguesa para um novo segmento de mercado, enquadrado nos valores e padrões de alta qualidade da De La Espada.

### Objetivos

O principal objetivo do projeto passa pela promoção da cultura portuguesa através da reinterpretação de uma cadeira de referência no design português e do uso do artesanato em vime.

A cadeira deve estar enquadrada nos valores e padrões de alta qualidade da empresa, assumindo os mesmos materiais e processos de fabrico da mesma.

### Restrições e pressupostos

Uma vez que o perfil tubular está na origem de todo o conceito da cadeira portuguesa, decidiu-se manter este aspeto, apesar do desafio que pode trazer no desenvolvimento técnico e funcional do produto.

O material a utilizar deverá ser a madeira maciça e o processo produtivo a tecnologia CNC. O modelo deverá ainda contemplar

as dimensões de uma cadeira de interior, pelo que será necessário um reajuste nas dimensões antropométricas da cadeira original.

### **Público**

O projeto deverá corresponder ao público da De La Espada, geralmente caracterizado por utilizadores de grande poder económico, que procuram produtos de alta qualidade nos materiais e acabamentos, assim como uma grande atenção ao detalhe.

## 4.6 Estudo antropométrico da cadeira

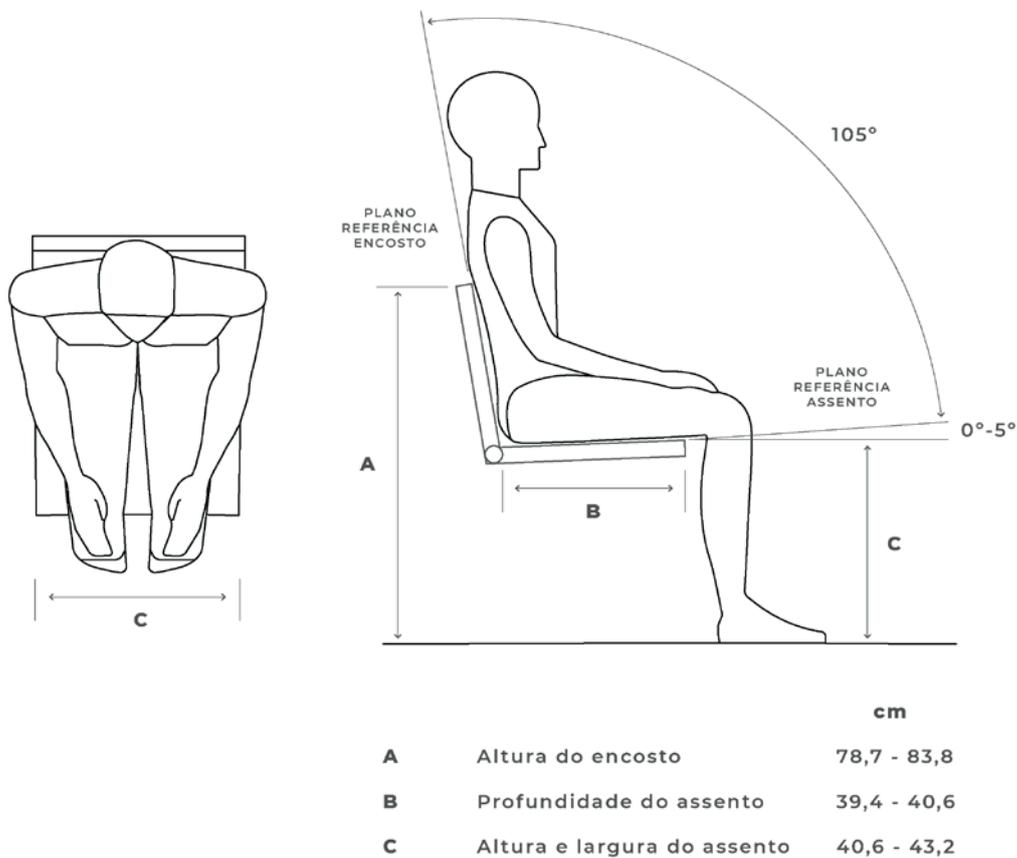
A antropometria é uma área científica que estuda as dimensões do corpo humano, como o tamanho do corpo, forma, força, mobilidade e flexibilidade (Pheasant & Haslegrave, 2018). O conhecimento das dimensões antropométricas, constitui o componente básico necessário para a projeção do conforto do utilizador bem como da funcionalidade do produto (Smardzewski, 2015).

Panero & Zelnik (2008), referem que o projeto de uma cadeira apresenta algumas dificuldades e desafios para os designers, devido à pequena quantidade de dados com relação à biomecânica do projeto de assentos, bem como a escassez de publicações sobre conforto. Os autores referem ainda que a maior dificuldade advém da consideração do ato de sentar-se como uma atividade estática, quando na realidade se trata de uma atividade dinâmica. Isto porque, quando sentado, o utilizador vai variando a sua posição corporal ao longo do tempo, na tentativa de contrabalançar o peso da cabeça e do tronco procurando por uma estabilidade corporal que reduza e alivie o esforço muscular aplicado noutras zonas do corpo, evitando assim o desconforto.

Assim, o projeto de uma cadeira deve ser baseado em dados antropométricos devidamente escolhidos, sendo necessário considerar como dimensões básicas a altura, profundidade e largura do assento e a altura do encosto (Figura 66).

Panero & Zelnik (2008), referem ainda algumas considerações relativamente a cada uma destas dimensões:

**Altura do assento:** representa a altura do topo da superfície do assento em relação ao piso e está intrinsecamente ligada ao conforto da parte inferior das coxas. Se a altura for muito



**Figura 66** Dimensões básicas aceites num projeto de uma cadeira polivalente. Adaptado de (Panero & Zelnik, 2008)

alta, pode dificultar a circulação sanguínea e, se muito baixa, impede o contato das solas dos pés com o piso, diminuindo a estabilidade do corpo.

**Profundidade do assento:** se for muito grande, pode ocorrer uma compressão dos tecidos da área logo atrás dos joelhos com a borda frontal da cadeira, interrompendo a circulação sanguínea e causando irritação e desconforto. O utilizador terá a tendência de se mover para a frente do assento como forma de contornar o desconforto, mas por estar a afastar as costas do encosto, deixando-as sem apoio, acaba por reduzir a estabilidade corporal e aumentar o esforço muscular exigido para manter o equilíbrio. Esta situação resulta em fadiga, desconforto e dores de costas. Quando a profundidade é muito pequena, o suporte na parte inferior das coxas é reduzido, causando incómodo na dobra das pernas.

**Encosto:** A sua principal função é o apoio da região lombar e é um dos aspetos mais importantes para garantir a acomodação do utilizador na cadeira. Devido à falta de dados antropométricos publicados, o dimensionamento deste componente é de maior dificuldade. A altura total do encosto pode variar mediante o tipo de uso que se pretende dar à cadeira.

### Antropometria da Cadeira Portuguesa

Tendo em conta as dimensões antropométricas mais relevantes ao projeto de uma cadeira, foram analisadas as dimensões da cadeira Portuguesa, ilustradas na seguinte Figura 67.



<b>A</b> Altura da cadeira <b>700</b>	<b>E</b> Altura do assento <b>425</b>
<b>B</b> Largura da cadeira <b>510</b>	<b>F</b> Profundidade do assento <b>410</b>
<b>C</b> Profundidade da cadeira <b>565</b>	<b>G</b> Altura do encosto <b>300</b>
<b>D</b> Ângulo das pernas <b>60°</b>	<b>H</b> Ângulo do encosto <b>105°</b>

**Figura 67** Dimensões da cadeira Portuguesa (em milímetros). Adaptado de: ADICO (2014a)

## **Considerações**

O estudo antropométrico de uma cadeira, deve ir ao encontro do tipo de uso que esta irá ter. A cadeira Portuguesa trata-se de uma cadeira de esplanada e, por este motivo, assume dimensões específicas que contribuem para uma posição mais relaxada, como por exemplo o acentuado ângulo do encosto. Outro aspeto relativo a cadeiras de esplanada, é a altura do assento, geralmente mais baixa relativamente a uma cadeira de jantar, correspondendo à altura da mesa de esplanada. Uma vez que a cadeira projetada pretende inserir-se num contexto de interior, foram feitas alterações dimensionais relativamente à cadeira original, nomeadamente a altura do assento e ângulo de encosto.

Observando a cadeira portuguesa, e conhecendo as limitações que a madeira tem em termos construtivos, percebeu-se desde logo que o desafio iria levantar alguns problemas estruturais, essencialmente na resistência das pernas traseiras, devido ao ângulo acentuado que o metal consegue suportar. Outro problema identificado foi a necessidade de ter que recorrer a vários componentes para alcançar toda a geometria curvada, sem que haja um grande desperdício de material.

## 4.7 Desenvolvimento concetual

É na fase da concetualização que são gerados conceitos, com base na investigação e brief do projeto.

Como primeiro passo, foram recolhidas referências para a construção de um moodboard para inspiração no processo de definição da forma do produto. Decidiu-se distribuir as referências em três moodboards distintos. No primeiro moodboard (Figura 68), foram incluídas referências da cadeira portuguesa e derivações do modelo pela empresa ADICO, procurando por traços característicos entre eles.



**Figura 68** Moodboard das derivações da cadeira Portuguesa da ADICO.

Sendo a intenção do projeto, a reinterpretação do modelo original da cadeira Portuguesa, enquadrado num novo contexto e padrões da marca De La Espada, foi composto um segundo

moodboard (Figura 69), incluindo referências de cadeiras do catálogo da De La Espada.



**Figura 69** Moodboard de cadeiras do catálogo De La Espada

O terceiro moodboard (Figura 70) foi composto com referências de tonalidades e de padrões em vime, recolhidas no decorrer do processo de pesquisa aos artesãos.



**Figura 70** Moodboard de cores e padrões artesanais em vime.

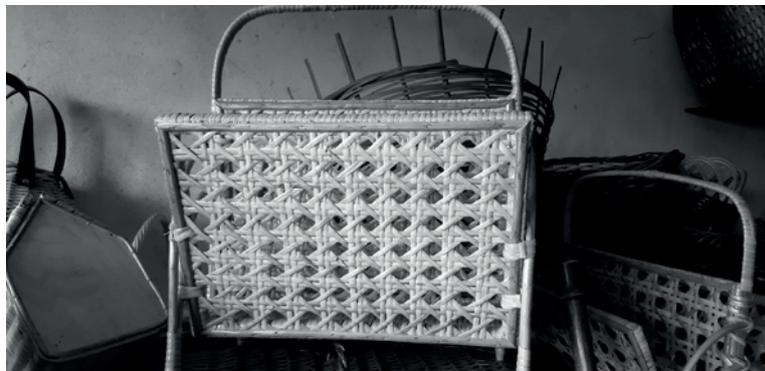
Através da observação dos dois primeiros moodboards, foi possível verificar que, tanto na maioria das versões da cadeira portuguesa, como nas cadeiras do catálogo De La Espada, o assento assume uma curvatura ligeira. Este aspeto é responsável por trazer um maior conforto ao assento, considerando-se relevante para o novo modelo, uma vez que este procura responder às exigências dos altos padrões da empresa, como o melhor conforto possível.

A partir da definição do brief e das inspirações dos moodboards, partiu-se para a exploração da forma e conceito do novo produto. Explorou-se uma geometria fiel à estrutura da cadeira, incorporando variações no desenho do encosto e assento. A Figura 71, apresenta a última fase do processo de exploração da forma, onde se conheceu a aproximar do conceito eleito.



**Figura 71** Última fase do processo de exploração da forma.

A partir do terceiro moodboard, decidiu-se que seria o vime cru, o tipo de vime a usar no projeto. Para o entrelaçado, optou-se pela referência da Figura 72, por se enquadrar nos padrões de estética da empresa.



**Figura 72** Referência de entrelaçado de vime



## 4.8 Definição geométrica e prototipagem digital

Segundo Ulrich & Eppinger (2020), o termo protótipo é definido como “uma aproximação do produto ao longo de uma ou mais dimensões de interesse”. Para os autores, os protótipos podem ser classificados em duas dimensões: física e analítica. Os protótipos físicos referem-se a objetos tangíveis, criados para aproximar o produto do seu resultado final, sujeitando-o a testes e experimentação. Este tipo de protótipo pode ser demorado e dispendioso, em especial se exigir grandes modificações na revisão do projeto (Relvas, 2017). Por outro lado, os protótipos analíticos, ou digitais, representam o produto de uma forma não tangível, geralmente matemática ou visual, por forma a permitir projetar, visualizar e simular o desempenho real, antes da construção física do produto. Este tipo de prototipagem pode incluir modelos de computador de geometria tridimensional, renderização foto realística e simulações numéricas.

A prototipagem digital permite, através de softwares de modelação CAD (Computer Aided Design), o desenvolvimento de modelos tridimensionais construídos em árvore, com todas as montagens e componentes integrantes do produto. A partir destes modelos, torna-se possível recorrer a softwares de renderização para criar imagens foto realísticas do produto final em ambientes virtuais que simulam aspetos como materiais, acabamentos e contextos de uso. A prototipagem digital permite ainda a simulação ao nível do comportamento mecânico do produto final, reduzindo drasticamente o tempo e custos associados ao fabrico de protótipos físicos (Relvas, 2017).

A partir do conceito gerado, partiu-se para a construção do modelo CAD, com recurso ao software de modelação solidworks. Neste processo, foram tidos em conta todos os aspetos formais e construtivos inerentes ao material e à tecnologia a usar, detalhando como e onde viriam a ser feitas as ligações entre componentes, bem como a orientação do veio da madeira. A

escolha do tipo certo de ligações depende principalmente do tipo e forma de construção, devendo sempre garantir a elevada rigidez e resistência, bem como a exequibilidade no processo de fabrico (Smardzewski, 2015).

Com o modelo CAD construído, foi possível proceder à prototipagem digital do conceito inicial, por forma a analisar e verificar os aspetos estruturais e geométricos da cadeira (Figura 73). Foi criado um ambiente isento de ruído visual, por forma a permitir um maior foco na estrutura e ligação entre componentes. A aplicação de materiais e acabamentos apenas foi considerada na versão final da cadeira, mais a frente apresentada.



**Figura 73** Renderização do primeiro modelo CAD.

## 4.9 Prototipagem rápida

A prototipagem direta é o processo de fabricação de modelos físicos tridimensionais, diretamente a partir da informação gerada num sistema de CAD 3D, com recurso a um conjunto de processos tecnológicos subtrativos ou aditivos. (Relvas, 2017; Relvas et al., 2017).

Nos processos subtrativos, a fabricação dos modelos é feita pela remoção de material através de um processo de maquinagem, como por exemplo a maquinagem CNC (Controlo Numérico Computorizado). Nos processos aditivos, a fabricação é feita por camadas, pela adição de material, como a impressão 3D.

A fabricação aditiva, foi inicialmente desenvolvida como forma de automatizar o processo de prototipagem, estando o termo também associado a prototipagem rápida (Relvas et al., 2017).

O fácil acesso a estas tecnologias para uso pessoal, permitiu a rápida prototipagem do modelo CAD desenvolvido, para verificação e validação do conceito. A tecnologia de fabrico aditiva usada foi o FDM - Fused Deposition Modeling, com material PLA - Polylactic Acid.

Primeiramente foram impressos, individualmente, os vários componentes do modelo (Figura 74) por forma a verificar a construção e montagem do mesmo. Neste processo, foram verificadas algumas falhas dimensionais ao nível das espigas, levando à retificação do modelo CAD.



**Figura 74** Protótipo de impressão 3D dos vários componentes.

Os componentes, já retificados, foram novamente impressos e montados, resultando no protótipo da Figura 75. O modelo físico impresso, à escala 1:5, revelou-se extremamente importante para uma melhor percepção da volumetria da cadeira e dos seus componentes individualmente.



**Figura 75** Protótipo de impressão 3D do modelo montado.

#### 4.10 Análise de falhas (FMEA)

A ferramenta FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) é usada para detetar e evitar potenciais falhas que possam vir a ocorrer no projeto (Relvas, 2017).

A partir da prototipagem digital e do modelo impresso, foram observadas algumas falhas a nível estrutural, particularmente no ângulo das pernas traseiras. Foram ainda identificadas algumas falhas a nível da geometria e encaixes, estando representadas na Figura 76 e descritas na Tabela 1, identificando a falha, os possíveis efeitos e a ação preventiva a tomar.



Figura 76 Análise de falhas

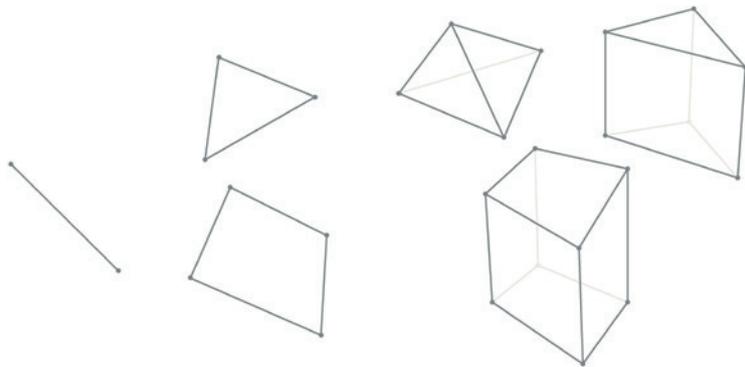
	<b>TIPO DE FALHA</b>	<b>POSSÍVEIS EFEITOS</b>	<b>AÇÃO PREVENTIVA</b>
<b>1</b>	Dimensionamento do rebaixo com pouca profundidade e largura	Dificuldade na fixação do vime na produção, devido ao pouco espaço de manobra	Redimensionar o rebaixo de acordo com as espessuras mais indicadas para a aplicação do vime e bibe
<b>2</b>	Encaixe da perna dianteira com a perna traseira pouco resistente	Instabilidade da cadeira	Redesenhar o encaixe
<b>3</b>	Curvatura da perna muito acentuada	Fraca resistência	Reduzir o ângulo de curvatura
<b>4</b>	Ângulo da perna traseira muito acentuado	Fraca resistência	Reduzir o ângulo de inclinação
<b>5</b>	Curvatura da costa	Gerar demasiado desperdício de material na maquinação CNC	Repartir as costas da cadeira em três componentes

**Tabela 1** Análise de falhas (FMEA)

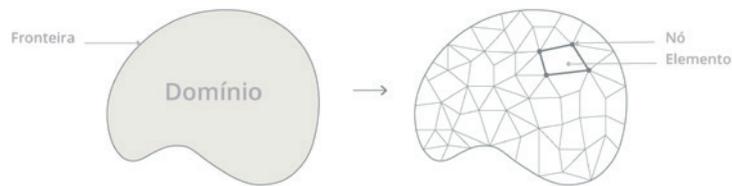
Feito o levantamento das falhas, procedeu-se à otimização do modelo CAD.

#### 4.11 Simulação numérica (Método dos Elementos Finitos)

O método dos elementos finitos (MEF) é um método numérico de análise e resolução de problemas complexos de engenharia, de forma aproximada. Consiste na divisão de uma geometria gerada por um programa CAD, em pequenos elementos de dimensões finitas (Figura 77) – discretização (Figura 78) – com restrições bem definidas. As soluções obtidas para cada um destes elementos, em conjunto, formam a solução para o problema global (Teixeira-Dias et al., 2010).



**Figura 77** Formas geométricas possíveis para elementos finitos: (a) unidimensionais, (b) bidimensionais e (c) tridimensionais. Adaptado de: Teixeira-Dias et al. (2010)



**Figura 78** Representação esquemática do processo de discretização de um domínio, por elementos finitos. Adaptado de: Teixeira-Dias et al. (2010).

Como fora referido anteriormente, o ângulo das pernas traseiras levantou algumas questões relativamente à resistência e estabilidade da estrutura, devido essencialmente às variações de comportamento da madeira. No setor do mobiliário, o desenvolvimento de uma cadeira refere-se a um produto que interfere diretamente com a segurança do utilizador, pois se a sua estrutura não for devidamente projetada, esta pode resultar numa rutura dos componentes e levar à queda do utilizador. Por este motivo, considerou-se pertinente realizar ainda uma simulação numérica, simulando o comportamento da estrutura com uma carga aproximada ao peso médio de uma pessoa.

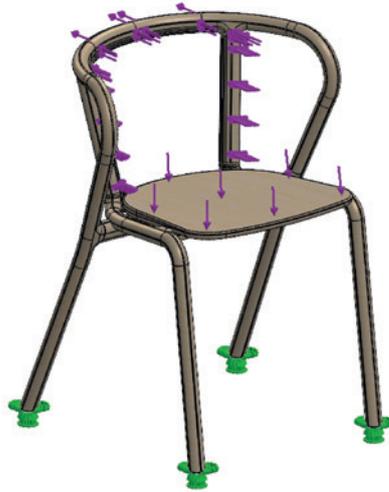
Foram tidos em conta todos os procedimentos necessários para a preparação do modelo CAD, nomeadamente a definição das propriedades do material, das condições de fronteira e das solicitações a que o sistema a simular se encontra sujeito.

Os elementos finitos são ligados por nós ou pontos nodais, que em conjunto formam uma malha. A quantidade, tamanho e tipo de elementos que a compõem, interferem com a precisão dos resultados da análise, sendo que quanto menor o tamanho e maior o número, maior a precisão (Mirlisenna, 2016).

Criada a malha, foi possível correr a simulação e ir reajustando o modelo até alcançar os resultados desejados e adequados.

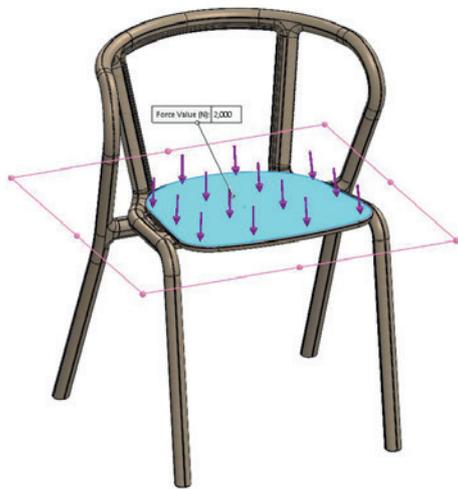
## Análise

O ensaio tem como restrições duas pernas fixas e duas com a possibilidade de deslizar no plano do chão, de forma a que se possa replicar o afastamento entre as quatro pernas por ação do peso do utilizador. Como solicitações, foram aplicadas três forças normais à superfície. A Figura 79 ilustra as restrições a verde e as solicitações a rosa.



**Figura 79** Restrições (a verde) e solicitações (a rosa) aplicadas ao modelo CAD.

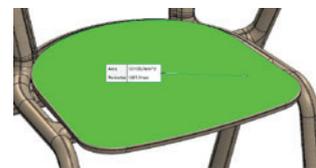
A primeira carga aplicada corresponde a um peso de 2000N, distribuído pela área da superfície do assento (Figura 80). O valor foi propositadamente sobredimensionado com vista a garantir a segurança em situações excepcionais com crianças ao colo, pessoas com um IMC elevado, etc.



**Figura 80** Carga de 2000N distribuída pela superfície do assento.

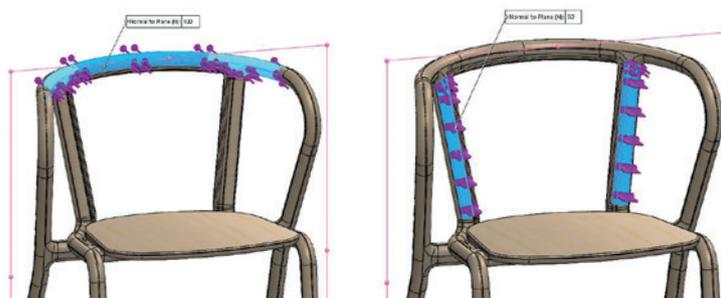
A carga aplicada ao assento vem simular o peso aproximado de 200Kg, garantindo uma larga margem de segurança à simulação do peso de uma pessoa.

Com a medição da área do assento (Figura 81), verificou-se que esta corresponde a 121170.7 mm<sup>2</sup>. Dividiu-se então a carga aplicada, pela área da superfície do assento, por forma a obter a pressão que é aplicada apenas nesta área, que corresponde a uma carga de 0.017 MPa.



**Figura 81** Medição da área do assento

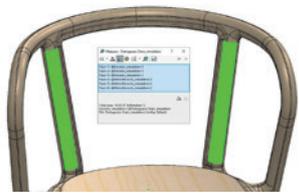
Foram ainda aplicadas mais duas forças normais ao plano, simulando o esforço que é exercido pelas costas do utilizador. Optou-se por distribuir uma carga de 100N pela área superior por ser a zona do encosto onde é exercida maior força e de 50N pela área lateral do encosto, como é possível verificar na Figura 82.



**Figura 82** Cargas aplicadas ao encosto: 100N do lado esquerdo e 50N do lado direito



**Figura 83** Medição da área superior do encosto.



**Figura 84** Medição da área lateral do encosto.

A carga aplicada ao encosto superior corresponde a um peso de 100N, distribuído pelos 24768.91 mm<sup>2</sup> da área da superfície (Figura 83). A pressão que é aqui aplicada corresponde assim a uma carga de 0.004 MPa.

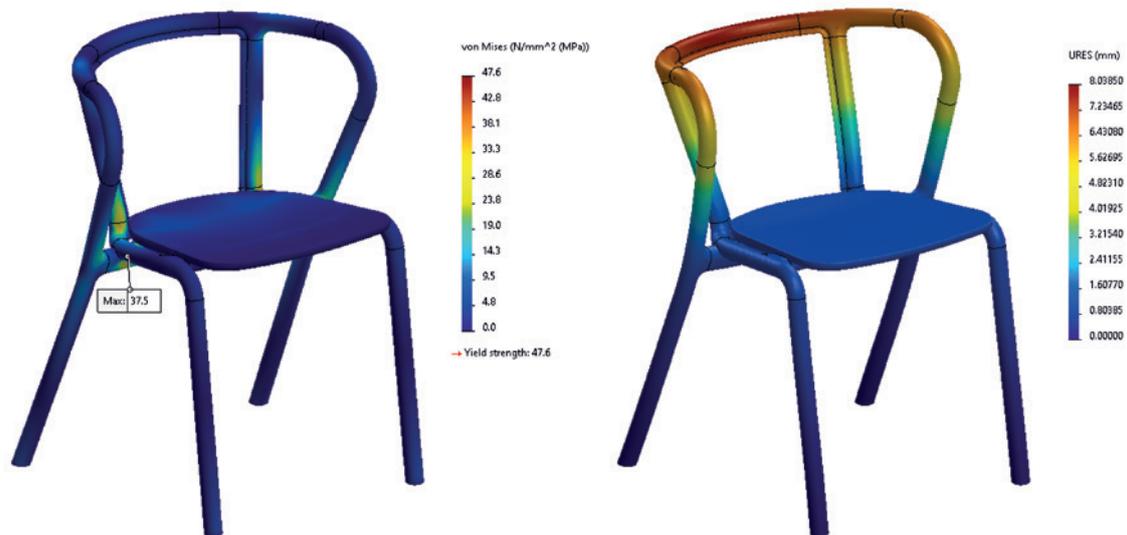
A carga de 50N, distribuída pelos 16161.97 mm<sup>2</sup> da área da superfície do encosto lateral (Figura 84), corresponde a uma pressão de 0.003 MPa.

Seguidamente procedeu-se à definição da malha. Dado o carácter irregular da geometria, foi gerada uma malha com o valor máximo de elementos, correspondendo aproximadamente a um tamanho mínimo de elementos de 2mm e tamanho máximo de elementos de 10mm (Figura 85). O tipo de elementos usados foram os tetraédricos de segunda ordem - elementos com nós a meio das arestas - por permitirem modelar melhor geometrias curvas, trazendo melhores resultados nas análises de tensão e deformação.



**Figura 85** Malha gerada com elementos tetraédricos de segunda ordem.

Preparado o modelo, foi possível correr a análise linear elástica. Considerou-se o módulo de Young  $E=12750\text{ N/mm}^2$  e coeficiente de Poisson  $\nu=0.3275$ . O resultado de tensão e de deformação obtido, é apresentado na seguinte Figura 86.



**Figura 86** Resultados da análise de tensão (esquerda) e deformação (direita).

Através da análise de tensão, foi possível observar que, no critério de falha de von Mises, o valor máximo é de 37.5MPa, situando-se abaixo do limiar elástico do material, que é de 47.6MPa. A análise de deformação permite verificar a integridade da cadeira quando sujeita à carga aplicada.

## **Considerações**

A qualidade e o rigor com que são definidas as várias etapas inerentes ao processo de preparação e resolução numérica de um problema de engenharia, influencia de forma determinante o resultado final que se venha a obter (Teixeira-Dias et al., 2010).

Para melhor fiabilidade dos resultados é necessário ter um material com as propriedades bem conhecidas. Os ensaios mecânicos são muito usados para avaliar o comportamento dos materiais, seja ensaio de tração, compressão, flexão. No entanto, estes ensaios requerem algum tempo despendido que não foi possível abarcar no cronograma do projeto. Optou-se assim por definir o material como sendo isotrópico, tendo-se definido as suas propriedades através de uma média de valores que constam na ficha técnica do fornecedor da empresa (Anexo A) e nas referências MatWeb (2021), The Wood Database (2021), Clauß et al. (2014), Pinto (2014), Florian (2021) e Workshopcompanion (2009).

A simulação permitiu verificar a resistência da estrutura quando sujeita a uma grande carga e identificar pequenas interferências e erros de geometria, posteriormente retificados.



## 4.12 Materiais e processos de fabrico

### Materiais



**Figura 87** Acabamento de óleo branco em freixo europeu. Fonte: De La Espada (2021e)

O material escolhido para a produção da cadeira foi a madeira maciça, nomeadamente o freixo europeu. O motivo que levou a escolher esta madeira baseou-se em dois aspetos:

- O primeiro, pelo facto de ser proveniente de Portugal, Espanha e França. Este aspeto sustenta ainda mais a premissa de um produto sustentável, pois a matéria-prima que é utilizada no seu processo de fabrico, é proveniente da região.
- O segundo, devido à estabilidade e versatilidade que o freixo apresenta na maquinaria de geometrias mais complexas e detalhadas, como encaixes e superfícies curvadas. Trata-se de uma madeira densa, de textura áspera, mas uniforme, com grande resistência à compressão.

Para as suas madeiras, a De La Espada tem disponível vários acabamentos, como óleo, pintura ou velatura. Decidiu-se que o acabamento seria a óleo, nomeadamente o óleo branco (Figura 87), pois permite que futuros danos possam ser facilmente reparados com a reaplicação de cera ou óleo, a qualquer momento. Este aspeto garante uma superfície renovável e, por consequente, duradoura.

Como referido ao longo do presente documento, será o vime o material constituinte do encosto. Com as visitas aos artesãos, foi estudado todo o processamento que é feito a esta matéria-prima, desde a fase de colheita ao acabamento final. Decidiu-se usar o vime cru, devido à sua tonalidade branca, refletindo assim a naturalidade do material.

## Processo fabrico

Como fora referido anteriormente, a cadeira viria a ser projetada para as tecnologias e processo produtivo da empresa, seguidamente descrito.

O processo inicia-se pela seleção das pranchas que melhor correspondem às dimensões de cada componente, especificadas no desenho técnico entregue à produção. As pranchas são então marcadas, cortadas em bruto e calibradas antes de seguirem para a primeira maquinação na CNC, onde irão receber o primeiro desbaste e encaixes para as ligações entre componentes.

Os componentes são então colados por subconjuntos, com uma cola à base de água que penetra nas fibras da madeira, criando uma ligação de grande resistência. Seguidamente são colocados em pressão durante o tempo necessário até que a cola seque devidamente, garantindo uma maior resistência da união das partes.

Com os componentes ligados e colados entre si, os subconjuntos passam por uma segunda maquinação, desta vez para um processo de acabamento. Desta forma, é possível obter ligações perfeitas, como se a peça fosse uma só.

Com os subconjuntos prontos, procede-se novamente à colagem por forma a montar todas as partes. É a fase seguinte que existe maior atenção e destreza por parte do artesão marceneiro, que inspeciona todo o modelo meticulosamente por forma a afinar os detalhes finais. Através de ferramentas e lixadeiras elétricas manuais, a cadeira leva os retoques finais antes de seguir para o acabamento, onde é aplicado o óleo e cera protetores.

Com a estrutura da cadeira pronta, o próximo passo é a aplicação do encosto em vime. Este é produzido pelos artesãos cesteiros, desde a fase do cultivo, à colheita e processamento do material. Os fios de vime são entrelaçados no padrão desejado até obter uma “manta” que é posteriormente fixada no respetivo rebaixo da estrutura da cadeira, com recurso ao agrafador de estofos. Por último é aplicado o bibe, por forma a preencher o rebaixo e a ocultar a fixação do vime.

Por último é feita a aplicação dos deslizadores e o embalamento para expedição.

### **4.13 Proposta final**

Todo o processo de desenvolvimento resultou assim no conceito final do projeto. Desde o lançamento da proposta, à fase de construção do brief, ao desenvolvimento concetual e técnico, todo o processo foi essencial para o culminar da proposta final, apresentada nas seguintes figuras de representação foto-realística.

Através da sua forma, geometria e material, a cadeira reflete a simbologia do design português, apresentando-se como um produto sustentável e de valor acrescentado. Os materiais e processo inerentes ao seu desenvolvimento enquadram-se nos valores, padrões e tecnologias da empresa, posicionando o conceito da cadeira original a um novo segmento de mercado, onde são assegurados os requisitos de segurança e durabilidade procurados pelo público-alvo.



**Figura 88** Imagem foto-realística da proposta final.

Design de mobiliário em contexto de estágio na Brasão De La Espada:  
Reinterpretação da Cadeira Portuguesa em madeira maciça



**Figura 89** Imagem foto-realística da proposta final (vista traseira).



**Figura 90** Imagem foto-realística da proposta final (vista de baixo).



**Figura 91** Imagem foto-realística da proposta final (vista de perfil).

Design de mobiliário em contexto de estágio na Brasão De La Espada:  
Reinterpretação da Cadeira Portuguesa em madeira maciça



**Figura 92** Imagem foto-realística da proposta final (vista de frente).



**Figura 93** Imagem foto-realística da proposta final (vista lateral direita).



**Figura 94** Imagem foto-realística da proposta final (vista de topo).

Design de mobiliário em contexto de estágio na Brasão De La Espada:  
Reinterpretação da Cadeira Portuguesa em madeira maciça

Nas seguintes figuras é apresentada a simulação foto-realística da cadeira em contexto de uso.



**Figura 95** Imagem foto-realística da proposta final em contexto de uso (vista de perfil).



**Figura 96** Imagem foto-realística da proposta final em contexto de uso (vista lateral direita).



**Figura 97** Imagem foto-realística da proposta final em contexto de uso (vista lateral traseira).



**Figura 98** Imagem foto-realística da proposta final em contexto de uso (vista traseira).

## Dimensões

Como fora referido anteriormente, o estudo dimensional da cadeira seguiu as recomendações de antropometria para uma cadeira de interior, estando as suas dimensões apresentadas na seguinte Figura 99.



Figura 99 Dimensões gerais da proposta final.



#### **4.14 Projeto de fabrico e montagem (DFM/DFA)**

Enquanto que o DFM (Design For Manufacturing) é o processo de projetar o produto de modo a que este seja fácil de fabricar, o DFA (Design For Assembly) projeta o produto de modo a facilitar a sua montagem, focando-se simultaneamente na funcionalidade e processo de montagem (Relvas et al., 2017).

Um dos grandes desafios passou por projetar os componentes da melhor forma para que se pudesse reduzir ao máximo o desperdício de material no processo de desbaste da CNC, dada a geometria curvada da cadeira. Desta forma, a cadeira é constituída por vários componentes, todos ligados com encaixes de madeira com madeira, nomeadamente o encaixe em espiga. Este tipo de encaixe fornece ligações extremamente fortes e permite a expansão e contração natural da madeira, garantindo assim uma grande estabilidade à estrutura.

A seguinte Figura 100, apresenta uma vista explodida do modelo, onde é possível observar os vários componentes e ligações que existem entre eles.



**Figura 100** Vista explodida da proposta final.

Foram ainda aplicadas cavilhas para travamento da espiga (Figura 101), garantindo uma maior união e resistência a nível das ligações.



**Figura 101** Pormenor da cavilha inserida na espiga.





# 05

## CONCLUSÕES

## 5.1 Considerações finais

No início do presente documento foram apontados os principais objetivos e motivações que levaram a escolha pela tipologia de estágio, referindo a necessidade de implementar os conhecimentos adquiridos ao nível académico na procura de uma consolidação de competências técnicas nas áreas científicas de Design e Engenharia Mecânica.

A integração na equipa de desenvolvimento de produto da empresa proporcionou toda uma experiência enriquecedora, que contribuiu para um crescimento profissional e pessoal. A multidisciplinaridade inerente às atividades desenvolvidas e ao dia a dia de uma indústria, reforçou todo um conhecimento de vários processos, materiais, ferramentas e tecnologias.

O acompanhamento por parte da equipa de profissionais, o diálogo entre designer, artesão e restantes técnicos especializados nos vários processos, foi fundamental para adquirir uma maior capacidade de identificação de problemas e eficiência na proposta de soluções.

Na primeira fase da dissertação, o enquadramento teórico da empresa permitiu conhecer a sua história, catálogo, valores e abordagem no mercado. Percebeu-se a constante valorização pelo trabalho artesanal aliado às novas tecnologias, salientando a mais recente aposta em novos artesãos e matérias primas portuguesas, para o desenvolvimento de novos produtos.

Os projetos de estágio apresentados neste documento, resumiram o trabalho desenvolvido na empresa, onde foi possível experienciar diferentes tipos de projetos, desde a proposta de soluções de otimização do controlo de qualidade dos produtos e do fluxo de trabalho dos operadores; desenvolvimento de uma versão estofada de um produto existente; redesenho e

otimização da estrutura de uma mesa de grandes dimensões e o desenvolvimento de um novo produto a incorporar no catálogo da empresa. Todos os projetos permitiram uma prática em identificar problemas e propor soluções viáveis ao seu desenvolvimento, contribuindo para um maior crescimento a nível técnico e de detalhe.

No seguimento dos valores e objetivos futuros da empresa, a componente de projeto resultou da intervenção do design como resposta ao desenvolvimento de um produto que visa promover o design e a cultura portuguesa, a um novo segmento de mercado. A adaptação do modelo original da cadeira portuguesa, a um novo material e processo de fabrico, revelou-se desafiante devido às limitações que a madeira trás como material e à tecnologia de fabrico a que se destina.

A simulação numérica realizada, ainda que carente de rigor e detalhe, permitiu testar e verificar a viabilidade da estrutura projetada. Esta abordagem permitiu conhecer e explorar o método dos elementos finitos e retirar resultados satisfatórios para a verificação da estabilidade e segurança da cadeira, sem a necessidade de recorrer a um protótipo físico, que carece de recursos, tempo e custos para a sua produção. O recurso às ferramentas e metodologias das áreas científicas da engenharia e do design, revelou-se assim impactante na tomada de decisões, permitindo uma validação mais assertiva de prever possíveis constrangimentos futuros.

A proposta final reflete os objetivos traçados no início do projeto, respondendo a um produto sustentável e de valor acrescentado, pela promoção do território, cultura e simbolismo do mobiliário português, evidenciado na geometria e material com que é produzida.

## 5.2 Desenvolvimentos futuros

Como continuidade ao projeto desenvolvido, pretende-se testar a sua funcionalidade e conforto através de um modelo físico à escala real. Esta fase será crucial para a verificação e aprovação do modelo para produção.

Pretende-se ainda explorar novas versões da cadeira, tanto no material como acabamentos, incluindo a sua versão estofada. Como complemento ao produto, considera-se ainda pertinente o desenvolvimento de toda uma linha inspirada na cadeira portuguesa e na sua simbologia.

Por último, será de extrema importância abordar a comunicação do produto, reforçando e promovendo o seu valor cultural.



## **Bibliografia**

Segundo a norma NP405 (APA 7th)

Adico. (2014a). Cadeiras. <https://www.adico.pt/seccoes.php?c=201&i=547>

Adico. (2014b). História. <https://www.adico.pt/historia.php>

Adico. (2019). Catálogo Outdoor. <https://www.adico.pt/catalogos>

Almeida, I. D. de, & Abranja, N. A. (2009). Turismo e Sustentabilidade. *COGITUR-Journal of Tourism Studies*, 2, 15–31. <http://hdl.handle.net/10437/1874>

Arcalo. (2020). Design e produção de mesas e cadeiras para restauração. <http://www.arcalo.com/cadeira-goncalo/>

Clauß, S., Pescatore, C., & Niemz, P. (2014). Anisotropic elastic properties of common ash (*Fraxinus excelsior* L.). *Holzforschung*, 68(8), 941–949. <https://doi.org/10.1515/hf-2013-0189>

Craftsmanspace. (2021). Woodworking joints. <https://www.craftsmanspace.com/woodworking-joints>

De La Espada. (2021a). A conversation with Margarida Adónis of Fabricaal. <https://delaespada.com/blogs/news/fabricaal>

De La Espada. (2021b). All Products. <https://delaespada.com/collections/all>

De La Espada. (2021c). Craft. <https://delaespada.com/pages/craft>

De La Espada. (2021d). Designers. <https://delaespada.com/pages/designers>

De La Espada. (2021e). Timber. <https://delaespada.com/pages/timber>

Design Council. (2021). What is the framework for innovation? Design Council's evolved Double Diamond | Design Council. <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>

Fabricaal. (2021). Fabricaal. <https://www.fabricaal.com>

Ferreira, R. D. (2019). A cadeira portuguesa, a nossa obra-prima. Observador. <https://observador.pt/especiais/a-cadeira-portuguesa-a-nossa-obra-prima/>

Florian. (2021). Sawn Timber. <https://www.florianinc.com/en/data-sheets/sawn-timber-data-sheets/>

Hernandez, C. R. B. (2006). Thinking parametric design: Introducing parametric Gaudi. *Design Studies*, 27(3), 309–324. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.11.006>

Jason Miller Studio. (n.d.). Biography. Retrieved April 3, 2021, from <https://jasonmiller.us/pages/bio>

Matthew Hilton Studio. (n.d.). Profile. Retrieved April 21, 2021, from <https://matthewhilton.com/profile>

MatWeb. (2021). European Ash Wood. <http://www.matweb.com/search/PropertySearch.aspx>

Mirlisenna, G. (2016). Método dos Elementos Finitos: o que é? <https://www.esss.co/blog/metodo-dos-elementos-finitos-o-que-e/>

MOYO. (2014). A Cadeira Portuguesa. MOYO Concept Studio. <https://www.moyo.pt/blog-de-design-e-decoracao-de-interiores/a-cadeira-portuguesa>

Nowill, G. (2020). A sustentabilidade cultural como pilar essencial para o desenvolvimento social, económico e ambiental. *Revista Arquivo1*. <https://revistaarquivo1.com/2020/10/a-sustentabilidade-cultural-como-pilar-essencial-para-o-desenvolvimento-social-economico-e-ambiental/>

Panero, J., & Zelnik, M. (2008). *Dimensionamento Humano Para Espaços Interiores* (1st ed.). Gráficas 92.

Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2018). *Bodyspace*. In *Bodyspace* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315375212>

Pinto, C. D. P. (2014). *Caracterização Das Propriedades Físicas E Mecânicas Da Madeira De Pinho Bravo E De Freixo Do Nordeste Transmontano* [Master's thesis, Instituto Politécnico de Bragança]. In Biblioteca Digital do Instituto Politécnico de Bragança. <http://hdl.handle.net/10198/11598>

- Relvas, C. M. (2017). Design & Engenharia: da ideia ao produto. Engebook.
- Relvas, C. M., Ramos, A. M., Mota, L. M., & Simões, J. A. (2017). Engenharia e Design. Engebook.
- Silva, A. E. B. da. (2018). Design de mobiliário em madeira maciça: Estágio na Brasão de la Espada S.A. [Master's thesis, Universidade de Aveiro]. In Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/17474>
- SKF. (2021). Rolamentos de rolos cónicos de uma fila. <https://www.skf.com/pt/products/rolling-bearings/roller-bearings/tapered-roller-bearings/single-row-tapered-roller-bearings>
- Smardzewski, J. (2015). Furniture Design. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19533-9>
- Taipina, D. E. P. (2019). O design na circularidade de desperdícios: Estágio na empresa Brasão De La Espada [Master's thesis, Universidade de Aveiro]. In Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/28577>
- Teixeira-Dias, F., Sousa, R. J. de A. de, Valente, R. A. F., & Pinho-da-Cruz, J. (2010). Método dos Elementos Finitos - Técnicas de Simulação Numérica em Engenharia. ETEP - Edições Técnicas e Profissionais.
- The Wood Database. (2021). European Ash. <https://www.wood-database.com/european-ash/>
- Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). Product Design and Development (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Workshopcompanion. (2009). Wood Strength. [https://workshopcompanion.com/KnowHow/Design/Nature\\_of\\_Wood/3\\_Wood\\_Strength/3\\_Wood\\_Strength.htm](https://workshopcompanion.com/KnowHow/Design/Nature_of_Wood/3_Wood_Strength/3_Wood_Strength.htm)





**ANEXOS**

## Anexo A



PRODUCT SHEET

### SAWN LUMBER

### ASH

GENERAL DESCRIPTION	
Merchandise Category	Lumber, elements
Timber Species	Ash (Fraxinus excelsior L.)
Unit of Measurement	Cubic Metre (CBM)
Hardness	Medium (Brinell: 64 N/mm <sup>2</sup> II to the grain, 28-40 N/mm <sup>2</sup> T to the grain)
Dimensional Stability	High
Oxidation	Medium
Tonality	Sapwood and heartwood are slightly different, predominantly light colours or light brown, which tends to become darker with seasoning and drying
Histological Structure	Straight and sometimes helicoidal grain, fine and uniform texture

ESSENTIAL FEATURES	PERFORMANCE
Density	960 kg/m <sup>3</sup> green, 720 kg/m <sup>3</sup> dried
Shrinkage	Radial 5,0%, Tangential 7,8 %
Modulus of Elasticity	10700-14800 MPa
Tensile Strength	130-160 MPa
Compressive Strength	31-67 MPa
Shear Strength	7-11 MPa
Flexural Strength	86-127,5 MPa
Biological Durability	Classes: 5 Fungi, S Anobium, S Termite
Impregnation	Classes: 1v Heartwood, 1 Sapwood

#### QUALITY DESCRIPTION:

Appearance class: Super Prime White, Prime White One Face, Prime Unselect

- Super Prime White: material selected by colour
- Prime White One Face: material selected by colour, minimum one face has white colour, predominantly knot-free
- Prime Unselect: material not selected by colour, the heart is not considered a defect, predominantly knot-free

#### DIMENSION:

Products are available with random thicknesses, lengths and widths

Source: G. Giordano-Tecnologie del legno; Lignum; CTBA. Wood humidity: between 10 and 20% dried Reference Regulations: UNI EN 942 Timber in joinery-General requirements, UNI EN 350 Durability of wood and wood-based products





